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

**Estrutura do pasto e taxa de consumo de forragem de amendoim
forrageiro (*Arachis pinto* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte)
submetido a intensidades de pastejo**

Guilherme Portes Silva

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração; Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2014**

Guilherme Portes Silva
Engenheiro Agrônomo

**Estrutura do pasto e taxa de consumo de forragem em amendoim forrageiro
(*Arachis pintoï* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades
de pastejo**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Silva, Guilherme Portes

Estrutura do pasto e taxa de consumo de forragem de amendoim forrageiro (*Arachis pinto*) Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo / Guilherme Portes Silva. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

81p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.
Bibliografia.

1. Taxa de consumo 2. Estrutura do pasto 3. Amendoim forrageiro 4. Lotação
contínua I. Título

CDD 633.3
S586e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico

A toda minha família, em especial aos meus pais, **José Nelson da Silva, Eliane Sanglard Portes** e meu irmão **Tiago Portes Silva**, a quem devo tudo que sou.

Muito obrigado!

Ofereço

À minha companheira, **Leila**, por estar sempre ao meu lado me dando apoio com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, pelo exemplo de profissionalismo, e pela oportunidade de aprendizado e crescimento profissional. À ESALQ e à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de desenvolver o curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos colegas de experimento: Cleunice Auxiliadora Fialho e Lucas Rocha Carvalho. Obrigado Cléo pela amizade e por fazer parte desta realização desde a prova de seleção para o mestrado. Obrigado Lucas pelo companheirismo durante todo o mestrado, nas disciplinas e no campo. Vocês foram essenciais para a realização deste trabalho e por contribuir para minha formação científica e pessoal.

Ao Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho e seus orientados, em especial a Lidiane Fonseca, pelo treinamento oferecido na UFRGS, pelos comentários e contribuições, os quais foram fundamentais para este trabalho. Muito obrigado!

Aos estagiários: Maiara Despontin, Paula Kozowski, Edson Nascimento, Ellen Gomes e Henrique Zavares, pela ajuda durante o período experimental. Foi muito bom conviver com vocês.

Ao Centro de Treinamento de Recursos Humanos do Departamento de Zootecnia por ter concedido os animais para a realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Dilermando Miranda da Fonseca, pela valiosa orientação durante toda a graduação, por meio do qual tive início nos estudos com Pastagens, sempre participando das minhas conquistas e me incentivando.

Ao Prof. Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos, pelos ensinamentos desde a época de graduação, e por sempre estar presente contribuindo para minha formação.

Ao Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes, pelos incentivos, ensinamentos e companheirismo desde a graduação.

A todos os colegas de Pós graduação do Laboratório de Plantas Forrageiras: Lilian Pereira, Adenilson Paiva, Eliana Geremia, Steben Crestani, Daniel Caballero, Diego Pequeno, Valdson Silva, Aliedson Sampaio, Ana Flávia Gouveia, Ianê Almeida, Liliane da Silva, Débora Bastos, André Santana e Tatiane Beloni.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

“A única maneira de fazer um excelente trabalho é amar o que você faz”.
(Steve Jobs)

***“A maior recompensa do nosso trabalho não é o que nos pagam por ele,
mas aquilo em que ele nos transforma.”***
(John Ruskin)

***"Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não
teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as
críticas, nos auxiliam muito". (Chico Xavier)***

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Uso de leguminosas em pastagens	17
2.2 O <i>Arachis pinto</i> cv Belmonte	20
2.3 A formação da estrutura do pasto como resultado da adaptação de plantas forrageiras e sua importância para o manejo do pastejo.....	24
2.4 O consumo de forragem por bovinos em pastejo: um enfoque reducionista.....	27
2.5 Implicações da heterogeneidade do pasto nas variáveis do processo de ingestão de forragem	33
2.6 Hipótese	36
2.7 Objetivo	37
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Material.....	39
3.2 Métodos.....	42
3.3 Análise estatística dos dados	48
4 RESULTADOS	49
4.1 Massa de forragem	49
4.2 Densidade volumétrica da forragem.....	50
4.3 Distribuição vertical dos componentes morfológicos na massa de forragem dos pastos.....	50
4.4 Características do processo de ingestão de forragem	55
5 DISCUSSÃO	61
6 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	69

RESUMO

Estrutura do pasto e taxa de consumo de forragem em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo

A introdução de leguminosas em pastagens contribui para a produção animal sustentável, proporcionada pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico e elevado valor nutritivo da forragem produzida. O conhecimento da estrutura do dossel forrageiro é fundamental para o manejo adequado de sistemas pastoris, uma vez que determina as respostas de plantas e de animais. Estudos com gramíneas tropicais evidenciaram a importância e a praticidade do uso da altura do pasto como guia de manejo eficiente para explicar variações em comportamento ingestivo de animais, permitindo a definição de metas ou alvos de manejo de pasto que maximizam a velocidade de ingestão de forragem. Entretanto, estudos dessa natureza são escassos com leguminosas tropicais. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura do dossel forrageiro e a taxa de consumo de forragem em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo. O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de fevereiro a novembro de 2013. Os tratamentos corresponderam a quatro intensidades de pastejo representadas pelas alturas de 5, 10, 15 e 20 cm, e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 200 m²) segundo delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: distribuição vertical dos componentes morfológicos da massa de forragem dos pastos, massa e densidade volumétrica da forragem, composição morfológica de amostras de simulação de pastejo, taxa de bocados, massa do bocado e taxa de consumo. A estrutura do dossel influenciou a massa do bocado, a taxa de bocados e a taxa de consumo, assim como reportado na literatura para gramíneas forrageiras. No outono e na primavera as respostas foram semelhantes, com diminuição da taxa de bocados e aumento da massa do bocado com o aumento da altura de manejo, sem diferenças em massa do bocado entre as alturas de 15 e 20 cm. A taxa de consumo apresentou o mesmo padrão de resposta descrito para massa do bocado, aumentando com o incremento em altura dos pastos, porém sem diferença entre as alturas de manejo de 15 e 20 cm. No inverno a taxa de bocados seguiu o mesmo padrão do outono e da primavera, porém houve maior presença de invasoras e menor altura efetiva de manejo para os tratamentos de 15 e 20 cm, fato que resultou em menor massa de bocado para esses tratamentos. O fato resultou em taxa de consumo estável para as alturas de manejo nessa época do ano. A massa do bocado foi a variável mais sensível às variações em estrutura do dossel forrageiro, tendo sido determinante das taxas de consumo mensuradas. Maior taxa de consumo de forragem em pastos de amendoim forrageiro sob lotação contínua é obtida com alturas de manejo entre 15 e 20 cm.

Palavras-chave: Taxa de consumo; Estrutura do pasto; Amendoim forrageiro; Lotação contínua

ABSTRACT

Sward structure and rate of herbage intake in forage peanut (*Arachis pinto* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) subjected to intensities of grazing

The introduction of forage legumes in pastures favours sustainable animal production because of the biological fixation of atmospheric nitrogen and high nutritive value of the produced herbage. Knowledge about sward structure is essential for adequate management of pastoral systems, since it is determinant of plant and animal responses. Previous studies with tropical forage grasses highlighted the importance and the potential of sward height as an efficient management guide to explain variations in the ingestive behaviour of grazing animals, allowing the definition of sward targets that maximise the rate of herbage intake. However, for tropical forage legumes similar studies are scarce. Against that background, the objective of this study was to evaluate the sward structure and the rate of herbage intake in forage peanut (*Arachis pinto* cv. Belmonte) subjected to intensities of grazing. The experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, from February to November 2013. Treatments corresponded to four grazing intensities represented by the sward heights of 5, 10, 15 and 20 cm, and were allocated to experimental units (200 m² paddocks) according to a randomised complete block design, with four replications. The following response-variables were evaluated: vertical distribution of morphological components in the sward herbage mass, herbage mass and bulk density, morphological composition in samples of simulated grazing, bite rate, bite mass and intake rate. The sward structure interfered with bite mass, bite rate and intake rate as reported in literature for forage grasses. During autumn and spring, pattern of responses were similar, with reduction in bite rate and increase in bite mass with increasing sward management height, with no difference in bite mass recorded between the 15 and 20 cm targets. The rate of herbage intake showed the same pattern of response described for bite mass, increasing with increasing sward management height, with no difference between the 15 and 20 cm targets. During winter, bite rate followed the same pattern of variation described for autumn and spring, but there was a larger percentage of weeds and lower sward heights than the 15 and 20 cm targets, resulting in smaller bite mass under those conditions. Consequently, there was no difference in intake rate among treatments at that time of the year. Bite mass was the response-variable most sensible to variations in sward structure, being determinant of the rate of herbage intake. Higher rates of herbage intake in continuously stocked forage peanut swards is obtained with management heights between 15 and 20 cm.

Keywords: Rate of intake; Sward structure; Forage peanut; Continuous stocking

1 INTRODUÇÃO

O modelo de produção agropecuária vem passando por mudanças devido à necessidade de aumentos na produção de alimentos para atender a humanidade e, ao mesmo tempo, assegurar conservação ambiental e sustentabilidade do ecossistema. Nesse sentido a pecuária nacional, predominantemente baseada no uso de pastagens, representa alternativa interessante, pois caracteriza-se pelo baixo custo de produção e propicia condições de conforto animal e segurança alimentar relativamente a sistemas baseados na produção de animais em regime de confinamento total. Nesse contexto, o uso de leguminosas em pastagens tem sido considerado alternativa importante para redução de problemas ambientais, uma vez que propicia condições de fixação biológica de nitrogênio atmosférico e resulta em produção de forragem de elevado valor nutritivo, favorecendo a produção animal com pequeno risco e impacto ambiental. Dentre as leguminosas tropicais, o amendoim forrageiro tem-se destacado como planta promissora, com o mérito de associar produtividade, qualidade nutricional e persistência, características raramente encontradas juntas em leguminosas tropicais (LASCANO, 1994).

A principal função das leguminosas nos pastos é o aumento no aporte de nitrogênio no solo, que ocorre de forma direta pela fixação biológica de nitrogênio ou indireta pela decomposição de raízes e tecidos vegetais (TOTHILL, 1986). Adicionalmente, tem-se a melhoria potencial da dieta animal pelo elevado valor nutritivo da forragem produzida (LASCANO, 1994). Entretanto, a principal limitação do uso de leguminosas se deve a baixa persistência no pasto, consequência da escassez de conhecimento relacionado com o crescimento, desenvolvimento e vias de perenização dessas plantas, assim como de aspectos relacionados com sua utilização pelos animais em pastejo, fato que dificulta o estabelecimento de metas de manejo adequadas.

A compreensão do processo de produção animal em pastos envolve necessariamente o conhecimento da estrutura do pasto e suas implicações sobre as estratégias de crescimento e desenvolvimento das plantas e de alimentação dos animais, uma vez que influenciam as respostas desses dois componentes biológicos do sistema (HODGSON, 1985). A estrutura do pasto é a principal determinante da produção animal em pastagens, com implicações potenciais sobre a facilidade de colheita e consumo de forragem pelos animais em pastejo (DA SILVA; CARVALHO,

2005), fato determinante da ingestão de nutrientes e desempenho animal. Nesse sentido, a estrutura do pasto pode ser descrita pelas variáveis altura, massa de forragem e densidade volumétrica dentre outros (CARVALHO et al., 2001).

No Brasil, a maioria dos estudos científicos que demonstram a influência das características estruturais do dossel forrageiro sobre o comportamento ingestivo de animais em pastejo tem sido realizada com gramíneas forrageiras (ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; DIFANTE, 2005; TRINDADE et al., 2007; SOUZA JR, 2011; FONSECA et al., 2012; FONSECA et al., 2013; GEREMIA, 2013). Os resultados têm demonstrado que metas ou alvos de manejo caracterizados por meio da altura do pasto são bastante consistentes e eficientes para modular e explicar respostas de plantas e animais. Esse tipo de influência é bem descrito e conhecido para gramíneas forrageiras, mas praticamente inexistente para leguminosas tropicais, indicando a necessidade de estudos análogos para esse importante grupo de plantas se o seu potencial como alternativa ecologicamente viável é para ser realizado e aproveitado no planejamento e idealização de futuros sistemas pastoris de produção animal.

Com base no exposto, formulou-se a hipótese de que o mesmo padrão de variação em variáveis do comportamento ingestivo descrito para gramíneas forrageiras em função de variações em estrutura do dossel se aplica para o amendoim forrageiro em cultivo isolado. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura do dossel forrageiro e descrever aspectos determinantes da taxa de consumo de forragem em amendoim forrageiro (*Arachis pinto* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uso de leguminosas em pastagens

A agricultura passou por um período marcante na segunda metade do século vinte conhecido como Revolução Verde. Esse período foi marcado pelo impulso na produção de alimentos graças aos benefícios da tecnologia acompanhado por práticas de manejo, com intensificação dos sistemas de produção agropecuários. Naquele momento havia necessidade de aumento imediato da produção de alimentos para atender a humanidade e, para atingir tais objetivos, se tornou necessária a utilização de grande número de técnicas e tecnologias assim como uso intenso de fertilizantes não orgânicos. Apesar de importante para o momento histórico, esse conceito de produção de alimentos trouxe sérias consequências para a agricultura no que se refere à conservação do meio ambiente. A conscientização da sociedade sobre o problema foi proporcionando uma nova visão dos modelos de produção, pressionando os diferentes componentes da cadeia agropecuária a procurar uma nova fórmula de produção caracterizada pela sustentabilidade dos ecossistemas, conforto animal e segurança alimentar. Conway e Toenniessen (1999) relataram que os ganhos em produção de alimentos gerados pelo modelo de produção do passado atingiram o teto, enquanto que a população mundial continua a aumentar, fato que sugere a necessidade de uma segunda Revolução Verde baseada em reflexões sobre os sucessos e os erros da primeira. Esse novo modelo proposto seria mais produtivo e “verde” em termos de conservação dos recursos naturais e do meio ambiente, com abordagens mais ecológicas e multidisciplinares, visando uma agricultura sustentável e com maior participação dos agricultores e de pesquisadores. Nesse contexto, as palavras-chave para o futuro da produção de alimentos seriam quantidade e qualidade dos alimentos e segurança alimentar (HUBERT et al., 2010).

A pecuária no Brasil é principalmente realizada em pastagens, caracterizada pelo baixo custo de produção e pela possibilidade de poder ser realizada de forma sustentável e ecologicamente correta, uma vez que os componentes desse sistema envolvem o manejo de fatores que incluem as relações solo-planta-animal. Nesse contexto, o uso de leguminosas em pastagens tem sido considerado alternativa interessante para redução de problemas ambientais, uma vez que essas plantas possuem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e

produzir forragem de qualidade. Quantidades excessivas de fertilizantes nitrogenados não orgânicos podem provocar lixiviação de nitrato (poluente de recursos hídricos), emissão de gases promotores do efeito estufa, e esgotamento de recursos não renováveis, além de aumentos no custo de produção (ROCHON et al., 2004).

