

SAMUEL ALMEIDA DA LUZ

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRIVITO DA
Brachiaria brizantha EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM *Samanea tubulosa* NO
ACRE**



RIO BRANCO

2010

SAMUEL ALMEIDA DA LUZ



**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRIVITO DA
Brachiaria brizantha EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM *Samanea tubulosa* NO
ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Tadário Kamel de Oliveira

RIO BRANCO

2010

Aos meus pais
Arnaldo Evangelista da Luz e Ozair Almeida da Luz
pelo apoio, ensinamentos e exemplo que sempre nortearam minha vida
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e saúde que me foi concedida para a realização desse trabalho.

A Universidade Federal do Acre - UFAC e Embrapa Acre, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Ao meu orientador Tadário Kamel de Oliveira, pela amizade, ensinamentos e confiança no meu potencial.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido em forma de bolsa de estudo.

Aos meus irmãos Daniel Almeida da Luz e Arnaldo Evangelista da Luz Júnior, pela amizade, amor e apoio irrestrito.

Aos professores do curso de pós-graduação da UFAC, em especial a Carlos Maurício Soares de Andrade, Jorge Ferreira Kusdra e Sebastião Elviro de Araújo Neto, pelos ensinamentos transmitidos e dedicação prestada.

Ao Sr. João Marques Neto, por permitir a realização desse trabalho em sua propriedade e pelo exemplo de vivência e sabedoria que nos deu ao manter árvores na pastagem, contrariando o pensamento vigente da época.

Aos meus amigos Lauro Saraiva Lessa, Francisco Chagas Bezerra dos Santos (Charles) e Tânia Carvalho de Oliveira, pela amizade e incentivo para a realização desse curso.

Aos amigos Nilson Gomes Bardales, Aliny Alencar, Deborah Verçosa, Ana Paula Moraes e Susana Melo, pela amizade e apoio durante a realização desse curso.

A minha namorada Maria Júlia, pelo apoio, incentivo e compreensão nesta etapa final de conclusão de curso.

A todos os funcionários da Embrapa Acre, pela ajuda indispensável em todas as fases de elaboração deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

“Quem não lutar pra conquistar o que sonhou
Fazer por merecer
Se iluminar com a luz que há no vencedor
Pode até ganhar, e méritos não ter
Aquecer os seus ideais em muito amor
Com o poder nas mãos, não brincar
O arvoredo do mal derrubar
E arrancá-lo bem na raiz
Sua vida no bem sublimar
Pra ajudar a erguer o pilar
De um mundo bem mais feliz”

Candeia e Luiz Carlos da Vila

RESUMO

A pecuária bovina é a principal atividade econômica do setor primário do Estado do Acre. Porém, em diversas propriedades as áreas destinadas a esse uso estão degradadas ou em processo de degradação. A implantação de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris, contribui com a solução desse problema, uma vez que a presença de árvores promove conforto térmico aos animais e pode aumentar a produção e qualidade de forragem, dentre outras vantagens. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da leguminosa arbórea *Samanea tubulosa* (Bordão-de-velho) sobre o valor nutritivo e produtividade da gramínea *Brachiaria brizantha* e sobre atributos químicos do solo em sistema silvipastoril no Acre. Foram realizados experimentos no município de Epitaciolândia – AC, no delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas, três classes de área de copa das árvores (0 a 50 m², 51 a 100 m² e acima de 100 m²), e as subparcelas quatro distâncias do ponto de coleta para o tronco de cada árvore (metade do raio da copa: 0,5R; raio de projeção da copa: 1R; duas vezes o raio da copa: 2R; e três vezes o raio da copa: 3R). Foram realizadas avaliações do componente solo nas épocas seca e chuvosa; e da forragem nas épocas seca, chuvosa e transições seca-chuva e chuva-seca. Cada época de avaliação, tanto para o solo quanto para a forragem foram analisadas separadamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito das áreas de copa, estas foram comparadas por meio do teste de Tukey (P<0,05). O efeito das distâncias das árvores foi avaliado por análise regressão. Verificou-se que a espécie arbórea *Samanea tubulosa* (Bordão-de-velho) promove efeito positivo sobre a taxa de acúmulo de matéria seca da pastagem e a porcentagem de proteína bruta na forragem de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril. Durante o período seco, o Bordão-de-velho melhora a fertilidade do solo, com aumento nos teores de cálcio, soma de bases e saturação por bases em relação à área a pleno sol. E a área de influência do Bordão-de-velho na forragem de *Brachiaria brizantha* e em atributos químicos do solo tem efeito positivo mais intenso sob a copa das árvores.

Palavras-chave: Integração lavoura x pecuária x floresta, sistema agroflorestal, pecuária sustentável, Amazônia.

ABSTRACT

In Acre, livestock is the main primary sector's economical activity. However, in several farms, it can observe degraded areas or in process to. The implementation of silvopastoral systems may contribute to solve this problem, enhancing animal thermal comfort, forage's production and quality, among others advantages. This work aimed to evaluate the effect of *Samanea tubulosa* over nutritive value and productivity of *Brachiaria brizantha* and soil chemical attributes in silvopastoral systems in Acre. It was made an experiment in Epitaciolândia – Acre, Brazil, in a complete randomized blocks. It were installed in split plots, canopy area groups (0-50 m², 50-100 m² and bigger than 100 m²) as the primary treatments and four distances from tree (0,5R: half canopy projection; 1R: canopy projection; 2R: twice canopy projection; 3R: three times canopy projection), as the secondary ones. It were made evaluations for soil in dry and rainy season; and for pasture in dry, rainy and two mid-seasons dry to rainy and rainy to dry seasons. Each season, for soil and pasture evaluation, were analyzed separately. The data was submitted to variance analysis and, when differences among means were detected, a Tukey test (P<0,05) were applied to plots. For split plot, regression analysis were made. It was verified that tree *Samanea tubulosa* promotes positive effect in forage dry matter accumulation rate and crude protein in silvopastoral systems. During dry season, Bordão-de-velho improves soil fertility, increasing calcium, sum of bases and bases saturation amounts compared with open area. The tree influence area over forage *Brachiaria brizantha* and soli fertility is more intense under tree canopy.

Key-words: Crop-livestock-forest integration, agroforestry systems, sustainable livestock, Amazon.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Teores de cálcio no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	35
GRÁFICO 2 – Soma de bases no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	36
GRÁFICO 3 – Saturação por bases no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	36
GRÁFICO 4 – Teores de fósforo no solo na época seca no tratamento 3, em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	37
GRÁFICO 5 – Proteína bruta da parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> na parcela 3, na época seca em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	45
GRÁFICO 6 – Teores de potássio na parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> , na época seca em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	47
GRÁFICO 7 – Teores de fibra em detergente ácido na parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> , na transição seca-chuva em função da distância do raio da copa de bordão de velho.....	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da área de estudo.....	27
FIGURA 2 – Médias e desvio padrão de precipitação, em mm, de chuvas na bacia do Rio Acre, de 2001 a 2009.....	28
FIGURA 3 – Representação da faixa (direção) adotada na amostragem de solo e forragem do experimento.....	30
FIGURA 4. Gaiola de exclusão utilizada no experimento.....	32
FIGURA 5 – Taxa de acúmulo de matéria seca de <i>Brachiaria brizantha</i> nas épocas chuvosa (a), transição chuva-seca (b), seca (c) e transição seca-chuva (d) em sistema silvipastoril com <i>Samanea tubulosa</i>	40
FIGURA 6 – Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos na área sob a copa de <i>Samanea tubulosa</i> e na área adjacente a pleno sol	42

Figura 7 – Porcentagem de proteína bruta em *Brachiaria brizantha* nas épocas chuvosa (a), transição chuva-seca (b), e transição seca-chuva (c) em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*.....44

FIGURA 8 – Teores de fósforo na parte aérea de *Brachiaria brizantha* nas épocas chuvosa (a), transição chuva-seca (b) e seca (c) em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*.....46

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Limites das áreas de copa (tratamentos das parcelas), área de copa, diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de plantas (H) de Bordão-de-velho em sistema silvipastoril, por ocasião da avaliação de solo na época de estiagem (período seco).....29
- TABELA 2. Limites das áreas de copa (tratamentos das parcelas), área de copa, diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de plantas (H) de Bordão-de-velho em sistema silvipastoril, por ocasião da avaliação de solo no período chuvoso.....30