A fixação biológica de nitrogênio é realizada por microrganismos que, em associação simbiótica com outras plantas, obtém energia direta (no caso de cianobactérias) ou indiretamente pela assimilação de carboidratos produzidos pelos organismos fotossintetizantes (como exsudatos de raízes e vegetação em decomposição) (SYLVESTER-BRADLEY et al., 1988). A simbiose consiste na cessão de carboidratos das plantas para os microrganismos, fonte da energia necessária para a fixação do nitrogênio atmosférico realizada por meio da transformação do N_2 em NH_3 , forma passível de utilização pelas plantas. Os rizóbios invadem as raízes de plantas leguminosas compatíveis levando ao desenvolvimento de estruturas especializadas, denominadas nódulos, onde as bactérias se diferenciam em bacteróides e catalisam a redução de N_2 em amônia utilizando o complexo enzima nitrogenase, processo habitualmente referido como "fixação biológica de nitrogênio" (FBN) (FERGUSON et al., 2010).

A redução da aplicação de fertilizantes nitrogenados não orgânicos em pastos consorciados com leguminosas permite maior eficiência de uso do nitrogênio pelo sistema, com implicações importantes sobre a redução da emissão de gases poluentes e eutrofização de recursos hídricos por meio da lixiviação de nitrato, além de reduzir os custos de produção. A maior eficiência de uso do nitrogênio é resultado da menor competição pelo nitrogênio do solo e, em segundo lugar, da transferência de nitrogênio entre plantas (TEMPERTON et al., 2007). O fertilizante não orgânico é produzido com uso de fontes não renováveis, dependente do mercado internacional, e com grande potencial de prejuízos ao ambiente como emissões de gases de efeito estufa e lixiviação de nitrogênio (BOHLOOL et al., 1992; JARVIS et al., 1996). Existem basicamente três razões pelas quais as emissões de N_2O são potencialmente menores em pastos com leguminosas: (i) o nitrogênio que é fixado pela FBN não está disponível no solo em uma forma reativa; (ii) a FBN é regulada de acordo com o crescimento da planta; e (iii) em pastos consorciados ocorre transferência de nitrogênio da leguminosa para a gramínea por

meio da mineralização da matéria orgânica, otimizando a utilização de nitrogênio no sistema (LÜSCHER et al., 2013).

Uma importante característica das leguminosas forrageiras está relacionada com seu conteúdo de compostos secundários, principalmente taninos condensados. Taninos são polímeros fenólicos solúveis em água que têm capacidade para formar complexos com proteínas, principalmente devido à presença de um grande número de grupos hidroxilo fenólicos (PATRA; SAXENA, 2011). Quando presentes em baixas concentrações (2 a 4%) trazem benefícios importantes para o metabolismo animal, enquanto que em altas concentrações (acima de 6%) podem trazer sérios prejuízos (NAYDENOVA et al., 2013). O complexo formado pelos taninos reduz a degradação da proteína no rúmen por meio da inibição do crescimento e da atividade das populações de bactérias proteolíticas. Quando ruminantes são alimentados com dietas de alta concentração de N, a maioria das proteínas torna-se rapidamente solúvel, resultando em excedentes de amônia que são absorvidos a partir do rúmen e excretados na urina (PATRA; SAXENA, 2011). Assim, níveis moderados de taninos possibilitam uma redução da degradação proteica no rúmen e aumento do fluxo de aminoácidos essenciais para o intestino delgado, favorecendo sua absorção via corrente sanguínea. O fato aumenta a eficiência de utilização do nitrogênio e favorece a prevenção da ocorrência de timpanismo, problema comum do uso de leguminosas na alimentação de bovinos, por meio da precipitação de frações de proteínas solúveis relacionadas com esse fenômeno.

O valor alimentar ou qualidade do alimento é influenciado tanto pelo consumo voluntário como pelo valor nutritivo da forragem consumida. O elevado valor de digestibilidade das leguminosas se deve à rápida taxa de degradação das partículas em função da menor relação comprimento/largura das fibras (MINSON, 1990) que, associado ao elevado teor de proteína bruta e proteção da proteína, permitem maior ingestão de forragem e de nutrientes (PENNING et al., 1995). Fraser et al. (2004) compararam o desempenho animal de cordeiros em pastos de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), alfafa (*Medicago sativa* L.) e azevém perene (*Lolium perene* L.). O consumo em pastos de trevo vermelho e alfafa foi significativamente mais elevado que em pastos de azevém perene (2,06; 1,72; e 1,16 kg MS d⁻¹, respectivamente), resultando em maior número de cordeiros abatidos.

A utilização de leguminosas em pastagens constitui, dessa forma, alternativa promissora para construção de sistemas de produção mais sustentáveis, biologicamente eficientes e competitivos. No entanto, a grande maioria das leguminosas tem seu centro de origem nas Américas Central e do Sul, locais onde os principais predadores eram insetos e não grandes herbívoros, como foi o caso das gramíneas forrageiras nas grandes estepes e savanas africanas (DA SILVA, 2013). Por essa razão, são plantas que não têm o nível de adaptação e resistência ao pastejo das gramíneas forrageiras tropicais, fato que se torna mais agravado pela diferença fisiológica entre as vias de fixação de CO₂ atmosférico (leguminosas são C3 e gramíneas C4), e justifica a grande dificuldade e baixa utilização das leguminosas em consórcio com as gramíneas tropicais. A combinação de plantas com diferenças tão grandes dos pontos de vista morfológico, fisiológico e de histórico de co-evolução com grandes herbívoros só será possível se houver conhecimento sobre suas estratégias de crescimento, perenização e consumo pelos animais.

2.2 O *Arachis pinto* cv Belmonte

A introdução de novas plantas forrageiras no Brasil teve um avanço significativo em meados da década de 1980, principalmente por meio da introdução de plantas dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Andropogon*, *Stylosanthes*, *Arachis* e *Leucaena* que, associado aos conceitos de ecofisiologia de plantas forrageiras introduzidos no final da década de 1990, foram fundamentais para a melhoria do sistema de produção animal em pastagens, uma vez que o conhecimento dos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas propiciou o planejamento e idealização de práticas de manejo adequadas (EUCLIDES et al., 2010).

Nesse cenário, as leguminosas forrageiras vêm ganhando espaço nos ecossistemas de pastagens, sendo que, dentre elas, o *Arachis pinto* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte (amendoim forrageiro) tem se destacado nas regiões tropicais por apresentar aptidão para consorciação, elevado valor nutritivo, persistência e tolerância ao sombreamento (BARCELLOS et al., 2008). O *Arachis pinto* é exclusivo do Brasil. Pertence à família Leguminosae, composta por plantas caracterizadas como herbáceas e perenes (RAMOS et al., 2010), existindo mais de 150 acessos catalogados (PAGANELA, 2001). O cultivar Belmonte tem sua origem na Bahia, foi

lançado em 1999, e foi o primeiro cultivar de *Arachis pinto* lançado para propagação vegetativa (PAGANELA; VALLS, 2002). O cultivar Belmonte tem hábito de crescimento estolonífero e é facilmente distinguível dos demais cultivares, pois apresenta maior relação comprimento/largura de folíolos (1,91 a 2,17) além de propagação vegetativa (PAGANELLA; VALLS, 2002). É uma planta adaptada a condições de clima tropical e subtropical, sendo cultivada em latitudes que variam de 0 a 30° e altitudes que variam de 0 a 2000 m, com precipitações pluviométricas bem distribuídas (maior que 1500 mm), e período seco não superior a quatro meses (RAMOS et al., 2010). Possui exigência mediana de fertilidade do solo, flexibilidade de manejo, e alto valor nutritivo e aceitabilidade pelos animais (BARCELLOS et al., 2008).

Algumas das características mais desejadas em leguminosas são velocidade de estabelecimento, persistência e produção de matéria seca. Em condições de pastejo, a persistência das leguminosas é tida como mais importante do que a produção de forragem, sendo uma característica complexa, pois muitas vezes está correlacionada negativamente com outras características importantes (HERRMANN et al., 2008). A persistência da leguminosa está relacionada com estratégias de crescimento adotadas, proteção dos pontos de crescimento ou meristemas apicais contra decapitação pelo pastejo, assim como a capacidade de exploração do ambiente, sendo esta uma característica essencial em pastos consorciados. A persistência do *Arachis pinto* cv Belmonte é favorecida por atributos como: (i) hábito de crescimento prostrado e estolonífero, que permite o porte baixo com emissões de pontos de crescimento e ao mesmo tempo proteção contra o pastejo; (ii) ciclo de vida prolongado; e (iii) tolerância ao sombreamento (ANDRADE et al., 2006).

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de avaliar o efeito do sombreamento sobre a persistência do *Arachis pinto*, e os resultados revelaram que a planta é tolerante a níveis de sombreamento de até 50% (ANDRADE et al., 2004; BARRO et al., 2012; GOBBI et al., 2009), sendo, por essa razão, uma planta promissora para utilização em consórcio. Andrade et al. (2004) avaliaram o efeito de níveis de sombreamento artificial (0, 30, 50 e 70%) sobre as taxas de acúmulo de forragem de quatro gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* cv. Quicuí-da-Amazônia, *Panicum maximum* cv. Massai e *Paspalum notatum* cv. Pensacola) e três leguminosas forrageiras (*Arachis pinto* cv. Belmonte, *A. pinto*

BRA-031143 e *Pueraria phaseoloides*). No período chuvoso, o *Arachis pinto* cv. Belmonte foi a leguminosa mais produtiva em todos os níveis de sombreamento, exceto para o nível de 70% de sombra. Nesse trabalho, o *Arachis pinto* cv. Belmonte demonstrou maior capacidade produtiva e tolerância ao sombreamento que as demais leguminosas.

A adubação nitrogenada em doses elevadas inibe a fixação biológica de nitrogênio, principalmente em pastos estabelecidos. No entanto, na fase de estabelecimento, como os nódulos ainda não estão formados, a fixação biológica de nitrogênio é mínima, e a fertilização nitrogenada contribui para acelerar o estabelecimento e o crescimento das plantas e aumentar a produção de forragem (SALES et al., 2012, 2013). Em experimento com *Arachis pinto* cv. Belmonte, Sales et al. (2012) avaliaram a produção e as características estruturais em um fatorial com duas idades (70 e 85 dias após o plantio) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A aplicação de nitrogênio reduziu o filocrono (de 6,7 para 4,6 dias folha⁻¹) e resultou em maior comprimento e densidade de estolões, com valores máximos sendo obtidos com uma dose equivalente a 78 – 86 kg ha⁻¹ de N. Aos 85 dias os valores foram maiores que aos 70 dias em função da maior contribuição fotossintética propiciada pelo maior tempo de crescimento. Portanto, o nitrogênio pode ser uma ferramenta importante para acelerar o estabelecimento de pastos de *Arachis pinto* cv. Belmonte.

O amendoim forrageiro se destaca também como opção para cobertura e proteção do solo devido à sua habilidade de crescer sob condições de sombra e enraizamento dos estolões, protegendo o solo dos efeitos erosivos das chuvas (STEINWANDTER, 2009). Nesse sentido, Assis et al. (2008) avaliaram 21 genótipos de amendoim forrageiro, incluindo três cultivares (Amarillo, Alqueire 1 e Belmonte), quanto a aspectos de cobertura de solo e produção de forragem. A produção de matéria seca variou de 1.609 a 4.132 kg ha⁻¹, sendo que os genótipos que mais se destacaram foram Belmonte, Amarillo, BRA 040550, BRA 039187, Alqueire 1, BRA 039799 e BRA 035033.

Quando se utiliza leguminosas para alimentação de bovinos é importante ter conhecimento sobre o teor e o tipo de taninos existentes, uma vez que esses compostos influenciam a eficiência de uso do nitrogênio, o consumo de forragem e a ingestão de nutrientes por complexar proteínas com prejuízo potencial para o desempenho animal quando em concentrações elevadas. Nesse sentido,

Paulino et al. (2012) avaliaram o efeito de idades de crescimento (64, 82, 112 e 142 dias) sobre a composição do amendoim forrageiro (*Arachis pinto* cv. Belmonte). Os valores de taninos totais e taninos condensados foram 20,2 e 15,8 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente, valores considerados dentro dos limites aceitáveis para fatores antinutricionais pelos autores.

O consórcio de *Arachis pinto* cv. Belmonte com gramíneas forrageiras tem proporcionado ganhos em produtividade (ANDRADE et al., 2012; SILVA, 2008) e em rentabilidade (OLIVEIRA, 2007). Ferreira et al. (2012) avaliaram o valor nutritivo de dez genótipos (31135, 30333, 15121, 31828, 15598, 31534, 13251 e 31496) e dois cultivares de amendoim forrageiro (Belmonte e Amarillo). Nesse trabalho, o Belmonte se mostrou superior ao Amarillo, tendo apresentado 16,2% de MS, 23,5% de PB, 53% de FDN e 51,3% de digestibilidade, destacando-se como alternativa promissora para a utilização na alimentação de ruminantes. Silva (2008) avaliou o efeito da altura do pasto (10, 20, 30 e 40 cm) sobre a produção de forragem e características do dossel forrageiro sob condições de lotação contínua após a introdução de *Arachis pinto* cv. Belmonte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv Marandu. As médias das alturas de manejo efetivamente obtidas foram de 10, 20, 25 e 32 cm. Observou-se maior taxa de lotação nas menores alturas, justificando o maior ganho de peso por hectare obtido. A altura do pasto interferiu no desempenho animal e nas características estruturais do dossel forrageiro. No entanto, esse mesmo autor relatou que são necessários mais estudos buscando as respostas nas diferentes estações do ano assim como o comportamento ingestivo dos animais em pastejo para melhor planejamento e uso dessa planta forrageira em pastagens.

Observa-se que o uso de leguminosas em pastagens é crescente, e que o *Arachis pinto* cv Belmonte é alternativa promissora de uso. Contudo, para que se possa estabelecer metas de manejo adequadas, que assegurem persistência e elevado valor alimentar, é necessário que se compreenda os fatores envolvidos no processo de produção animal em pasto. Nesse sentido, é necessário compreender as estratégias de crescimento das plantas assim como as de alimentação dos animais em pastejo, buscando a utilização adequada e ajustes no manejo com embasamento científico nos fatores planta e animal.

2.3 A formação da estrutura do pasto como resultado da adaptação de plantas forrageiras e sua importância para o manejo do pastejo

Ecossistemas de pastagens são complexos, pois envolvem fatores de clima, solo, planta e animal, de modo que o estudo nesse ambiente deve ser abordado de forma sistêmica e multidisciplinar buscando compreender as interações entre seus componentes. Em virtude da expressividade desses sistemas no território nacional e reconhecimento da potencialidade desse setor frente às questões ambientais, é fundamental o uso de estratégias de manejo que resultem em equilíbrio harmônico entre os componentes envolvidos e a sustentabilidade do ecossistema.