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e H+Al de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época seca.....57
- APÊNDICE B - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a pH, matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V) de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época seca.....57
- APÊNDICE C - Resumo de análise de variâncias dos dados referentes a fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e H+Al de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época chuvosa.....58
- APÊNDICE D - Resumo de análise de variâncias dos dados referentes a pH, matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V) de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época chuvosa.....58
- APÊNDICE E - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época chuvosa.....59
- APÊNDICE F - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de

	<i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época chuvosa.....	59
APÊNDICE G	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na transição chuva-seca.....	60
APÊNDICE H	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na transição chuva-seca.....	60
APÊNDICE I	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época seca.....	61
APÊNDICE J	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época seca.....	61
APÊNDICE K	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época transição seca-chuva.....	62
APÊNDICE L	- Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de <i>Brachiaria brizantha</i> em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época transição seca-chuva.....	62

APÊNDICE M - Tabela de médias dos dados de solo (0-20 cm) que não foram significativos, na época chuvosa.....63

APÊNDICE N - Tabela de médias dos dados de solo (0-20 cm) na época seca.....64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 SISTEMAS SILVIPASTORIS E AGROSSILVIPASTORIS.....	18
2.2 EFEITO DAS ÁRVORES NA PASTAGEM E NO SOLO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS.....	20
2.3 IMPORTÂNCIA DAS LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS.....	23
2.3.1 Bordão-de-velho (<i>Samanea tubulosa</i> (Bentham) Barneby;Grimes).....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	27
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	28
3.2.1 Componente solo.....	29
3.2.1.1 Variáveis analisadas.....	31
3.2.2 Componente pasto.....	31
3.2.2.1 Varáveis analisadas.....	32
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 COMPONENTE SOLO.....	35
4.2 COMPONENTE PASTO.....	39
5 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICES	56

1 INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é a maior e mais importante atividade agropecuária do Acre, ocupa mais de 80% da área total desmatada e apresenta grande participação no PIB do Estado (ACRE, 2006). Também representa muito para a Amazônia como um todo, pois essa região produz 38% da carne bovina brasileira, sendo importantíssima para o Brasil se tornar o maior exportador dessa carne no mundo (VALENTIM; ANDRADE, 2009).

No entanto, as pastagens recebem críticas pela perda da biodiversidade e modificação do ecossistema devido ao desmatamento, além da degradação e da grande quantidade de florestas secundárias originadas de pastagens abandonadas (VEIGA et al., 2000). Essa degradação causa impactos severos no ecossistema, principalmente modificações no clima e solo, como afirma FRANKE (1999). Devido à conseqüente baixa produtividade do sistema, a pressão por novas áreas é intensa e o desmate e queima é cada vez maior para manter a produção em nível constante.

O superpastejo, uso do fogo, a queda da fertilidade do solo, o ataque das cigarrinhas-das-pastagens em áreas formadas com Braquiariinha (*Brachiaria decumbens* Stapf), e, mais recentemente, a síndrome da morte do capim Brizantão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), são os principais fatores que fazem com que mais de 60% das pastagens cultivadas na região estejam degradadas ou em processo de degradação (VALENTIM et al., 2000). No Acre, a principal causa de degradação de pastagens é a síndrome da morte do capim brizantão, seguido por manejo incorreto do pasto (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2006).

É necessário, portanto, fornecer subsídios tecnológicos para que os produtores consigam produzir alimentos com grande eficiência em áreas já antropizadas, adotando práticas que conciliem produção pecuária e agroflorestal, buscando diversificar o sistema e assegurando maior produtividade e rentabilidade, para que a pressão por áreas nativas na Amazônia seja minimizada.

Os sistemas silvipastoris (SSP) e agrossilvipastoris (ASP) são tipos de sistemas agroflorestais que consistem na consorciação de espécies arbóreas ou arbustivas com pastagem, tendo ou não o componente agrícola inserido, em um esquema seqüencial (MONTAGNINI, 1992).

Sistemas silvipastoris naturais são observados nas regiões de cerrado e nas savanas africanas, onde se pode constatar a presença de árvores associada com as

gramíneas nativas e que, inclusive, representam o centro de origem de muitas forrageiras usadas no Brasil (gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Cynodon*, etc.).

As árvores consorciadas com as pastagens podem fornecer tanto serviços (sombra para o gado, fixação de nitrogênio, melhoria na ciclagem de nutrientes, redução da erosão do solo e proteção de nascentes) quanto produtos (madeira, frutos, forragem, óleos, resinas, etc.) (FRANKE; FURTADO, 2001; ANDRADE et al., 2002a; CARVALHO et al., 2002). Para o desenvolvimento desses sistemas, ainda existem muitas lacunas a ser respondidas acerca do comportamento dos elementos do sistema e das interações entre seus componentes.

Alguns critérios devem ser observados na seleção das espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. O uso múltiplo, leguminosas, árvores com potencial econômico, sem efeito tóxico para os animais e para o pasto, rápido crescimento e características da arquitetura da copa constituem parte significativa destes fatores (OLIVEIRA et al., 2003). Faz-se necessário, portanto, avaliar o comportamento do componente arbóreo nestes sistemas, especialmente quanto às espécies nativas da Amazônia.

O bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) é uma árvore nativa que, devido sua grande regeneração natural, ocorre em pastagens no Acre (FRANKE, 1999). Está entre as melhores leguminosas para uso em pastagens segundo características silviculturais das árvores, pois apresenta porte alto, associado com copas altas e base da copa alta, o que permite boa penetração de luz no sub-bosque (ANDRADE et al., 2009)

A investigação de aspectos importantes do consórcio entre leguminosas arbóreas e gramínea forrageira contribuirá para a melhor compreensão do sistema e pode servir de apoio para recomendações técnicas e planos de manejo de pastagens em sistemas silvipastoris na Amazônia. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da leguminosa arbórea *Samanea tubulosa* sobre o valor nutritivo e produtividade da gramínea *Brachiaria brizantha* e sobre atributos químicos do solo em sistema silvipastoril no Acre.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na Amazônia Legal, atualmente, existe um rebanho superior a 70 milhões de cabeças, criados em 61 milhões de hectares de pastagens. Nos últimos 30 anos, a região norte foi responsável pelo maior crescimento do rebanho bovino no Brasil (VALENTIM; ANDRADE, 2009).

No Acre, a pecuária é a mais importante atividade do ponto de vista econômico do setor primário. Representa mais de 81 % da área desmatada, contribuiu com 46 % do valor bruto da produção no ano de 2003 e, de 1990 a 2004, teve um incremento de 416 % no número de cabeças, superior aos aumentos na Amazônia e Brasil, que foram de 173% e 39 %, respectivamente. No mesmo período, a área desmatada aumentou 147% (ACRE, 2006).

Esse aumento no rebanho foi possível devido à incorporação de tecnologias que permitem maiores taxas de lotação por hectare e, em menor magnitude, à abertura de novas áreas. O emprego de tecnologias na pecuária permitiram, nos últimos 30 anos, evitar a incorporação de 147,5 milhões de hectares na Amazônia Legal (VALENTIM; ANDRADE, 2009).

Dentre essas tecnologias destaca-se o uso de puerária (*Pueraria phaseoloides*), que está presente em 50 % de propriedades com pasto no Estado e o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), para o qual aproximadamente 1000 propriedades, em 2004, já faziam uso dessa leguminosa (ACRE, 2006). O produto desse manejo mais eficiente fez o Acre evoluir na taxa de lotação de 0,77 para 1,77 UA. ha⁻¹, um aumento de 134% nos últimos 30 anos, a maior da Amazônia Legal (VALENTIM; ANDRADE, 2009).

As técnicas de divisão de pastagens, pastejo rotacionado e estratégias de manejo (ANDRADE et al., 2006a,b), renovação ou reforma manual e mecanizada de pastagens, utilização de forrageiras adequadas nas área com incidência de síndrome da morte do capim-brizantão (ANDRADE; VALENTIM, 2007) configuram dentre os principais exemplos das tecnologias que contribuem com o bom desempenho da atividade pecuária no Estado, considerando que buscam reverter as principais causas de degradação de pastagens cultivadas na Amazônia. Estas causas de degradação estão relacionadas à má formação e ausência de adubação das pastagens, uso do fogo, incidência de cigarrinha-das-pastagens e síndrome da

morte do capim-brizantão, superlotação e manejo incorreto das pastagens (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2006).