A produção animal em pasto é resultado do processo de transferência da energia luminosa captada pelas plantas através do processo de fotossíntese para o produto animal, caracterizando um processo em três etapas: crescimento, utilização e conversão (HODGSON, 1990). Em pastagens, a produção de forragem ocorre de forma integrada como consequência da renovação de tecidos das plantas e do processo de competição intra e interespecífica entre plantas. Nesse contexto, os fatores abióticos (luz, temperatura, água etc.) e bióticos (principalmente os herbívoros) atuam determinando as estratégias de sobrevivência e adaptação das plantas ao ambiente e ao manejo, assim como os níveis de produção animal passíveis de serem obtidos. Portanto, para que ocorra equilíbrio harmônico entre produção de forragem e desempenho animal é necessário estabelecer um regime de utilização do pasto que permita fornecimento de forragem em quantidade e qualidade, maximizando o consumo de forragem pelos animais em pastejo e favorecendo seu desempenho, ao mesmo tempo em que área foliar suficiente seja capaz de assegurar persistência, crescimento e produtividade da planta forrageira. Nesse sentido, é necessário conhecer os limites de uso das plantas e suas interações com os demais componentes do ecossistema e buscar o uso racional dos recursos envolvidos como forma de otimizar o processo de produção animal em pasto (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007).

Sob pastejo rotativo ou sob lotação contínua, o IAF dos pastos aumenta à medida que se aumenta a abundância de forragem. O aumento em IAF ocorre segundo taxas decrescentes, de modo que se atinge um platô e a partir desse momento ocorre redução do acúmulo líquido de folhas devido a perdas por

senescência e acúmulo excessivo de colmos e de material morto, consequência, principalmente, das condições limitantes de quantidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro (DA SILVA; PEDREIRA, 1997). Durante esse processo, as folhas localizadas nos estratos inferiores são sombreadas e, uma vez que a competição por luz é estabelecida (ROBSON, 1981), ocorre aumento do alongamento de colmos como forma de expor as folhas novas na parte superior do dossel e otimizar a capacidade fotossintética do pasto (DA SILVA et al., 2009). Trata-se, portanto, de um equilíbrio determinado pela disponibilidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro, sendo que os demais fatores (como água, temperatura e nutrientes) agem como moduladores da velocidade com que esses processos ocorrem (DA SILVA et al., 2008). O conjunto de adaptações das plantas ao ambiente que permitem alterações progressivas e reversíveis nas características morfogênicas é denominado plasticidade fenotípica (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), e é fundamental para o sucesso da produção de forragem, além de ser determinante da persistência, resistência ao pastejo, eficiência fotossintética do dossel etc..

Desde que todos os fatores de crescimento estejam disponíveis para o crescimento vegetal, a luz corresponde ao principal fator determinante das respostas das plantas às estratégias de desfolhação empregadas. A radiação fotossinteticamente ativa compreende a fração da luz incidente com comprimento de onda entre 400 e 700 nm que, associada ao fotoperíodo e à composição espectral (relação vermelho:vermelho distante), estão envolvidos na regulação de importantes processos fisiológicos das plantas como florescimento e morfogênese (LAMBERS et al., 2008). Num dossel forrageiro, a composição espectral da luz varia significativamente do topo para a base devido à absorção seletiva das frações azul e vermelho da luz incidente pelas folhas, fazendo com que ocorra diminuição da relação vermelho:vermelho distante nos estratos inferiores do dossel forrageiro (LAMBERS et al., 2008). Variações em quantidade (ANDRADE; VALENTIM, 1999; GOBBI et al., 2009; FERREIRA et al., 2008) e qualidade (GAUTIER et al., 1997; GAUTIER et al., 2001) de luz induzem adaptações morfológicas e histológicas (COOPER; QUALLS, 1967; LAMBERS, 2008) das plantas resultando em modificações na estrutura do pasto. Em trevo branco, a disponibilidade de luz possui influência significativa sobre o crescimento e alterações morfológicas das plantas (GAUTIER et al., 1997). A plasticidade no crescimento dos pecíolos consiste em uma das principais adaptações morfológicas. Variações no comprimento e no ângulo

dos pecíolos em relação ao plano horizontal favorecem o posicionamento das folhas em um ambiente com maior disponibilidade de luz (GAUTIER et al., 1997) e estimulam o desenvolvimento de ramificações (SOLANGAARACHCHI; HARPER 1987; RAKOCEVIC et al., 2000). Para alfafa, a emissão de ramificações e o número de brotações por planta são os componentes com maior impacto sobre a área foliar dos pastos em condições de variação na disponibilidade de luz (BALDISSERA et al., 2014).

Ao avaliar o processo de colonização espacial de trevo branco, Christophe et al. (2003) utilizaram uma metodologia de avaliação da arquitetura tridimensional das plantas em casa de vegetação e determinaram a cinética de ocupação espacial dos nós e pontas dos pecíolos em estágios de desenvolvimento. O trevo branco possui hábito de crescimento prostrado, os estolões são plagiotrópicos¹ e os pecíolos ortotrópicos². Os estolões apresentam nós que dão origem a novos ramos e/ou pecíolos que determinam a posição das lâminas foliares responsáveis pela interceptação luminosa. Essa estrutura complexa resulta em diferentes direções de colonização espacial. Os autores caracterizaram o processo de colonização do trevo branco em duas fases: (i) uma fase de colonização horizontal rápida envolvendo os pecíolos, onde se observa a inclinação do pecíolo como estratégia fundamental para a ocupação do espaço e desenvolvimento da planta e, posteriormente, (ii) uma fase em que a taxa de colonização horizontal é mais lenta e constante, envolvendo entrenós e pecíolos. Na fase inicial, o raio de dispersão vertical dos nós foi de 5 mm, enquanto que o das pontas dos pecíolos foi de 18 mm, evidenciando a importância do componente pecíolo para a colonização tanto vertical como horizontal do pasto. Durante a segunda fase, os pecíolos e os entrenós apresentaram contribuição semelhante, uma vez que a eficiência de colonização dos pecíolos foi reduzida, consequência de sua disposição predominantemente vertical e tendência de produzir pecíolos menores, características que limitam o aumento da área explorada pela planta.

Em trabalho realizado com *Arachis pinto* cv. Belmonte, com hábito de crescimento semelhante ao trevo branco, Silva et al. (2012) avaliaram a morfometria em estágios de desenvolvimento representados por alturas do dossel forrageiro (5, 10, 20, 30 e 40 cm). A partir de 10 cm o crescimento dos estolões ocorreu por meio

¹ A tendência para crescer em um ângulo oblíquo ou horizontal.

² Que tende a crescer ou se formar ao longo de um eixo vertical.

do alongamento dos entrenós, e as adaptações morfogênicas possibilitaram valores estáveis do número de folhas por estolão e relação folha/estolão, embora tenha sido verificado aumento do acúmulo de forragem com maiores alturas de pasto. Valentim et al. (2003), em trabalho com *Arachis pintoii* cv. Belmonte, também relataram que o crescimento lateral dos estolões havia sido fundamental para a velocidade de estabelecimento das plantas, uma vez que esteve relacionado com sua capacidade de colonização da área.

Como resultado das adaptações morfogênicas, tem-se a distribuição e o arranjo dos componentes morfológicos da parte aérea das plantas no dossel forrageiro (estrutura do pasto) (LACA; LEMAIRE, 2000). Do ponto de vista da planta forrageira, a estrutura do pasto possui alta correlação com IAF, altura, interceptação luminosa e distribuição vertical dos componentes morfológicos na massa de forragem. Do ponto de vista do animal, a estrutura do pasto possui alta correlação com a massa de forragem, facilidade de apreensão e colheita, padrões de deslocamento e seletividade. Dessa forma a estrutura do pasto é uma característica central e determinante das respostas tanto de plantas como de animais (DA SILVA; CARVALHO, 2005) e, por essa razão, possui elevado potencial para uso como referência para o estabelecimento de práticas de manejo do pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2002).

2.4 O consumo de forragem por bovinos em pastejo: um enfoque reducionista

Os animais em pastejo realizam diferentes atividades (como pastejo, ruminação, descanso, atividades sociais etc.), sendo que o tempo gasto para cada uma depende de fatores como a estrutura do pasto, condições ambientais, necessidades nutricionais do animal e manejo do pastejo (COLEMAN et al., 1989). Os bovinos, em geral, apresentam de três a cinco eventos diários de pastejo realizados nas horas mais frescas do dia, ou seja, no início da manhã e no final da tarde e início da noite, sendo que o evento de pastejo noturno é mais longo e intenso e, portanto, mais significativo para a ingestão diária de forragem (GREGORINI, 2012). Os animais em pastejo modificam continuamente o padrão de comportamento ingestivo como forma de minimizar condições desfavoráveis de alimentação (ORR et al., 2004; PALHANO et al., 2006) e favorecer a ingestão de

nutrientes. Nesse contexto, o processo de produção animal pode ser considerado como tempo-dependente, de modo que a eficiência do manejo é reflexo da competição entre as diferentes atividades por tempo, fazendo com que ações de manejo que promovam a maximização da velocidade de ingestão de forragem sejam essenciais para o sucesso da produção animal em pasto (CARVALHO et al., 2001).

A ingestão de nutrientes é resultado da interação entre as variáveis tempo de pastejo (alimentação), taxa de bocados e massa do bocado (ALLDEN; WHITTAKER, 1970). Burlison et al. (1991) avaliaram o processo de ingestão obtendo o controle preciso das variáveis estruturais do dossel e dos animais utilizando micropastos com o objetivo de entender as causas das variações em massa do bocado. Foi demonstrado que a massa do bocado é o produto entre o volume do bocado e a densidade volumétrica de forragem no estrato pastejado, e que o volume do bocado, por sua vez, é dependente da profundidade e da área do bocado. Portanto, a ingestão diária de forragem pode ser influenciada por variações em quaisquer desses componentes. Essas variáveis atuam de forma compensatória entre si de forma a propiciar a maximização da velocidade de ingestão e o consumo de forragem, sendo que as variações em massa do bocado são os sinalizadores para ajustes primeiramente em taxa de bocados e, se necessário, em tempo de pastejo (HODGSON, 1990). Nesse sentido, o tempo de pastejo inclui a atividade de deslocamento, procura, seleção, manipulação e colheita de forragem, enquanto que o tempo de alimentação corresponde ao período efetivo de captura da forragem (GIBB et al., 1998). De forma geral, o tempo de pastejo é mais curto quando a massa do bocado é grande e aumenta à medida que a massa do bocado diminui (SARMENTO, 2003), embora a compensação possa não atingir níveis desejáveis.

O processo de ingestão de forragem tem sua origem na realização do bocado, ou seja, a ação ou ato de apreender e romper a forragem (GIBB, 1996), sendo considerado como a unidade básica de aquisição de alimento. Portanto, compreender a resposta dos animais nas menores escalas de aquisição de alimento é algo primordial para compreender como os animais respondem às características dos pastos e do ambiente pastoril à sua disposição que, por sua vez, é conhecimento essencial para o planejamento, ajuste e monitoramento do processo de pastejo.

A quantidade de forragem apreendida depende da profundidade com que o aparato bucal é introduzido no pasto e da densidade volumétrica da forragem

no estrato pastejado (GORDON; LASCANO, 1993). Portanto, o conhecimento das características estruturais do pasto, como densidade de forragem e altura, é fundamental para entender as variáveis que compõem a taxa de ingestão de curto prazo. De forma geral, a medida que aumenta a abundância de forragem no pasto, aumenta a taxa de ingestão até atingir-se uma assíntota, delimitada por alguma restrição da capacidade do animal em processar alimento ingerido (GORDON; ILLIUS, 1992).

A quantidade total de movimentos mandibulares tem se revelado constante para diferentes condições de pasto, sendo que o que acontece de fato são variações nas proporções de movimentos destinados à apreensão e manipulação da forragem (PENNING et al., 1991). Portanto, os tipos de movimentos mandibulares são vistos como atividades competitivas entre si. Em bovinos a distinção entre os movimentos mandibulares é de difícil percepção, uma vez que podem existir bocados compostos, onde movimentos mandibulares de manipulação e mastigação podem ocorrer concomitantemente, perfazendo até 90% do total de movimentos mandibulares em situações de elevada abundância de forragem (LACA et al., 1994). Como resposta clássica, em alturas menores de pasto, a frequência de bocados aumenta, uma vez que a quantidade de forragem é limitada e a elevação da taxa de bocados se torna um mecanismo de compensação para atender à necessidade diária de ingestão de forragem (HODGSON et al., 1997). Nesse caso ocorre diminuição do número de movimentos mandibulares destinados à manipulação, mantendo constante o número total de movimentos mandibulares realizados. Por outro lado, em situações de maiores alturas de pasto (maior abundância de forragem), diminui o número de movimentos mandibulares destinados à apreensão, mas aumenta o número de movimentos mandibulares de manipulação de forragem (FONSECA et al., 2013) em virtude de fatores que limitam a formação do bocado como comprimento das lâminas foliares e densidade da forragem no estrato superior do dossel dentre outros. Neste caso, apesar da elevada massa do bocado, há maior necessidade de manipulação e mastigação e, para isso, o número de movimentos mandibulares de apreensão deve ser reduzido (UNGAR, 1996). Fonseca et al. (2012) avaliaram a influência da altura do dossel (30, 40, 50, 60, 70 e 80 cm) sobre a taxa de ingestão de forragem de curto prazo em pastos de sorgo cv. BR 501. Os autores demonstraram que a taxa de ingestão foi reduzindo nas alturas do pasto superiores a 50 cm, e atribuíram essa característica à maior proporção de colmos e menor

densidade de forragem dos estratos superiores. Portanto, como forma de se obter maior taxa de ingestão de forragem, a estrutura do pasto deve favorecer combinações de taxa de bocados e massa do bocado que otimizem a ingestão diária de forragem.

A área do bocado é algo complexo de mensurar, pois no caso de bovinos que utilizam a língua para a apreensão de forragem, esta área compreende a área projetada pelo aparato bucal juntamente com a área ampliada pela “varredura” da língua no ato do pastejo (SOLLENBERGER; BURNS, 2001). Dessa forma, o animal altera a amplitude da área do bocado de acordo com o esforço cortante necessário para a apreensão de forragem e otimização para aquisição de alimento (FLORES et al., 1993). A amplitude da varredura da língua dos bovinos aumenta com a altura do pasto e diminui com a densidade da forragem (UNGAR, 1996; BENVENUTI et al., 2008), principalmente devido à maior proporção de colmos nos estratos inferiores do dossel, situação que resulta em menor massa do bocado (UNGAR et al., 2001). O animal usa a variação em área do bocado como forma de manter consistência no esforço necessário para desferir um bocado (HODGSON, 1985), embora ainda não haja uma relação clara entre alterações em área do bocado e as variações correspondentes em densidade volumétrica da forragem (LACA et al., 1992). Em trabalhos realizados com micropastos tem sido demonstrado que a área do bocado diminuiu linearmente com a densidade da forragem e aumenta quadraticamente com o aumento da altura do dossel forrageiro (LACA et al., 1992). No entanto, a profundidade do bocado apresenta respostas mais significativas a variações em altura e densidade de forragem que a área do bocado, sendo, por essa razão, a variável determinante do volume e da massa do bocado (UNGAR et al., 1991; LACA et al., 1992).

A profundidade do bocado corresponde à diferença entre a altura inicial e a altura residual medida após o pastejo (UNGAR, 1996). Diversos estudos com plantas forrageiras de clima tropical e temperado demonstraram a relação positiva e proporcional entre a profundidade do bocado e a altura do pasto, numa relação que varia de 0,35 a 0,50 (LACA et al., 1992; CANGIANO et al., 2002; GONÇALVES et al., 2009; BURLISON et al., 1991). Essa proporcionalidade ocorre devido a alterações na densidade da forragem e na força de tensão dos componentes morfológicos das plantas nos estratos inferiores, características relacionadas com a facilidade de apreensão de forragem devido a impedimentos que limitam o aprofundamento do

bocado (COSGROVE, 1997; HODGSON, 1985). As características relacionadas com a apreensibilidade da forragem são inerentes às características estruturais do pasto como altura do dossel forrageiro, densidade volumétrica da forragem, teor de fibra, disposição vertical dos componentes morfológicos, presença de colmos e bainhas e teor de matéria seca (PRACHE; PEYRAUD, 1997). A seletividade pelo componente folha em detrimento do colmo se deve não apenas ao maior valor nutritivo das folhas, mas também à localização desse componente no perfil vertical do dossel forrageiro e sua maior facilidade de apreensão. Lâminas foliares são mais fáceis de serem ingeridas pelos animais em função de sua predominância no estrato superior do pasto e por serem removidas anteriormente aos componentes material morto e colmos, os quais predominam nos estratos inferiores (HODGSON et al., 1994). Além disso, os colmos apresentam limitações físicas que dificultam a ingestão pela maior dificuldade no rompimento da estrutura no ato do bocado (FLORES et al., 1993) e, por isso, requerem maior dispêndio de energia relativamente às folhas (GRIFFITHS et al., 2003; JACOBS et al., 2011). Flores et al. (1993) avaliaram a combinação de dois comprimentos de lâmina (5 e 8 cm) e duas alturas de pasto (8 e 16 cm) variando o tipo de componente morfológico posicionado imediatamente abaixo das folhas (pseudocolmo e colmo), em micropastos construídos manualmente. Os autores demonstraram que o colmo foi um fator de impedimento à profundidade e à área do bocado quando o comprimento da lâmina foliar foi inferior à metade da altura do pasto. Consequentemente, a massa do bocado foi reduzida nos micropastos preparados com colmos em relação àqueles com pseudocolmos, comprovando a importância dos componentes morfológicos das plantas e seu posicionamento nos estratos verticais do dossel e de pastejo dos animais como determinantes da massa do bocado. LACA et al. (1992) avaliaram uma combinação de quatro alturas (8, 15, 18 e 30 cm) e três densidades volumétricas de forragem (700, 1500 e 2700 g m⁻³) sobre variáveis do comportamento ingestivo em pastos de *dallisgrass* (*Paspalum dilatatum* L.). Relataram que a profundidade de bocado aumentou linearmente com a altura, e que a massa do bocado apresentou menor variação do que as dimensões do bocado, devido aos efeitos compensatórios entre área e profundidade de bocado, e densidade de forragem. Nesse trabalho, o principal fator determinante da taxa de ingestão de forragem foi a altura do pasto, que explicou aproximadamente 80% da variação em profundidade de pastejo sob diferentes combinações de alturas e densidades volumétricas de forragem. Griffiths

et al. (1997) avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos em *patches* de azevém perene (*Lolium perenne* L.) utilizando combinações de alturas do dossel (8,9 a 19,6 cm) e densidades volumétricas de forragem (1,33 a 1,67 mg MS cm⁻³). Os resultados demonstraram que o número de bocados e o tempo de residência foram influenciados pela altura do *patch*, porém os efeitos de densidade volumétrica da forragem foram limitados.

A densidade da forragem e o posicionamento das folhas no estrato superior do dossel também influenciam o consumo de forragem (BURLISON et al., 1991; GRIFFITHS et al., 1997; BRINK; SODER, 2011; SANDERSON et al., 2006). Brink e Soder (2011) avaliaram a influência da estrutura do pasto de quatro gramíneas de clima temperado sobre o consumo de forragem de bovinos manejados por oferta de forragem (11 kg animal⁻¹ d⁻¹). Foi observado que apesar das diferenças em altura dos pastos antes do pastejo (variação de 29 a 49 cm nas estações), na massa de forragem (1480 a 2540 kg MS ha⁻¹), e em fibra de detergente neutro (FDN) (713 a 843 g kg⁻¹ FDN), não houve diferenças em densidade volumétrica de folhas e em consumo de forragem entre as gramíneas durante quatro das seis estações avaliadas. A relação significativa ($P < 0,05$) encontrada entre consumo de forragem se deveu às densidades volumétricas de folhas (relação positiva) e de colmos (relação negativa), e que independente da espécie avaliada as respostas em taxa de consumo foram determinadas por modificações associadas no estrato superior do dossel. Stobbs (1973) também determinou que a massa do bocado é muito mais influenciada pelas mudanças que ocorrem no estrato superior do pasto que no pasto como um todo, evidenciando a importância da caracterização desse estrato para avaliações da taxa de ingestão de forragem. Como demonstrado por HODGSON et al. (1994), a composição da dieta é meramente resultado da composição do estrato superior do pasto, visto que o pastejo ocorre de forma indiscriminada em horizontes quando não há limitações à penetração do bocado, condição em que ocorre o que se chama de “seleção passiva”. Por isso a avaliação por meio da simulação de pastejo (método “*hand plucking*”) para determinação da proporção dos componentes morfológicos da forragem consumida pode ser considerada representativa e se assemelha à utilização da metodologia de animais fistulados no esôfago (WALLIS DE VRIES, 1995).

2.5 Implicações da heterogeneidade do pasto nas variáveis do processo de ingestão de forragem

No sistema de produção animal em pasto os animais se confrontam continuamente com uma diversificação de itens forrageiros em termos espaciais e temporais (CHAPMAN et al., 2007) e são capazes de identificar e selecionar itens forrageiros em nível de bocado e buscar por esses locais durante a atividade de pastejo (RUTTER, 2010; UNGAR et al., 2001; NAUJECK; HILL, 2003). A seleção dos locais de pastejo ocorre em diferentes escalas: (1) entre sítios de alimentação em um pasto, (2) entre espécies dentro de um sítio de alimentação e (3) entre componentes morfológicos de uma planta (BREMM, 2010). Sob lotação contínua, a heterogeneidade tanto em altura quanto em massa de forragem é uma característica intrínseca do método de pastejo, e apresenta impacto sobre a dinâmica de crescimento do pasto, sobre a seleção da dieta e sobre as estratégias de forrageamento dos animais. Estes selecionam forragem com valor nutritivo superior à média ofertada no pasto, promovendo a heterogeneidade da estrutura do dossel, uma vez que os locais de pastejo são visitados com maior frequência relativamente às demais áreas do pasto. O fato resulta em diferentes frequências de visitação entre áreas preferidas e não preferidas, favorecendo a ocorrência de *patches* com plantas em diferentes estádios de crescimento e altura. Nesse contexto, a lotação contínua não significa pastejo contínuo, mas sim uma sucessão de discretas desfolhações com frequências variáveis determinadas por alguns fatores relacionados com as escolhas e decisões tomadas pelos animais em nível de bocado (SCHWINNING; PARSONS, 1999). Normalmente, a seleção de locais para pastejo está relacionada com situações que favoreçam a maximização da taxa de ingestão de forragem, sendo normalmente caracterizadas por elevada densidade volumétrica de folhas no estrato superior e altura do dossel forrageiro (DITTRICH et al., 2007).

Além da seletividade animal, a distribuição de fezes e urina cria locais de rejeição e concentração de nutrientes onde ocorrem elevadas taxas de acúmulo de forragem relativamente às áreas não rejeitadas e de menor concentração de nutrientes (SANTOS et al., 2011). O fato, associado à menor frequência de desfolhação, faz com que essas regiões permaneçam com maior altura, caracterizando áreas de subpastejo e contribuindo para aumento da

heterogeneidade do pasto (SANTOS et al., 2012). A heterogeneidade é normalmente maior em pastos manejados mais altos (GIBB; RIDOUT, 1986), sendo a taxa de lotação ferramenta fundamental para manipular e controlar a variação da distribuição horizontal da massa de forragem (CHAPMAN et al., 2007). Quando os pastos são manejados mais baixos, as áreas rejeitadas surgem preferencialmente em função da rejeição por locais com presença de fezes e urina. Por outro lado, quando os pastos são manejados mais altos, além das áreas rejeitadas pela deposição de fezes e urina, as áreas inicialmente não pastejadas são rejeitadas pelos animais devido à preferência por forragem “nova”, proveniente da rebrotação de áreas recentemente pastejadas (CHAPMAN et al., 2007). Sob taxas de lotação elevadas, áreas “rejeitadas” correspondem a valores inferiores a 5% da área total, enquanto que sob baixas taxas de lotação esse valor é maior (GIBB, 1991).

Como resultado, cria-se um mosaico de estruturas ao longo da superfície horizontal do pasto moldado pela ação dos animais, sendo a forma como estão distribuídos os diferentes *patches* (organização e tamanhos) determinante dos padrões de deslocamento, de comportamento ingestivo e do potencial dos animais em exercer a seletividade para aquisição de alimento (CARVALHO et al., 2009; BAILEY et al., 1996; LACA et al., 2010). Segundo Carvalho et al. (2001), a estrutura horizontal do pasto é menos explorada nas pesquisas e merece atenção especial, uma vez que relaciona-se com diferentes escalas da interação planta-animal importantes na determinação da ingestão diária de nutrientes do desempenho animal.

A implicação da disposição espacial da heterogeneidade do pasto sobre o consumo de forragem são os custos inerentes às estratégias de forrageamento utilizadas pelos animais para a aquisição de forragem (EDOUARD et al., 2010). Quando a estrutura preferencial ao consumo apresenta quantidade ou massa de forragem limitada, os custos de forrageamento são altos (PARSON; DUMMONT, 2003). Drescher (2003) descreveu os tipos de respostas funcionais em função da abundância de forragem e seu efeito sobre o comportamento ingestivo de animais em pastejo. Segundo o autor, sob condições de elevada heterogeneidade do pasto, a necessidade de seleção de itens forrageiros pode ocasionar redução da taxa de consumo em pastos com elevada abundância (massa) de forragem por meio da redução da taxa de bocados e da massa do bocado. A menor massa do bocado ocorre devido à menor densidade de itens preferenciais, enquanto que a menor taxa

de bocados ocorre devido ao maior tempo necessário para procura e seleção de forragem. Contudo, quando a estrutura preferencial se encontra em abundância e acessível, os custos são baixos e o animal é capaz de consumir elevada quantidade de forragem com maior valor nutritivo que a média em oferta no pasto (CHAPMAN et al., 2007).

É importante ressaltar que em todos os trabalhos citados anteriormente onde foi avaliada a distribuição vertical dos componentes morfológicos da forragem, quando houve limitação na taxa de ingestão por meio da densidade volumétrica da forragem e/ou altura do pasto, o principal fator causal foi o colmo, por ser um limitador da ingestão e pela característica que este componente proporciona de alterar a densidade da forragem no estrato superior, em plantas que apresenta hábito de crescimento cespitoso (FLORES et al., 1993; JACOBS et al., 2011). Porém, esse componente morfológico da planta apresenta importância significativa para plantas tropicais, as quais apresentam maior heterogeneidade vertical em densidade, proporção dos componentes morfológicos e valor nutritivo (STOBBS, 1973; SOLLENBERGER; BURNS, 2001; HOLDERBAUM et al., 1992). Em pastos de clima temperado pequena diferença é observada entre a composição morfológica do estrato superior do dossel sobre a composição da dieta (ILLIUS et al., 1992; GONG et al., 1996), razão pela qual a massa do bocado é função da altura do pasto (SOLLENBERGER; BURNS, 2001).

Os entraves da produção animal em pastagens tropicais podem, em parte, serem eliminados ou amenizados com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização do pasto (BARBOSA et al., 2007). Muito se discute a respeito de quais variáveis seriam passíveis de controle para serem utilizadas na melhoria da eficiência e práticas de manejo empregadas. De acordo com Hodgson (1985), a utilização de variáveis arbitrárias tais como taxa de lotação e pressão de pastejo não podem ser consideradas como determinantes primários da produção de forragem ou do desempenho animal, uma vez que seus efeitos são mediados por características estruturais do dossel que determinam a estrutura do pasto. Assim, segundo Hodgson e Da Silva (2002), essas variáveis tornam-se, então, parte de uma estratégia de ação cujo objetivo é a manutenção do pasto em condições de estrutura do dossel tidas como ideal para determinado sistema de produção. Carvalho et al. (2007) relataram que a estrutura do dossel forrageiro não deve ser analisada simplesmente como uma descrição da característica de um pasto, mas sim ser

considerada como um atributo de manejo. Nesse sentido, diversas pesquisas com plantas forrageiras tropicais (ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; DIFANTE, 2005; TRINDADE et al., 2007; SOUZA JR, 2011; FONSECA et al., 2012; FONSECA et al., 2013; GEREMIA, 2013) relatam que metas de manejo determinadas pela altura do pasto são bastantes consistentes para determinação das respostas de plantas e de animais em estudos que compreendem a taxa de ingestão de forragem, pois permitem o entendimento das variações em estrutura do pasto assim como das respostas dos animais a essas variações. No entanto, estudos dessa natureza com leguminosas tropicais ainda são escassos. Diante da crescente participação das leguminosas nos ambientes pastoris, o conhecimento do comportamento ingestivo de animais em pastejo bem como da estrutura do pasto se torna essencial para otimizar o seu uso nas pastagens.

2.6 Hipótese

A intensidade de pastejo é determinante de limites de resistência da planta forrageira, resultado de alterações de forma e função que permitem à planta adaptar-se ao regime de utilização imposto. Essas alterações, além de modificarem os padrões de crescimento, produção de forragem e persistência, modificam também a estrutura do dossel forrageiro, com implicações sobre o comportamento ingestivo e o consumo de forragem. Esse tipo de influência é bem descrito e conhecido para gramíneas forrageiras, mas praticamente inexistente para leguminosas tropicais. A hipótese deste trabalho é que o mesmo padrão de variação em variáveis do comportamento ingestivo descrito para gramíneas forrageiras em função de variações em estrutura do dossel se aplica para o amendoim forrageiro em cultivo isolado. O conhecimento dessas respostas é essencial para a utilização dessa promissora planta forrageira em pastagens.

2.7 Objetivo

Caracterizar a estrutura do dossel forrageiro de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo determinadas pelas alturas de manejo de 5, 10, 15 e 20 cm mantidas constantes por meio de lotação contínua;

Avaliar a massa do bocado, a taxa de bocados e a taxa de consumo de forragem dos animais em pastejo;

Avaliar a composição morfológica de amostras de pastejo simulado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

A espécie estudada pertence à família Fabaceae Lindl. (= Leguminosae ou Papilionaceae), subfamília Faboideae (= Papilionoideae), tribo Aeschynomeneae e à subtribo Stylosanthinae (RAMOS et al., 2010). O *Arachis pintoii* cv. Belmonte foi lançado em 1999 por ter se destacado em avaliações agronômicas e sob pastejo realizadas pela CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) (PEREIRA, 2001), sendo a primeira cultivar da espécie lançada para propagação via vegetativa. É uma leguminosa tropical perene, com hábito de crescimento estolonífero rasteiro, folhas compostas por quatro folíolos dispostas de forma alternada ao longo dos estolões (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas aproximadas são de 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 554 m de altitude (Figura 1).