Neste contexto, dentre as alternativas para o sucesso da pecuária, além das mencionadas anteriormente, ou como estratégia para recuperação de pastagens estão os sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris (CARVALHO et al., 2000; DIAS-FILHO, 2003).

A utilização de SSP é recomendada para recuperação de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2003), pois pode aumentar a produção, melhorar o valor nutritivo, aumentando a eficiência econômica e agrônômica da pastagem, além do aumento na diversidade biológica (DIAS-FILHO, 2006).

2.1 SISTEMAS SILVIPASTORIS E AGROSSILVIPASTORIS

O sistema silvipastoril (SSP) caracteriza-se pela incorporação de árvores à criação de animais em pastejo ou a introdução de pasto e animais em povoamentos florestais. O sistema agrossilvipastoril (ASP) é outro tipo de sistema, que consiste na implantação seqüencial de cultivos agrícolas e árvores, mais formação pastagem e introdução de animais no sistema (MONTAGNINI, 1992).

Existem alguns tipos de SSP que diferem pelo arranjo das árvores na pastagem e finalidade dos produtos no sistema. Uma modalidade é o SSP com árvores dispersas na pastagem, que procura fornecer proteção ao rebanho, tal como sombra, quebra-vento, evitar estresse térmico e promover melhoria na qualidade da pastagem (MONTROYA et al., 1994).

Outro tipo de arranjo promissor é o de bosques na pastagem, servindo de abrigo aos animais e produção de lenha para serraria e construção civil (DUBOIS et al., 1996).

O plantio em faixas consiste na implantação de espécies arbóreas na pastagem, recortando toda a área, preferencialmente em curva de nível, fornecendo sombra para o gado e também produção de madeira (FRANKE; FURTADO, 2001).

O uso de cercas vivas é amplamente recomendado, pois além de outras vantagens, proporcionam sombra e facilitam a obtenção de estacas para novas cercas, entretanto, necessitam de proteção quando jovens e existe pouca disponibilidade de espécies com capacidade de enraizamento por estacas (MIRANDA; VALENTIM, 1998).

O modo de implantação de SSP é fundamental no sucesso do empreendimento. Lessa et al. (2006) mostraram que o plantio de árvores diretamente na pastagem com a presença de animais não é satisfatório, pois estas apresentam baixa taxa de sobrevivência e crescimento inferior quando comparado ao consórcio com culturas anuais.

Os animais devem ser inseridos no sistema quando as árvores já tenham porte suficiente para suportar os danos causados pelos animais. Franke e Furtado (2001) recomendam que em plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum*) e eucalipto (*Eucalyptus* sp.), a entrada de bovinos não deve ser feita antes de três anos do plantio.

Em todas as modalidades de SSP, existe uma forte inter-relação entre os componentes, baseada na constante interação entre as árvores, a pastagem e os animais. Dentre elas, a interação árvore – pastagem concentra grande importância, pois é a fonte de energia para que o sistema seja produtivo. Apesar das diferenças morfológicas, competem por nutrientes e água na zona radicular. A quantidade de luz que o pasto recebe é determinada pela árvore e a maioria das gramíneas usadas foram selecionadas para ambientes a pleno sol (VEIGA; VEIGA, 2000).

Em gramíneas sombreadas, a demanda por água é menor devido a diminuição da velocidade do vento e variações microclimáticas; e na época da seca o solo sob as árvores apresentam maiores teores de umidade que aqueles a pleno sol (ANDERSON et al., 1988¹, citado por SOUZA et al, 2007).

¹ ANDERSON, G.W.; MODRE, R.W.; JENKINS, P.J. The integration of pasture, livestock and widely-space pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems*, v.6, p.195-211, 1988.