Figura 1 - Vista geral da área experimental

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 2006). Antes do estabelecimento do amendoim forrageiro foram realizadas amostragens para fins de determinação da fertilidade do solo em todas as unidades experimentais (Tabela 1). Devido aos valores satisfatórios de pH e dos teores de nutrientes em relação às exigências da espécie em estudo (CEPLAC, 2012), não foi realizada adubação do solo no momento do estabelecimento nem aplicação de fertilizantes ao longo do período experimental.

Tabela 1 – Características químicas da camada 0-20 cm do solo na área experimental

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³							%
5,85	41,0	77,0	16,3	87,5	50,0	0,0	26,5	146,3	172,8	84,0

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, com precipitação média anual de 1328 mm. Os dados climáticos da área experimental foram coletados em estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada cerca de 500 m do local do experimento (Figuras 2 e 3). Para evitar déficits hídricos, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão na área, acionado com base nos dados de precipitação, temperatura média e evapotranspiração. O valor de evapotranspiração diária utilizado para o cálculo foi de 3,5 mm, sendo que esses dados eram monitorados semanalmente, e sempre que houve chuva a precipitação era quantificada e descontado no cálculo da irrigação, de modo a garantir que não ocorresse estresse hídrico, seja por falta ou excesso de água.

Figura 2 – Precipitação (mm) e temperaturas mínimas e máximas (°C) durante o período experimental para a região de Piracicaba, SP (fevereiro a novembro de 2013)

Figura 3 – Extrato de balanço hídrico (mm) para a região de Piracicaba, SP, de janeiro a novembro de 2013

O pastejo das unidades experimentais foi realizado por novilhas leiteiras com peso corporal médio de 200 kg pertencentes ao rebanho do Departamento de Zootecnia da ESALQ. Estas foram utilizadas somente como agentes de desfolhação e de forma estratégica para manter as condições experimentais.

3.2 Métodos

O plantio do amendoim forrageiro foi realizado no dia 30 de novembro de 2011. As mudas de *Arachis pintoi* cv. Belmonte foram provenientes de doação da Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul, CEPLAC-ESSUL, localizada no município de Itabela, Bahia. A área experimental possui cerca de 4000 m². O solo foi preparado com grade aradora e sulcado no dia do plantio (sulcos espaçados de 40 cm e aproximadamente 7 cm de profundidade) utilizando implemento para cultivo mecânico de milho devidamente adaptado para o local. Em seguida, os estolões (aproximadamente 800 kg) foram distribuídos nos sulcos e enterrados, realizando-se leve compactação após a cobertura das mudas. Irrigação foi utilizada para favorecer o desenvolvimento inicial das mudas.

A área experimental era ocupada anteriormente por grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), sendo utilizada como área reserva para outros experimentos próximos. Para promover seu controle e permitir que o plantio pudesse ser realizado, foi efetuada aplicação de herbicida não seletivo de ação sistêmica à base de *glyphosate* i.a. na dose de 6 litros ha⁻¹ cerca de 15 dias antes do plantio.

Após o plantio, as espécies infestantes que causaram os maiores problemas ao estabelecimento das condições experimentais foram: caruru (*Amaranthus deflexus* L.), quicuo da amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick cv. BRS Tupi), grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), margaridinha (*Sphagneticola trilobata* L.), tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e trapoeraba (*Commelina communis* L.). O controle dessas espécies foi realizado por meio de arranquio manual, roçadas e uso de herbicida seletivo de ação sistêmica à base de *fluazifope-P-butílico* i.a. para as plantas pertencentes ao grupo das gramíneas. O controle de plantas daninhas não gramíneas foi realizado por meio de roçada em altura superior ao amendoim forrageiro a cada quinze dias. Após o estabelecimento, as roçadas passaram a ser realizadas a cada 28 dias, período correspondente ao intervalo de avaliação das atividades de outros projetos realizados de forma concomitante na

mesma área experimental. A principal planta daninha presente na área era *Sphagneticola trilobata*, comumente conhecida como vedélia, mal-me-quer ou picão-da-praia, principalmente durante o período do inverno.

Devido ao gradiente de declividade no terreno, o delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a quatro intensidades de pastejo representadas pelas alturas 5, 10, 15 e 20 cm, mantidas constantes por meio de simulação de lotação contínua, consequência do tamanho reduzido das unidades experimentais (piquetes de aproximadamente 200 m²). O *layout* da área experimental é apresentado na Figura 4 abaixo:

Figura 4 – Croqui da área experimental, onde T5 = altura de 5 cm; T10= altura de 10 cm; T15= altura de 15 cm e T20= altura de 20 cm

A partir do sorteio e alocação dos tratamentos às unidades experimentais em meados de outubro de 2012, foi iniciado o monitoramento das condições de altura do dossel forrageiro. Os animais começaram a ser colocados nos piquetes a partir de novembro de 2012, sendo o momento de entrada definido quando a meta de altura planejada era atingida. Em janeiro de 2013 todas as parcelas encontravam-se com as alturas planejadas e sendo pastejadas. Foi realizada uma série de experimentos na mesma área, sendo que para este estudo o período de avaliações

estendeu-se de maio a novembro de 2013. Dessa forma, as avaliações foram realizadas em três épocas do ano: outono (20/05 a 06/06), inverno (20/09 a 03/10) e primavera (14/11 a 22/11).

A altura do pasto foi monitorada durante todo o período experimental em intervalos de 3 e 4 dias (2 vezes por semana) durante o verão, outono e primavera e a cada 7 dias durante o inverno utilizando-se bastão medidor graduado em centímetros (*sward stick* – BARTHAM, 1985). Os piquetes foram divididos em nove quadrantes (pontos de amostragem) tendo sido tomadas três leituras por ponto de amostragem, ou seja, 27 por piquete. Entretanto, durante o teste de pastejo foram tomados 90 pontos para medida de altura do pasto. As alturas eram realizadas antes e após os testes de pastejo como forma de assegurar uma variação máxima não superior a 10% entre as alturas de início e final do teste. Caso os valores excedessem esse limite os dados coletados eram descartados e nova rotina de avaliações realizada. O procedimento visava assegurar que a estrutura do pasto não havia sido alterada durante o teste de pastejo, condição essencial para avaliar a hipótese levantada.

A avaliação de massa de forragem e densidade volumétrica da forragem foram realizadas a partir de amostras colhidas utilizando-se armações metálicas de 0,33 m² (0,90 x 0,37 m). Foram colhidas duas amostras por unidade experimental em locais que encontravam-se nas metas de altura especificadas para os tratamentos nos meses de junho, agosto e outubro de 2013 de forma a representar o outono, o inverno e a primavera, respectivamente. As amostras foram cortadas no nível do solo, levadas para laboratório para pesagem e fracionadas em sub-amostras, que foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante. A massa de forragem (kg ha⁻¹) foi estimada a partir da relação do peso total da amostra e da área conhecida da armação metálica com a respectiva matéria seca da sub-amostra. O cálculo da densidade volumétrica da forragem foi feito dividindo-se a massa de forragem pela altura do pasto no ponto de amostragem, ajustando-se as unidades.

As avaliações de estrutura do dossel forrageiro foram feitas por meio da determinação da distribuição vertical dos componentes morfológicos da massa de forragem utilizando o método do “ponto inclinado” (“inclined point quadrat”) (WARREN-WILSON, 1960). A haste do aparelho foi montada com uma inclinação de 32,5° entre seu plano de penetração no interior do dossel e o plano do nível do solo.

O aparelho foi colocado em pontos que representassem a condição média dos tratamentos no momento da amostragem, permitindo a descrição do posicionamento vertical dos componentes morfológicos à medida que a haste graduada era introduzida no interior do dossel e tocava diferentes componentes morfológicos. A altura de ocorrência de cada toque era registrada a partir de leituras realizadas na haste graduada do aparelho, sendo os componentes morfológicos classificados em: folíolos, pecíolos, estolões, material morto, e invasoras (qualquer planta que não fosse o amendoim forrageiro). Após cada toque, o componente tocado era retirado cuidadosamente da ponta da haste do aparelho e o deslocamento vertical descendente da haste no interior do dossel continuado até que novo toque ocorresse. Esse procedimento foi repetido até que a ponta da haste tocasse o solo, ponto em que uma última leitura da haste era colhida para ser utilizada como referência para ajuste das demais leituras. Um mínimo de 100 toques por piquete foi realizado. Os dados obtidos foram expressos em percentuais dos diferentes componentes morfológicos nos diferentes estratos verticais para cada um dos tratamentos (Figura 5).

Figura 5 - Detalhe da avaliação da estrutura vertical do pasto com “Ponto inclinado”

Para as avaliações de taxa de consumo, taxa de bocados e massa de bocado foram utilizadas três novilhas da raça holandesa com peso corporal de 200 ± 50 kg, sendo que duas eram utilizadas para as medições propriamente ditas e a outra somente para assegurar tamanho mínimo de grupo. As avaliações foram

realizadas nos turnos da manhã e da tarde. O número total de animais utilizados em cada teste de pastejo foi escolhido de modo que a altura do pasto permanecesse relativamente estável ao longo do período de pastejo (variação não superior a 10% entre as alturas no início e no final de cada teste de pastejo). Foram realizados dezesseis testes de pastejo com duração de 45 minutos cada por época do ano, período mínimo necessário para detectar as flutuações de peso com precisão de 10 g em uma balança eletrônica durante a avaliação da taxa de ingestão de forragem de curto prazo (PENNING; HOOPER, 1985).

Aproximadamente 10 dias antes do experimento, os animais foram adaptados ao procedimento experimental, e permaneceram somente em área com o amendoim forrageiro. Apenas durante o inverno não foi possível manter os animais em área com amendoim forrageiro devido ao tamanho reduzido da área experimental e à baixa produção de forragem nessa época do ano. Os animais não foram submetidos a jejum antes dos testes de pastejo, pois isso poderia influenciar as avaliações de taxa de ingestão de forragem (GREENWOOD; DEMMENT, 1988) e a seleção da dieta (NEWMAN et al., 1994). Por isso, todas as avaliações foram realizadas no início da manhã (6–7 horas) e no final da tarde (17–19 horas), períodos normalmente de elevada atividade de pastejo dos animais.

A taxa de ingestão de forragem de curto prazo foi determinada utilizando o protocolo de dupla pesagem descrito por Penning e Hooper (1985). Antes dos testes de pastejo, os animais eram equipados com sacos para a coleta de fezes e urina (Figura 6). Após o teste de pastejo, os animais eram mantidos numa área adjacente, sem acesso a água ou sólidos durante 45 minutos para estimar a perda de peso metabólica (perda por evaporação de H₂O, produção de CO₂ e CH₄). Todos os pesos (pré e pós-pastejo, e peso após a perda metabólica) foram determinados por meio de pesagens utilizando balança eletrônica com precisão de 10 g (Figura 6). A taxa de ingestão de forragem de curto prazo foi calculada utilizando-se a equação abaixo:

$$TI = \frac{(P_2 - P_1)}{t_2 - t_1} + \frac{(P_3 - P_4)}{t_4 - t_3} \times \frac{(t_2 - t_1)}{TA}$$

Onde: TI = taxa de ingestão de forragem; P₁ e P₂ = peso dos animais antes e após o teste de pastejo; t₁ e t₂ = horário pré- e horário pós-pastejo; P₃ e P₄ =

peso dos animais antes e após o período de avaliação das perdas metabólicas; t_3 e t_4 = horário pré- e horário pós-perdas metabólicas; e TA = tempo efetivo de alimentação.

O teor de matéria seca da forragem consumida foi estimado em amostras de forragem colhidas por meio de simulação de pastejo após a realização dos testes. As amostras (aproximadamente 200g de massa fresca) eram levadas para laboratório, pesadas e separadas manualmente em seus componentes morfológicos e botânicos (estolão, lâmina foliar, pecíolo, material morto e invasoras). Após separação os componentes eram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante.

As avaliações de taxa de bocados foram realizadas durante cada um dos testes de pastejo por observador treinado e equipado com cronômetro. Durante 10 minutos foram tomadas leituras da quantidade de tempo necessária para a realização de 20 bocados (FORBES; HODGSON, 1985) para cada animal sendo avaliado. A massa do bocado foi calculada dividindo-se a taxa de ingestão de forragem pelo número total de bocados realizados durante o teste de pastejo.

Figura 6 - Detalhe do local de pesagem (foto da esquerda) e dos animais durante o teste de pastejo (foto da direita)

3.3 Análise estatística dos dados

Os dados foram agrupados de acordo com as épocas do ano (outono, inverno e primavera) e submetidos à análise de variância utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System). A escolha da matriz de variância e covariância foi realizada utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas realizada por meio do teste “t” de “Student” e probabilidade de 5%.

4 RESULTADOS

Por se tratar de variável controle, os dados referentes à altura dos pastos não foram submetidos à análise de variância (Figura 7). Após cada teste de pastejo a diferença entre as alturas antes e depois do teste não excederam o limite estipulado de 10%.

Figura 7 - Altura do pasto (cm) em *Arachis pintoi* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de altura de abril a novembro de 2013

4.1 Massa de forragem

A massa de forragem (MF) variou com a altura de manejo ($P < 0,0001$), época do ano ($P = 0,0123$) e com a interação altura de manejo x época do ano ($P = 0,0346$). Maiores valores de MF foram registrados nos pastos manejados a 20 cm durante todas as épocas do ano, enquanto que os menores valores foram registrados naqueles manejados a 5 cm. Não houve diferença entre as estações do ano para os pastos manejados a 5 e 10 cm. Nos pastos manejados a 15 e 20 cm, maiores valores de MF foram registrados durante o outono relativamente ao inverno e à primavera, os quais não diferiram entre si (Tabela 2).

Tabela 2 – Massa de forragem (kgMS ha⁻¹) de *Arachis pinto* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de abril a novembro de 2013

Alturas (cm)	Outono	Inverno	Primavera	EPM*
5	4540 Da	4320 Ca	4910 Ca	714
10	7340 Ca	7980 Ba	7760 Ba	714
15	12550 Ba	9560 Bb	8610 Bb	714
20	16130 Aa	13410 Ab	11980 Ab	714

EPM* - Erro padrão da média

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05).

4.2 Densidade volumétrica da forragem

A densidade volumétrica da forragem variou somente com a altura de manejo (P<0,0001), com maiores valores registrados nos pastos manejados a 5 cm durante todas as épocas do ano (Tabela 3).