2.2 EFEITO DAS ÁRVORES NA PASTAGEM E NO SOLO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

A influência de árvores sobre o pasto é observada nas taxas de produtividade, proteína bruta ou de minerais na parte aérea da gramínea (CARVALHO, et al., 1994; OLIVEIRA et al., 2007; PACIULLO et al., 2008). Segundo Dias et al. (2005), a gramínea é altamente influenciada pela espécie arbórea escolhida e o nível de sombreamento que ela exerce.

A gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é conhecida por apresentar boa tolerância à sombra, sendo recomendada para uso em sistemas silvipastoris (ANDRADE et al, 2004; CARVALHO et al, 2002)

A quantidade de sombreamento é crucial para o desenvolvimento do SSP. A braquiária procura se adaptar para melhor aproveitar a luz incidente. Para isso, alguns fatores podem ser observados, como aumento da lâmina foliar e maior teor de PB na planta (CASTRO et al, 1999; SILVA et al, 2009), além da habilidade de ajustar sua taxa fotossintética em resposta à sombra, com maiores taxas de clorofila na folha (DIAS-FILHO, 2002).

Outra resposta morfológica à sombra é o menor número de perfilhos, que são compensados por maior peso por perfilho, resultado de maiores taxas de alongamento de lâmina foliar de colmo e, conseqüentemente, maior massa de forragem (PACIULLO et al, 2008). Em *B. decumbens*, o sombreamento causa maior taxa de alongamento de colmo e comprimento de folhas, mostrando grande plasticidade do aparelho fotossintético às mudanças na luminosidade (CAMPOS et al, 2007).

Em *B. decumbens*, mesmo com menor taxa de área foliar na sombra, a interceptação luminosa é igual à pleno sol, graças a arquitetura das folhas, que são mais horizontais e melhoram a captação de luz no sub-bosque (PACIULLO et al, 2007).

A produtividade pode ser influenciada positiva ou negativamente em SSP. Provavelmente o principal fator seja a intensidade luminosa que o sob-bosque receba.

Alguns trabalhos (CARVALHO et al, 1994), mesmo observando leguminosas arbóreas, não relatam aumentos na produção total de matéria seca do pasto. Porém, quando se observa somente a disponibilidade de forragem (folhas verdes), esta não é influenciada pela sombra, com valores semelhantes em *B. brizantha* a pleno sol. A diferença está na quantidade de material morto presente em uma das avaliações.

A maior produtividade é resultado direto de maior fertilidade do solo. Em SSP podemos encontrar maiores teores de matéria orgânica, $\text{NO}^{-3}\text{-N}$, Ca, P e K, maior biomassa microbiana e nematóides, menor temperatura e maior teor de água durante o período de rápido crescimento das plantas (BELSKY, 1992).

Outro fator importante no manejo de SSP é o estágio de desenvolvimento dos componentes na fase de implantação do sistema, pois uma árvore já adulta influencia negativamente no estabelecimento do pasto, intensificando disputa por água, luz e nutrientes, pois, nessa fase, a gramínea ainda não possui o sistema radicular bem desenvolvido e ainda não houve perfilhamento (CARVALHO et al, 1995; CARVALHO et al, 1997).

De qualquer maneira, mesmo em locais onde ocorre maior produção na sombra, existe um estresse na forragem. De acordo com Rozados-Lorenzo et al, (2007), o índice de área foliar das árvores no pasto é inversamente correlacionado com a produção anual da forragem.

Contudo, outros fatores além do sombreamento podem interferir na produção de forragem em SSP. Em sistema agrossilvipastoril com capim Tanzânia-1 e eucalipto, verificou-se que o fator limitante para o crescimento de forragem naquele sistema era o teor de N no solo, haja vista a grande produção de forragem após a adubação nitrogenada (ANDRADE et al, 2001).

A maior produtividade pode ser explicada, mesmo sob sombreamento intenso, pelo fato de haver maior fertilidade sob a copa do que fora, proporcionando melhores condições para a forrageira. A gramínea sofre um estresse por falta de radiação, mas é compensada com maior fertilidade do solo sob a copa da leguminosa (PACIULLO et al., 2008).

A *Brachiaria brizantha* consorciada com eucalipto (híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *E. urophylla* S.T. Blake) apresenta maior produtividade à sombra, independentemente do arranjo estrutural utilizado (OLIVEIRA et al., 2007)

Em outro estudo verificando a interação entre *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) observou-se que houve maior produção de MS da gramínea sob a copa da árvore e, apesar do estiolamento promovido pela árvore sobre a gramínea, não afetou os valores de fibras em detergente ácido e neutro (SOUSA et al., 2010).

Os teores de proteína bruta são geralmente maiores em gramíneas sombreadas (CARVALHO et al. 1995;1997, PACIULLO et al. 2007;2008 BELSKY, 1992, CASTRO et al, 1999, FRANKE et al, 2001 ANDRADE et al, 2002a). Carvalho et al (1994) atribui esse comportamento à maior fertilidade proporcionada pela ciclagem de nutrientes mais eficiente sob a copa das árvores.

Com relação a fertilidade do solo, Reis et al. (2009), com o intuito de avaliar a contribuição de *Zeyheria tuberculosa* Vell. Bur na fertilidade do solo em sistema silvipastoril, coletaram mensalmente restos vegetais das árvores e avaliaram os teores de nutrientes e também amostras de solo no sistema silvipastoril e em área de pastagem próxima. Foram encontrados elevados teores de nitrogênio, potássio e cálcio na serrapilheira da árvore, porém esses valores não refletiram no solo devido a alta relação C/N e lignina/N nos restos vegetais, o que inviabilizou a disponibilidade desses nutrientes no solo, ao longo do processo de decomposição. Com relação aos teores de H+Al, esses autores obtiveram maiores valores fora da influência das árvores.

Estudando o efeito de *Acacia mangium* sobre a fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens*, Xavier et al., (2003) observaram maiores teores de fósforo, saturação por bases e matéria orgânica, mas valores similares estatisticamente ($P < 0,05$) para cálcio, potássio, magnésio e pH em água em Latossolo vermelho-amarelo, de baixa fertilidade natural. Ainda segundo esses autores, o efeito positivo do sistema silvipastoril é mais evidente em solos mais pobres quimicamente.

De fato, em área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas sabiá (*Mimosa caesaliniifolia*), acácia (*Acacia auriculiformis*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) e avaliado o aporte de nutrientes pela deposição da serapilheira, depois de dez anos da implantação do sistema, verificou-se que o aporte de nutrientes aumentou consideravelmente (COSTA et al., 2004).

Algumas espécies, como *Ziziphus joazeiro* Mart. e *Prosopis juliflora* Swartz D.C enriquecem o solo sob a copa com fósforo. Esse efeito é atribuído à melhor atividade biológica sob a copa das árvores (TIESSEN et al., 2003).

Não somente os atributos químicos são influenciados pela presença de árvores em pastagem. A macrofauna do solo é amplamente beneficiada pelas árvores. Essa influência positiva esteve relacionada aos teores de N e à relação C:N do material foliar (DIAS et al., 2007).

2.3 IMPORTÂNCIA DAS LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

“A sustentabilidade de pastagens de gramíneas formadas em solos de baixa fertilidade natural, em geral, depende do aumento no suprimento de nitrogênio no solo, e de práticas corretas de manejo, medidas que, se adotadas, devem concorrer para manter a cobertura vegetal do solo e a disponibilidade de forragem em níveis adequados. Uma forma de se aumentar o suprimento de N no solo de pastagens cultivadas é a integração com árvores, principalmente as leguminosas fixadoras de N_2 . Além desse efeito, que influencia o crescimento e qualidade da forragem, as árvores podem também beneficiar os animais, promover a conservação do solo e melhorar o aproveitamento da água das chuvas nas pastagens” (CARVALHO et al., 2000).

As leguminosas arbóreas são importantes por fixarem nitrogênio do ar por meio de microrganismos presentes em nódulos nas raízes. Segundo Andrade et al. (2002a), a reposição de nitrogênio em pastagens é difícil, pois a adubação química apresenta pouca eficiência e o consórcio de gramíneas e leguminosas herbáceas não tem mostrado sucesso ao longo do tempo, pois a leguminosa é suprimida na maioria das vezes, à exceção dos resultados obtidos com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) (VALENTIM et al, 2001)

No entanto, Carvalho et al., (1997) em experimento que avaliou a produção e qualidade de seis gramíneas na fase de estabelecimento (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Panicum maximum* cv. Vencedor e *Setaria sphacelata* cv. Kazungula) sob copa de

angico vermelho, verificaram que a produção de matéria seca foi afetada negativamente sob a copa das árvores mas a acumulação de nitrogênio em *B. brizantha* cv. Marandu e em *Panicum maximum* cv. Vencedor foi maior 47% e 22%, respectivamente, na área de sombra do que na área em pleno sol.