Tabela 3 – Densidade volumétrica (mg cm⁻³) de *Arachis pinto* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de abril a novembro de 2013

Alturas (cm)	Média
5	9,2 A (0,32)
10	7,7 B (0,32)
15	6,7 B (0,32)
20	6,9 B (0,32)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.3 Distribuição vertical dos componentes morfológicos na massa de forragem dos pastos

De forma geral, todos os tratamentos apresentaram maior presença de folhas (folíolos e pecíolos) nos estratos superiores até a metade da altura do pasto, ponto a partir do qual houve aumento expressivo e contínuo da participação de estolões e de material morto (Figuras 8, 9 e 10). Esse padrão foi semelhante para

todas as épocas do ano. Nos pastos manejados a 15 e 20 cm houve aumento mais expressivo dos componentes estolão e material morto nos estratos inferiores. No pastos manejados a 5 e 10 cm o componente folíolo foi mais expressivo que os demais. A ocorrência de plantas invasoras foi maior nos pastos manejados a 15 e 20 cm, particularmente nos estratos superiores do dossel durante o inverno.

Figura 8 – Distribuição vertical de componentes morfológicos e botânicos da massa de forragem de amendoim forrageiro mantido a 5, 10, 15 e 20 cm durante o outono de 2013

Figura 9 – Distribuição vertical de componentes morfológicos e botânicos da massa de forragem de amendoim forrageiro mantido a 5, 10, 15 e 20 cm durante o inverno de 2013

Figura 10 – Distribuição vertical de componentes morfológicos e botânicos da massa de forragem de amendoim forrageiro mantido a 5, 10, 15 e 20 cm durante a primavera de 2013

4.4 Características do processo de ingestão de forragem

A porcentagem de estolão e de folíolo nas amostras de simulação de pastejo variou apenas com a altura de manejo ($P=0,0096$ e $P=0,0014$, respectivamente). Pastos manejados a 20 cm apresentaram maiores porcentagens de estolão que pastos manejados a 5 e 10 cm, não diferindo daqueles manejados a 15 cm. Maior porcentagem de folíolo foi registrada nos pastos manejados a 5 e 10 cm relativamente àqueles manejados a 15 e 20 cm. Não houve efeito de altura de manejo nem de época do ano ($P>0,05$) sobre a porcentagem de plantas invasoras (Tabela 4). As porcentagens de pecíolo e de material morto variaram com a época do ano ($P=0,0029$ e $P=0,0006$) e com a interação altura de manejo x época do ano ($P=0,0379$ e $P<0,0001$, respectivamente). A porcentagem de pecíolo foi semelhante para todas as alturas de manejo em cada uma das épocas do ano. Não houve diferença entre os pastos manejados a 5 e 10 cm ao longo de todo o período experimental. Por outro lado, nos pastos manejados a 20 cm maiores valores foram registrados na primavera relativamente ao outono e ao inverno. Nos pastos manejados a 15 cm maiores valores foram registrados na primavera relativamente ao inverno, sem diferença em relação ao outono (Tabela 5). Durante o outono, a porcentagem de material morto foi semelhante para as alturas de manejo avaliadas. Durante o inverno, maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 15 cm relativamente aos demais. Na primavera houve diferença apenas entre pastos manejados a 5 e 20 cm, com maiores valores registrados nos pastos manejados a 5 cm. Nos pastos manejados a 5 cm, maiores valores foram registrados na primavera e no outono, o qual não diferiu do inverno. Não houve diferença entre as estações do ano nos pastos manejados a 10 cm. Nos pastos manejados a 15 e 20 cm, maiores valores foram registrados no outono e no inverno relativamente àqueles de primavera (Tabela 5).

Tabela 4 – Porcentagem de estolões, folíolos e plantas invasoras em amostras de pastejo simulado de *Arachis pinto* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm

Alturas (cm)	Estolão	Folíolos	Invasoras
5	3,22 BC (0,654)	75,76 A (2,920)	2,65 A (3,106)
10	2,31 C (0,654)	71,65 A (2,770)	7,96 A (3,106)
15	4,91 AB (0,744)	60,26 B (2,920)	13,84 A (3,106)
20	5,60 A (0,766)	62,68 B (2,770)	12,32 A (3,106)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 5 – Porcentagem de pecíolos e de material morto em amostras de pastejo simulado de *Arachis pinto* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de abril a novembro de 2013

Alturas (cm)	Outono	Inverno	Primavera
	Pecíolos		
5	9,97 Aa (1,025)	11,26 Aa (0,805)	11,41 Aa (0,832)
10	11,16 Aa (0,958)	9,87 Aa (0,805)	10,91 Aa (0,832)
15	10,32 Aab (0,958)	9,16 Ab (0,839)	11,35 Aa (0,832)
20	10,00 Ab (0,958)	11,04 Ab (0,805)	12,67 Aa (0,832)
	Material Morto		
5	7,99 Aab (1,876)	4,32 Bb (1,876)	8,00 Aa (1,876)
10	7,34 Aa (1,876)	5,28 Ba (1,986)	5,19 ABa (1,876)
15	11,34 Aa (1,876)	11,23 Aa (1,876)	3,28 ABb (1,876)
20	9,79 Aa (1,876)	5,25 Ba (1,876)	1,29 Bb (1,876)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa do bocado variou com a altura de manejo ($P<0,0001$) e com a época do ano ($P=0,0426$). De forma geral, maiores valores foram registrados nos pastos manejados mais alto, sendo que maiores valores foram registrados no outono e na primavera relativamente ao inverno (Tabela 6). A taxa de bocados variou com a altura de manejo ($P<0,0001$), época do ano ($P<0,0001$) e com a interação altura de manejo x época do ano ($P=0,0049$). No outono, maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 5 e 10 cm relativamente àqueles manejados a 15 e 20 cm (maiores valores para 15 cm). No inverno e na primavera menores valores foram registrados nos pastos manejados mais alto. Nos pastos manejados a 5 cm, maiores valores foram registrados no inverno e na primavera em relação ao outono. Nos pastos manejados a 10 cm, maiores valores foram registrados no inverno relativamente ao outono e à primavera. Nos pastos manejados a 15 e 20 cm os valores de taxa de bocados permaneceram estáveis ao longo das épocas do ano (Tabela 6). A taxa de consumo variou com a altura de manejo ($P<0,0001$) e com a interação altura de manejo x época do ano ($P=0,0119$). No outono, maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 15 e 20 cm relativamente àqueles manejados a 5 e 10 cm. No inverno, não houve diferença entre as alturas de manejo. Na primavera, maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 15 e 20 cm em relação àqueles manejados a 5 e 10 cm. Nos pastos manejados a 5, 10 e 20 cm não houve diferença entre as épocas do ano. Nos pastos manejados a 15 cm, maiores valores foram registrados na primavera e no outono em relação ao inverno (Tabela 7).

Tabela 6 – Taxa de bocados ($\text{n}^\circ \text{min}^{-1}$) e massa do bocado (mg kgPV^{-1}) em *Arachis pinto* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de abril a novembro de 2013

Alturas (cm)	Outono	Inverno	Primavera	Média
Taxa de bocados ($\text{n}^\circ \text{min}^{-1}$)				
5	34,25 Ab (0,934)	39,78 Aa (0,934)	39,28 Aa (1,053)	37,77 (0,674)
10	31,79 Ab (0,934)	35,04 Ba (1,053)	29,98 Bb (0,934)	32,27 (0,674)
15	23,95 Ba (0,934)	26,01 Ca (0,934)	24,43 Ca (0,934)	24,79 (0,654)
20	20,95 Ca (0,934)	21,98 Da (0,934)	19,69 Da (0,934)	20,87 (0,654)
Média	27,74 (0,622)	30,70 (0,610)	24,35 (0,622)	
Massa do bocado (mg kgPV^{-1})				
5	1,53 (0,386)	1,78 (0,386)	1,40 (0,386)	1,57 D (0,208)
10	2,44 (0,386)	2,56 (0,386)	2,42 (0,386)	2,47 C (0,208)
15	4,06 (0,386)	2,74 (0,386)	4,99 (0,386)	3,93 B (0,208)
20	4,79 (0,386)	3,65 (0,386)	5,38 (0,386)	4,61 A (0,208)
Média	3,20 a (0,241)	2,68 b (0,241)	3,55 a (0,241)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ($P > 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 7 – Taxa de consumo ($\text{mg kgPV}^{-1} \text{ min}^{-1}$) em *Arachis pintoi* cv. Belmonte mantido a 5, 10, 15 e 20 cm de abril a novembro de 2013

Alturas (cm)	Outono	Inverno	Primavera	Média
Taxa de Consumo ($\text{mg kgPV}^{-1} \text{ min}^{-1}$)				
5	50,2 Ca (10,5)	70,7 Aa (10,5)	51,6 Ba (10,5)	57,5 (7,0)
10	70,6 BCa (10,5)	87,4 Aa (10,5)	71,8 Ba (10,5)	76,6 (7,0)
15	96,9 ABab (10,5)	71,2 Ab (10,5)	121,0 Aa (10,5)	96,4 (7,0)
20	98,8 Aa (10,5)	80,5 Aa (10,5)	105,5 Aa (10,5)	95,0 (7,0)
Média	79,1 (6,5)	77,5 (6,5)	87,5 (6,5)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

5 DISCUSSÃO

As alturas dos pastos foram controladas de forma efetiva durante o outono e a primavera, como pré-determinado. Entretanto, durante o inverno a altura real para as metas de 15 e 20 cm foi menor que o planejado (12,8 e 16,8 cm, respectivamente - Figura 7). O fato provavelmente ocorreu devido ao reduzido acúmulo de forragem proporcionado pela baixa temperatura e precipitação (Figura 2), típicas dessa época do ano, associado a problemas com o funcionamento da irrigação durante o inverno (durante 79 dias). Os pastos manejados com maior altura (15 e 20 cm), por apresentarem maior biomassa de forragem (Tabela 2), possuem maior evapotranspiração, sendo afetados de forma mais intensa que pastos manejados mais baixo (5 e 10 cm) por períodos de déficit hídrico. No entanto, após o período de avaliação do inverno, a roçada utilizada para controle de plantas invasoras, associada à melhoria das condições ambientais e conserto do sistema de irrigação no início da primavera, favoreceram o crescimento dos pastos e o reestabelecimento das metas de altura planejadas. Thurow et al. (2009) verificaram maior massa de forragem na primavera para os diferentes níveis de ofertas diárias de forragem (4, 8, 12 e 16 kg de MS 100 kg⁻¹ PV⁻¹) em pastagem natural e atribuíram essa resposta à roçada feita anteriormente e à maior taxa de acúmulo de forragem naquela época do ano, favorecendo rebrotação vigorosa.

A densidade volumétrica da forragem consiste na massa de forragem apresentada num determinado volume de pasto acima da superfície, e apresenta implicações nas dimensões do bocado (GORDON; LASCANO, 1993). Os valores de densidade volumétrica da forragem apresentaram relação inversa com a altura de manejo, sendo o maior valor registrado nos pastos manejados a 5 cm, com valores variando de 9,2 a 6,9 mg cm⁻³ para as alturas de manejo de 5 e 20 cm, respectivamente (Tabela 3). Esse padrão de variação em densidade volumétrica com a altura dos pastos é análogo ao originalmente descrito para pastos de clima temperado (HODGSON, 1990) e gramíneas de clima tropical (STOBBS, 1973), destacando-se os elevados valores absolutos mensurados, característica certamente relacionada com o hábito de crescimento e arquitetura das folhas do amendoim forrageiro. Em pastos de trevo branco cultivar Rivendel foram relatados valores de densidade volumétrica da forragem de 8,9 e 11,8 mg cm⁻³ para as alturas de 12 e 26 cm, respectivamente (COMBES et al., 2011). No entanto, para a

gramínea tifton 85 submetida a protocolo experimental análogo ao deste experimento, foram registrados valores de densidade volumétrica da forragem de 6,1, 4,8, 4,2 e 3,7 mg cm⁻³ para as alturas de manejo de 5, 10, 15 e 20 cm, respectivamente (CARNEVALLI et al., 2001). O mesmo padrão de resposta também foi descrito para capim-marandu, sendo que os valores variaram de 5,4 a 4,3 mg cm⁻³ para as alturas de manejo de 10 e 40 cm, respectivamente (MOLAN, 2004). Em capim-tanzânia, com hábito de crescimento ereto, Difante (2005) reportou variações em densidade volumétrica de 1,00 a 1,17 mg cm⁻³ para a altura de manejo de 70 cm.

De forma geral, o padrão de distribuição dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro foi bastante consistente durante as épocas de avaliação, exceto para plantas invasoras durante o inverno, cuja participação no estrato superior dos pastos manejados a 15 e 20 cm foi maior relativamente ao outono e à primavera (Figuras 8, 9 e 10). No inverno, as invasoras corresponderam a 47 e 36% da massa de forragem dos pastos manejados a 15 e 20, enquanto que nas demais épocas do ano esses valores não ultrapassaram a 28 e 22%, respectivamente³. A maior presença de plantas invasoras assim como a menor altura efetiva de manejo em relação à meta planejada para os pastos manejados a 15 e 20 cm durante o inverno influenciaram o comportamento ingestivo dos animais nessa época do ano, afetando particularmente a massa do bocado.

Independentemente das alturas de manejo avaliadas, houve predominância de folhas (folíolos e pecíolos) na metade superior do dossel e de estolões e de material morto na metade inferior (Figuras 8, 9 e 10). Essa proporcionalidade na distribuição vertical dos componentes morfológicos da massa de forragem dos pastos foi originalmente descrita para gramíneas forrageiras de clima temperado (WARREN-WILSON, 1960) e posteriormente ratificada para gramíneas forrageiras de clima tropical (STOBBS, 1973), indicando um padrão comum e consistente em estrutura vertical dos pastos para diferentes espécies forrageiras, hábitos de crescimento e métodos de pastejo (HODGSON, 1990). A proporção constante da altura dos pastos composta por folhas (50% superior) indica aumento potencial do estrato pastejável (profundidade de pastejo) para as metas de

³ CARVALHO, L.R. **Interceptação luminosa, massa de raízes e acúmulo de forragem em *Arachis pinto* cv. Belmonte submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua.** Dissertação em fase final de redação no PPG em Ciência Animal e Pastagens da ESALQ/USP.

maiores alturas de manejo, característica determinante de variáveis do comportamento ingestivo de animais em pastejo como massa do bocado, taxa de bocados e taxa de consumo (BARRETT et al., 2001).

A massa do bocado compreende a quantidade de forragem apreendida, e é determinada pela profundidade com que o aparato bucal é introduzido no pasto e pela densidade volumétrica da forragem no estrato sendo pastejado (GORDON; LASCANO, 1983), de modo que apresenta relação positiva com a altura do dossel forrageiro (HODGSON et al., 1994). Pesquisas com gramíneas forrageiras têm apresentado valor consistente de profundidade de bocado próximo a 50% da altura do pasto para diferentes espécies forrageiras (LACA et al., 1992; CANGIANO et al., 2002; GONÇALVES et al., 2009), o que caracteriza um aumento potencial na massa do bocado com o aumento da altura de manejo dos pastos. Da mesma forma, essa proporcionalidade também foi verificada para o amendoim forrageiro cv. Belmonte, e certamente foi responsável pelas variações encontradas em massa de bocado, caracterizadas por valores três vezes maior nos pastos manejados a 20 cm relativamente àqueles manejados a 5 cm (1,57 vs 4,61 mg kg PV⁻¹) (Tabela 6). Os resultados obtidos são de ordem de grandeza semelhante àqueles reportados por Fonseca et al. (2013) para sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) manejado com as alturas de pastejo de 30, 40, 50, 60, 70 e 80 cm, condição em que o maior valor registrado foi de 4,55 mg kgPV⁻¹, alcançado com a altura de manejo de 50 cm. Em capim-marandu, Trindade et al. (2007) registrou variações em massa do bocado de 1,99 a 2,60 mg kg PV⁻¹ na primavera nos pastos manejados com as alturas de manejo de 25 e 40 cm, respectivamente. Esse padrão de resposta também foi verificado por Soder et al. (2009), que avaliaram o efeito da estrutura do dossel forrageiro de quatro gramíneas forrageiras (*Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Schedonorus pratensis* e *Phalaris arundinacea*) sobre a massa do bocado durante dois anos consecutivos. Esses autores relataram maiores alturas de pasto no primeiro ano em relação ao segundo para as diferentes espécies (25,7 vs 17,0 cm), fato que esteve associado com maiores valores de massa do bocado (1,05 vs 0,50 g de MS, respectivamente). Os autores concluíram que as diferenças em altura de pasto durante os dois anos de avaliação foram mais importantes que as diferenças entre espécies de gramíneas na determinação da massa do bocado.

No inverno, a massa do bocado foi menor relativamente àquela do outono e da primavera (Tabela 6). Isso ocorreu provavelmente devido à menor altura

efetiva de manejo dos pastos manejados a 15 e 20 cm (12,8 e 16,8 cm, respectivamente) e à maior proporção de invasoras na massa de forragem dos pastos manejados nessas alturas de manejo⁴. Houve tendência ($P=0,0864$) de bocados menores nos pastos manejados a 15 e 20 cm durante o inverno relativamente ao outono e primavera. A maior presença de plantas invasoras provavelmente gerou maior competição interespecífica com o amendoim forrageiro, diminuindo sua densidade populacional e resultando em bocados menores, além de poder ter aumentado o grau de dificuldade para a seleção de plantas de amendoim forrageiro e discriminação de bocados durante o pastejo. Drescher (2003) relatou que em situações de maior abundância de forragem (e.g. maior massa de forragem), a maior complexidade de espécies e heterogeneidade de estruturas do pasto pode resultar em redução da massa do bocado, da taxa de bocados e, conseqüentemente, da taxa de consumo de forragem. A menor massa do bocado em pastagens heterogêneas ocorre devido à menor densidade de plantas preferenciais devido à competição com outras plantas no pasto, enquanto que a menor taxa de bocados ocorreria em virtude do maior tempo gasto para procura, seleção e manipulação de forragem antes da realização do bocado.

Variações em massa do bocado são normalmente contrabalanceadas pela frequência com que os animais desferem os bocados, ou seja, a taxa de bocados, de forma que a taxa de consumo de forragem, produto dessas duas variáveis, seja mantida estável (HODGSON, 1990). De forma geral, maiores valores de taxa de bocados foram registrados nos pastos manejados a 5 e 10 cm relativamente àqueles manejados a 15 e 20 cm (Tabela 6), padrão inverso ao registrado para massa de bocado durante o outono e a primavera. O fato ratifica a relação inversa entre essas variáveis-resposta e sugere o efeito de compensação como forma de manter estável a taxa de consumo (resultado do produto entre massa do bocado e taxa de bocados – ALLDEN; WHITAKER, 1970) quando o tamanho do bocado varia em função de particularidades do ambiente e das condições de pastejo. Esse padrão de resposta foi também descrito por Gibb et al. (1999), que verificaram aumento no número de movimentos mandibulares (75,3 para 80,3 min⁻¹) com a diminuição da altura do pasto (9, 7, e 5 cm). Entretanto, o aumento

⁴ CARVALHO, L.R. **Interceptação luminosa, massa de raízes e acúmulo de forragem em *Arachis pinto* cv. Belmonte submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua.** Dissertação em fase final de redação no PPG em Ciência Animal e Pastagens da ESALQ/USP.

em movimentos mandibulares não compensou a menor massa do bocado, de modo que a taxa de consumo de forragem diminuiu linearmente (de 24,6 para 18,9 g MS min^{-1}).

A taxa de consumo de forragem normalmente aumenta com a altura ou massa de forragem do pasto segundo incrementos decrescentes até atingir um valor máximo, delimitado por alguma restrição da capacidade do animal em processar o alimento ingerido (GORDON; ILLIUS, 1992). Assim como descrito para gramíneas, a taxa de consumo do amendoim forrageiro aumentou com o incremento das alturas de manejo durante o outono e a primavera, sendo que não houve diferença entre pastos manejados a 15 e 20 cm. Nos pastos manejados a 5 e 10 cm a menor massa do bocado esteve associada a maiores taxas de bocado, porém valores menores de taxa de consumo. Nesse caso a compensação entre redução em massa do bocado e aumento em taxa de bocados não foi grande o suficiente para manter a taxa de consumo em relação aos pastos manejados a 15 e 20 cm (57,5, 76,6, 96,4 e 95,0 mg $\text{kgPV}^{-1} \text{min}^{-1}$ para os pastos manejados a 5, 10, 15 e 20 cm, respectivamente). A taxa de consumo foi aproximadamente 67% maior nos pastos manejados a 15 cm relativamente àqueles manejados a 5 cm. Por outro lado, nos pastos manejados a 20 cm foram registrados os maiores valores de massa de bocado (Tabela 6), porém sem diferença em taxa de consumo relativamente àqueles manejados a 15 cm, provavelmente função do maior tempo necessário para realização de cada bocado (e.g. menor taxa de bocados). O fato sugere estabilização da taxa de consumo em *Arachis pintoi* cv. Belmonte para alturas de manejo entre 15 e 20 cm.

Durante o inverno a taxa de consumo manteve-se estável para as alturas de manejo avaliadas, padrão distinto daquele registrado no outono e na primavera, os quais estiveram alinhados com o relatado na literatura para outras espécies forrageiras (GORDON; ILLIUS, 1992). Como mencionado anteriormente, durante o inverno a altura efetiva dos pastos manejados a 15 e 20 cm foi menor que o planejado (12,8 e 16,8 cm, respectivamente), fato que resultou em menor massa de bocado para essas alturas de manejo relativamente ao outono e à primavera ($P=0,0864$). A menor massa de bocado para essas alturas de manejo resultou em menores taxas de consumo relativamente aos valores registrados no outono e primavera, resultando menores valores nos pastos manejados a 15 e 20 cm, o que diminuiu o gradiente de variação entre as alturas de manejo durante o inverno e caracterizou a estabilidade da taxa de consumo nessa época do ano. Apesar da não

manutenção do padrão normal de variação esperado e descrito para o outono e a primavera, o fato ainda aponta e sustenta a forte relação existente entre altura do pasto e massa do bocado, variável-resposta fundamental para a determinação da taxa de consumo de forragem de animais em pastejo. A importância da massa do bocado também foi descrita por Ungar et al. (1991), que avaliaram as dimensões do bocado, a massa do bocado e a taxa de consumo de forragem em *Paspalum dilatatum* manejado a 4, 6, 8 e 10 cm. Os autores relataram que os valores de massa de bocado responderam por 93% da variação mensurada em taxa de consumo.

Com base no exposto, os resultados demonstram a importância e a necessidade do conhecimento acerca da estrutura dos pastos e do comportamento ingestivo dos animais como forma de assegurar ambientes pastoris adequados caracterizados por elevadas taxas de consumo de forragem (CARVALHO, 2005). Da mesma forma que avaliado para gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical, o padrão de resposta obtido para o amendoim forrageiro neste estudo foi semelhante, de modo que os animais alteram os componentes do comportamento ingestivo como forma de otimizar a velocidade de ingestão de forragem, embora isso nem sempre resulte em manutenção da taxa de consumo. De modo geral, a taxa de consumo foi crescente com a altura do pasto até a meta de 15 cm no outono e na primavera. A meta de 20 cm não resultou em incremento da taxa de consumo, ao passo que em alturas menores que 15 cm a taxa de consumo foi reduzida. O fato revela que existem mais similaridades que diferenças entre espécies forrageiras quanto às variações em estrutura do dossel forrageiro e as respostas de comportamento ingestivo dos animais em pastejo, ratificando a robustez da variável altura como guia de campo para controlar e executar o manejo do pastejo.

6 CONCLUSÃO

Da mesma forma que descrito para gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical, o padrão de resposta da influência da estrutura do pasto sobre o comportamento ingestivo dos animais se aplica para o amendoim forrageiro cv. Belmonte, ratificando o potencial de uso da característica estrutural altura do pasto como guia de campo eficiente para controlar e executar o manejo do pastejo.

A massa do bocado foi a variável mais sensível a variações em estrutura do dossel forrageiro, além de determinante da taxa de consumo.

Condições de máxima taxa de consumo de forragem são obtidas com alturas de manejo entre 15 e 20 cm.

REFERÊNCIAS

- ALLDEN, A.G.; WHITTAKER, I.A. McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 21, p. 755-766, 1970.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoi* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, p. 439-445, 1999.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures. 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 334-342, 2006.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Productivity, utilization efficiency and sward targets for mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 512-520, 2012.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 263-270, 2004.
- ANDRADE, F.M.E. **Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de Brachiaria brizantha cv.marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- ASSIS, G.M.L.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO Jr, J.M.; AZEVEDO, J.M.A.; FERREIRA, A.S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, 2008.
- BAILEY, D.W.; GROSS, J.E.; LACA, E.A.; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M.B.; SWIFT, D.M.; SIMS, P.L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, Tucson, v.49, p. 386-400, 1996.
- BALDISSERA, T.C.; FRAK, E.; CARVALHO, P.C.F.; LOUARN, G. Plant development controls leaf area expansion in alfalfa plants competing for light. **Annals of Botany**, London, v. 113, p. 145-157, 2014.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO Jr, D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES Jr, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 329-340, 2007.

- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. 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, p. 51-67, 2008.
- BARRO, R.S.; VARELLA, A.C.; LEMAIRE, G.; MEDEIROS, R.B.; SAIBRO, J.C.; NABINGER, C.; BANGEL, F.V.; CARASSAI, I.J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 7, p. 1589–1597, 2012.
- BARRETT, P.D.; LAIDLAW, A.S.; MAYNE, C.S.; CHRISTIE, H. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, p. 362-373, 2001.
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: The HFRO Sward Stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlonthian, 1985. p. 29-30.
- BENVENUTTI, M.A.; GORDON, I.J.; POPPI, D.P. The effects of stem density of tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behaviour. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 63, p. 1–8. 2008.
- BOHLOOL, B.B.; LADHA, J.K.; GARRITY, D.P.; GEORGE, T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 141, p. 1–11, 1992.
- BREMM, C. **Padrões de ingestão e deslocamento de bovinos e ovinos em ambientes pastoris complexos**. 2010. 170p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- BRINK, G.E.; SODER, K.J. Relationship between Herbage Intake and Sward Structure of Grazed Temperate Grasses. **Crop Science**, Madison, v. 51, p. 2289–2298, 2011.
- BURLISON, A.J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 29-38, 1991.
- CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R.; PECE, M.A.; DICHIO, L.; ROZSYPALEK, S.H. Effect of live weight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 53, p. 541–549, 2002.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.P.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.

CARVALHO L.C. **Interceptação luminosa, massa de raízes e acúmulo de forragem em *Arachis pintoí* cv. Belmonte submetido a intensidades de pastejo.** 2014. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerados de ambientes pastoris adequando à produção animal. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; SILVA, S.C.; FARIA, V.P (Org.). **Teoria e prática da produção animal em pastagens.** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 7-32.

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; NEVES, F.P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL: SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA DO BIOMA PAMPA, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. p.23-59

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, SC. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 853-871.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; Da SILVA, S.C.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.; NABINGER, C.; AMARAL, M.F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A.; GONDA, H.L.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 2009. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 61-94.

CHAPMAN, D.F.; PARSONS, A.J.; COSGROVE, G.P.; BARKER, D.J.; MAROTTI, D.M.; VENNING, K.J.; RUTTER, S.M.; HILL, J.; THOMPSON, A.N. Impacts of Spatial Patterns in Pasture on Animal Grazing Behavior, Intake, and Performance. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 399-415, 2007.

CHRISTOPHE, A.; MOULIA, B.; VARLET-GRANCHER, C. A quantitative analysis of the three dimensional spatial colonization by a plant as illustrated by white clover (*Trifolium repens* L.). **International Journal of Plant Science**, Chicago, v. 164, p. 359–370, 2003.

COLEMAN, S.W.; FORBES, T.D.A.; STUTH, W. Measurements of the Plant-Animal Interface in Grazing Research. In G.C. Marten (ed.) **Grazing research: Design, methodology, and analysis.** CSSA, Madison, WI, v. 16, p. 37–51, 1989. (CSSA Spec. Publ. 16.)

COMBES, D.; DECAU, M.L.; RAKOCEVIC, M.; JACQUET, A.; SIMON, J.C.; SINOQUET, H.; SONOHAT, G.; VARLET-GRANCHER, C. Simulating the grazing of a white clover 3-D virtual sward canopy and the balance between bite mass and light capture by the residual sward. **Annals of Botany**, London, v. 108, p. 1203–1212, 2011.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Leguminosas-amendoim forrageiro**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/amendoim%20forrageiro.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2012.

CONWAY, G.; TOENNIESSEN, G. Feeding the world in the twenty-first century. **Nature**, London, v. 402, p.C55–C58, 1999.

COOPER, C.S.; QUALLS, M. Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. **Crop Science**, Madison, v. 7, p.672–673, 1967.

COSGROVE, G.P. Grazing behaviour and forage intake. In: GOMIDE, J.A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa, MG, 1997. p. 59-80.

DA SILVA, S.C. Desafios e perspectivas de manejo do pastejo em pastos consorciados: uma reflexão. In: CASAGRANDE, D.R.; LARA, A.M.S.; BERNARDES, T.F. (Org.). **As forragens e as suas relações com o solo, o ambiente e o animal**. 2 .ed. Lavras: Suprema Gráfica e Editora, 2013. v. 9, p. 63-75.

DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Org.). **Grassland**: a global resource. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2005. chap. 6, p. 81-95.

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

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, UNESP; FUNEP, 1997. p.1-62.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA L.E.T. Dinâmica da população de plantas forrageiras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Ed. Suprema, p. 75-100, 2008.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 8-19, 2009.

DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* jacq. Cv. Tanzânia**. 2005. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

DITTRICH, J.R.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. OLIVEIRA, E.B.; DITTRICH, R.L.; OIKAWA, M.; SOUZA, F.T.V.; SANTOS, F. Comportamento ingestivo de eqüinos em pastejo sobre diferentes dosséis. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 87-94, 2007.

DRESCHER, M. **Grasping complex matter: large herbivore foraging in patches of heterogeneous resources**. 2003. 184 p. Thesis (PhD) - Wageningen University, Wageningen, 2003.

EDOUARD, N.; DUNCAN, P.; DUMONT, B.; BAUMONT, R.; FLEURANCE, G. Foraging in a heterogeneous environment: an experimental study of the trade-off between intake rate and diet quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 126, p. 27–36, 2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 151–168, 2010.

FERGUSON, B.J.; INDRASUMUNAR, A.; HAYASHI, S.; LIN, M.H.; LIN, Y.H.; REID, D.E.; GRESSHOFF, P.M. Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. **Journal of Integrative Plant Biology**, Xiangshan, v. 52, n. 1, p. 61–76, 2010.

FERREIRA, A.L.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVÊDO, J.A.G.; OLIVEIRA, L.S.; PEREIRA, J.M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, p. 856-863, 2012

FERREIRA, D.J.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M. Comportamento na sombra de acessos de amendoim forrageiro (*Arachis* spp.), recomendados para região da Baixada Fluminense. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, Ourense, v. 16, n. 2, p. 45-52, 2008.

FLORES, E.R.; LACA, E.A; GRIGGS, T.C.; DEMMENT, M.W. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, p. 527-532, 1993.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; FILHO, R.S.A.; GONDA, H.L.; CARVALHO, P.C.F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, p. 205–211, 2012.

FONSECA, L.; CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; GALLI, J.R.; GREGORINI, P. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing Sorghum bicolor swards. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 4357–4365, 2013.

FORBES, T.D.A.; HODGSON, J. Comparative studies on the influence of swards conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. **Grass and Forage Science**, v.40, p.69-77, 1985.

FRASER, M.D.; SPEIJERS, M.H.M.; THEOBALD, V.J.; FYCHAN, R.; JONES, R. Production performance and meat quality of grazing lambs finished on red clover, lucerne or perennial ryegrass swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 59, p. 345–356, 2004.

GAUTIER H.; VARLET-GRANCHER, C.; BAUDRY, N. Effects of blue light on the vertical colonization of space by white clover and their consequences for dry matter distribution. **Annals of Botany**, London, v. 80, p. 665–671, 1997.

GAUTIER H.; VARLET-GRANCHER, C.; MEMBRE, J.M. Plasticity of petioles of white clover (*Trifolium repens* L.) to blue light. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 112, p. 293–300, 2001.

GEREMIA, E.V. **Estrutura do dossel e taxa de consumo de forragem de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2013. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

GIBB, M.J. Differences in the vertical distribution of plant material within swards continuously stocked with cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, p. 339–342, 1991.

GIBB M.J. Terminology for animal grazing/intake studies. In: WORKSHOP HELD IN DUBLIN, 1996. **Proceedings...** Dublin, 1996.

GIBB, M.J.; RIDOUT, M.S. The fitting of frequency distributions to height measurements on grazed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 41, p. 247–249, 1986.

GIBB, M.J.; HUCKLE, C.A.; NUTHALL, R. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 53, p. 41–46, 1998.

GIBB, M.J.; HUCKLE, C.A.; NUTHALL, R.; ROOK, A.J. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 63, p. 269–287, 1999.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim- braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1645–1654, 2009.

GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; KUNRATH, T.R.; CARASSAI, I.J.; BREMM, C.; FISHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1655–1662, 2009.

GONG, Y.; LAMBERT, M.G.; HODGSON, J. Effects of contrasting sward heights within forage species on short-term ingestive behaviour of sheep and goats grazing grasses and legumes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 39, p. 83–93, 1996.

GORDON, L.I.; ILLIUS, A.W. Foraging strategy: From monoculture to mosaics. In: SPEEDY, A.W.(Ed.). **Progress in sheep and goat research**. Wallingford: CAB International, UK. 1992. p.153-178.

GORDON, I.J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potentials and constraints. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerstone North. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1993. p.681-389.

GREENWOOD, G.B.; DEMMENT, M.W. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, p. 377–386, 1988.

GREGORINI, P. Diurnal grazing pattern : its physiological basis and strategic management, **Animal Production Science**, Australia, v. 52, p. 416–430, 2012.

GRIFFITHS, W.M., J. HODGSON, G.W. ARNOLD AND C.W. HOLMES. Influence of vegetation patch characteristics on discriminatory grazing by dairy cows. **Proceedings...** International Grassland Congress, 18th, Winnipeg, Canada. v. 1, p. 51 - 52. 1997.

GRIFFITHS, W.M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G.C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 58, p. 125–137, 2003.

HERRMANN D.; BOLLER B.; STUDER B.; WIDMER F.; KÖLLIKER R. Improving persistence in red clover: insights from QTL analysis and comparative phenotypic evaluation. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 269–277, 2008.

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, Midlothian, v. 44, p. 339-346. 1985.

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and technical, Longman, 1990. 203p.

HODGSON, J.; CLARK.D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p. 796-827.

HODGSON, J.; COSGROVE, G.P.; WOODWARD, S.J.R. research on foraging behaviour: progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Winnipeg: IGC, 1997, p. 109-118.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: BATISTA, A.M. V.; BARBOSA, S.B.P.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, L.M.C. (Org.). REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.

HOLDERBAUM, J.F.; SOLLENBERGER, L.E.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; JONES JR, C.S. Canopy Structure and Nutritive Value of Rotationally – grazed Limpograss Pastures During Mid-Summer to Early Autum. **Agronomy Journal**. Madison, v. 84, p. 11–16, 1992.

HUBERT, B.; ROSEGRANT, M.; VAN BOEKEL, M.A.J.S.; ORTIZ, R. The Future of Food: Scenarios for 2050. **Crop Science**, Madison, v. 50, (Supplement 1), p. S33–S50, 2010.

ILLIUS, A.W.; CLARK, D.A.; HODGSON, J. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 61, p. 183-194, 1992.

JACOBS, A.A.A.; SCHEPER, J.A.; BENVENUTTI, M.A.; GORDON, I.J.; POPPI, D.P.; ELGERSMA, A. Tensile fracture properties of seven tropical grasses at different phenological stages. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 66, p. 551–559, 2011.

JARVIS, S.C.; WILKINS, R.J.; PAIN, B.F. Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: a systems approach. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 51, p. 21–31, 1996.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY W.C. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 8, n. 1, p. 1-186, 1994.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.G.; DEMMENT, M.W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.47, p.91-102, 1992.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; DEMMENT, M.W. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.39, p. 3-19, 1994.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: Cabi, 2000. p.103-122

LACA, E.A.; SOKOLOW, S.; GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A. Allometry and spatial scales of foraging in mammalian herbivores. **Ecology letters**, Malden, v. 13, p. 311–320, 2010.

LAMBERS H.; CHAPIN, F.S.I.; PONS, T.L. **Plant Physiological Ecology**. New York Springer, 2008. 623p.

LASCANO, C.E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Ed). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: CIAT, 1994. chap. 10, p.109-121.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J., MORAES, A., NABINGER, C., CARVALHO, P.C.F. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, 2000. p. 265-288.

LÜSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J.F.; REES, R.M.; PEYRAUD, J.L. **Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe**. In: THE ROLE OF GRASSLANDS IN A GREEN FUTURE, 4., 2013. p. 3-29.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NAUJECK, A.; HILL, J. The influence of sward height on bite dimensions of horses. **Animal Science**, Albany, v. 77, p. 95–100, 2003.

NAYDENOVA, G.; HRISTOVA, T.; ALEKSIEV, Y. Objectives and approaches in the breeding of perennial legumes for use in temporary pasturelands. **Biotechnology in Animal Husbandry**, Zemun, v. 29, p. 233–250, 2013.

NEWMAN, J.; PENNING, P.; PARSONS, A.; HARVEY, A.; ORR, R. Fasting affects intake behavior and diet preference of grazing sheep. **Animal Behaviour**, London, v. 47, p. 185–193, 1994.

OLIVEIRA, A.G.L. **Caracterização da pastagem, desempenho animal e viabilidade econômica em coastcross consorciado ou não com *Arachis pintoi***. 2007. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

ORR, R.J.; RUTTER, S.M.; YARROW, N.H.; CHAMPION, R.A.; ROOK, A.J. Changes in ingestive behaviour of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 87, p. 205–222, 2004.

PAGANELLA, M.B. **Caracterização morfo-agronômica de cultivares e acessos selecionados de *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Gregory (LEGUMINOSAE)**. 2001. 83p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, 2001.

PAGANELLA, M.B.; VALLS, J.F.M. Caracterização morfo-agronômica de cultivares e acessos selecionados de *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Gregory (LEGUMINOSAE). **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 24, p. 23-30, 2002.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; DA SILVA, S.C.; MONTEIRO, A.L.G. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastos de Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2253-2259, 2006.

PARSONS, A.; DUMONT, B. Spatial heterogeneity and grazing processes. **Animal Research**, Cambridge, v. 52, p. 161–179, 2003.

PATRA, A.K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of The Science of Food And Agriculture**, Malden, v. 91, p. 24–37, 2011.

PAULINO, V.T.; BUENO, M.S.; ABDALLA, A.L. Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pinto* “Belmonte”. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 236, p. 611-614, 2012.

PENNING, P.D.; HOOPER, G.E.N. A evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Science**, v. 40, p. 79–84, 1985.

PENNING, P.D.; ROOK, A.J.; ORR, R.J. Patterns of ingestive behavior of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 31, p. 237-250, 1991.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; HARVEY, A.; CHAMPION, R.A. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. **Applied Animal Behavioural Science**, Amsterdam, v. 45, p. 63-78, 1995.

PEREIRA, J.M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.111- 142

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Préhensibilité de l’herbe pâturée chez les bovins et les ovins. INRA. **Productions Animales**, Saint Genes, v. 10, p. 377-390, 1997.

RAMOS, A.K.B.; BARCELLOS, A.O.; FERNANDES, F.D. Gênero *Arachis*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.) **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. chap. 8, p. 249-293.

RAKOCEVIC, M.; SINOQUET, H.; CHRISTOPHE, A.; VARLET-GRANCHER, C. Assessing the Geometric Structure of a White Clover (*Trifolium repens* L.) Canopy using 3-D digitising. **Annals of Botany**, London, v. 86, p. 519–526, 2000.

ROBSON, M.J. Potential production – what is it and can we increase it?. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13., 1981, England. **Proceedings...** England: British Grassland Society, 1981. p. 5-17.

ROCHON, J.J.; DOYLE, C.J.; GREEF, J.M.; HOPKINS, A.; MOLLE, G.; SITZIA, M.; SCHOLEFIEL, D.; SMITH, C.J. Grazing legumes in Europe : a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 59, p. 197–214, 2004.

RUTTER, S.M. Review: Grazing preferences in sheep and cattle: Implications for production, the environment and animal welfare. **Canadian Journal of Animal Science**, Corvus Court, v. 90, p. 285-293, 2010.

SALES, R.M.P.; FRIES, D.D.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P.; SANTANA, S.A.; SANTOS, I.S.; ROCHA, A.V.; SOBRAL, D.M.P.L. Nitrogen fertilization on the establishment of *Arachis pinto* cv. Belmonte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 11, p. 2303-2308, 2012.

SALES, R.M.P.; FRIES, D.D.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; CAMPOS, C.N.; BRITO, P.H.R.; PEREIRA, I.S.; SANTOS, J.S. Effect of water stress on the growth of *Arachis pinto* plants under different nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 3, p. 149-154, 2013.

SANDERSON, M.A.; SODER, K.J.; BRZEZINSKI, N.; TAUBE, F.; KLEMENT, K.; MULLER, L.D.; WACHENDORF, M. Sward Structure of Simple and Complex Mixtures of Temperate Forages. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, p. 238-244, 2006.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, G.P.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P. Influência da localização das fezes nas características morfológicas e estruturais e no acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 31-38, 2011.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, S.P.; ALBINO, R.L.; SANTOS, A.L.; SILVA, G.P. Grazing patterns on signalgrass pasture according to location of cattle feces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 898-904, 2012.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pasto de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SCHWINNING, S.; PARSONS, A.L. The stability of grazing systems revisited: spatial models and the role of heterogeneity. **Functional Ecology**, London, v. 13, p. 737–747, 1999.

SILVA, M.A. **Alturas de pastejo em pastagem consorciada de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi***. 2008. 102p. Tese. (Pós Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2008.

SILVA, M.A.; BERBER, R.C.A.; FILHO, A.B.; JUNCAL, E.A.P.; MUNHOZ, A.L.; SILVEIRA, F.H.R.; CAVALHEIRO, T.; FURINI, P.M. Morfometria de amendoim forrageiro em diferentes estágios de desenvolvimento. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, p. 130-133, 2012.

SODER, K.J.; SANDERSON, M.A.; GREGORINI, P.; ORR, R.J.; RUBANO, M.D.; ROOK, A.J. Relationship of bite mass of cattle to sward structure of four temperate grasses in short-term grazing sessions. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 64, p. 421–431, 2009.

SOLANGAARACHCHI S.M.; HARPER, J.L. The effect of canopy filtered light on the growth of White clover *Trifolium repens*. **Oecologia**, Berlin, v. 72, p. 372-376, 1987.

SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. Canopy characteristics ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: 2001. p. 321-327

SOUZA Jr, S.J. **Modificações na estrutura do dossel, comportamento ingestivo e composição da dieta de bovinos durante o rebaixamento do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.** 2011. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

STEINWANDTER, S. **Avaliação de dois sistemas forrageiros sob pastejo com vacas leiteiras.** 2009. 111p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v. 24, n. 6, p. 821-829, 1973.

SYLVESTER-BRADLEY R; MOSQUERA D.; MENDEZ, J. Selection of rhizobia for inoculation of forage legumes in savanna and rainforest soils of tropical America. In: BECK, D.P.; MATERON, L. A. (Ed.). **Nitrogen Fixation by Legumes in Mediterranean Agriculture** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1988. p 225-234.

TEMPERTON, V.M.; MWANGI, P.N.; SCHERER-LORENZEN, M.; SCHMID, B.; BUCHMANN, N. Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. **Oecologia**, Berlin, v. 151, p. 190–205, 2007.

THUROW, J.M.; NABINGER, C.; CASTILHOS, Z.M.S.; CARVALHO, P.C.F.; MEDEIROS, C.M.O.; MACHADO, M.D. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 818-826, 2009.

TOTHILL, J.C. The role of legumes in farming systems of Sub-Saharan África. In: WORKSHOP HELD AT THE INTERNATIONAL LIVESTOCK CENTER FOR AFRICA, 1986, Addis Ababa. **Proceedings...** Ethiopia: ILCA, 1986. p. 162-185

TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 883-890, 2007.

UNGAR, E.D.; GENIZI, A.; DEMMENT, M. W. Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 6, p. 973-978, 1991.

UNGAR, E.D. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 185–218.

UNGAR E.; RAVID N.; BRUCKENTAL I. Bite dimensions for cattle grazing herbage at low levels of depletion. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, p.35–45, 2001.

VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S.; MENDONÇA, H.A.; SALES, M.F.L. Velocidade de estabelecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1569-1577, 2003.

WALLIS-DE-VRIES, M.F. Estimating forage intake and quality in grazing cattle : A reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management**, Tucson, v. 48, p. 370–375, 1995.

WARREN-WILSON, J. Inclined point quadrat. **New Phytology**, Oxford, v. 58, p. 92-101, 1960.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.