Andrade et al., (2002a), buscando melhor compreender o efeito da leguminosa arbórea baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth) em ecossistema de pastagem estudaram, entre outros aspectos, os atributos químicos do solo sob a copa da árvore e na área adjacente a pleno sol. Observou-se em termos gerais que há maior fertilidade do solo sob a copa, onde foram encontrados maiores teores de fósforo e potássio disponíveis e cálcio trocável, maior soma de bases e capacidade de troca de cátions (efetiva e pH 7), menor teor de alumínio trocável, maior de matéria orgânica e nitrogênio total.

Ainda nesse trabalho, observou-se menor produção de matéria seca na sombra, com maior teor de nitrogênio na forragem, fato esse garantido pela alta quantidade de N na matéria orgânica (2,18%).

Sob a copa de *Gliricidia sepium* e *Leucena leucocephala*, a produção de *Dichanthium aristatum* não apresentou diferença e, à medida que se diminuiu a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), houve uma maior eficiência do uso da radiação, fato esse conseguido devido aos maiores teores de N sob a copa (CRUZ, 1997).

Dias et al. (2007), trabalhando com duas leguminosas nodulíferas (*Dalbergia nigra* e *Enterolobium contorsiliquum*) e uma não-nodulífera (*Peltophorum dubium*), avaliando capim survenola (híbrido entre *Digitaria setivalva* e *D. valida*), verificaram que grande parte do nitrogênio no capim é oriundo da fixação biológica de nitrogênio (FBN) e a maior influência foi próximo do tronco das árvores, inclusive para a espécie não nodulífera, fato que sugere que essa espécie possui um eficiente sistema de FBN associativa.

Em estudo realizado no Quênia, verificou-se que a presença de *Acacia tortilis* aumentou a produção de forragem sob sua copa, principalmente por causa do aumento da fertilidade do solo sob a copa e porque a sombra da árvore contribui reduzindo a temperatura, evapotranspiração e condutância em espécies crescendo sob a copa (BELSKY, 1994).

O uso de leguminosas, ao invés de outras espécies arbóreas em pastagem compensa a perda que a forragem teria com o sombreamento intenso, pois, com a serapilheira consegue-se uma melhor condição de fertilidade e maior produção de matéria seca (PACUILLO et al., 2008).

2.3.1 BORDÃO DE VELHO (*Samanea tubulosa* (Bentham) Barneby;Grimes)

A identificação de espécies benéficas para sistemas silvipastoris é fator fundamental para a ampla aceitação dessa tecnologia por produtores (ANDRADE et al., 2002a). Trabalhos envolvendo especificamente *Samanea tubulosa* são escassos na literatura, surgindo daí uma necessidade de investigação do comportamento e sinergia dessa árvore com o ecossistema de pastagem.

A espécie *Samanea tubulosa* (Bentham) Barneby;Grimes é uma árvore pertencente a família Mimosaceae, pode atingir 28 m de altura, com 12 m de fuste e 100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) e que ocorre naturalmente no Brasil, desde latitudes de 1° S, no Pará, até 22° 30' S, no Mato Grosso do Sul, e tem como sinônimas botânicas *Calliandra tubulosa* Bentham (1844), *Pithecelobium saman* var. (b) *acutifolium* Bentham “acutifolia” (1876); *Pithecelobium venosum* Rusby (1876); *Samanea saman* sense Bernardi (1984) (CARVALHO, 2007). Outra espécie do gênero, *S. inopinata*, também ocorre no Brasil, mais precisamente no litoral, e *S. saman* é nativa da região da América Central e países como Venezuela, Colômbia e Guianas (DURR, 2001).

Pode ser usada para muitos fins, sendo altamente recomendada para uso em pastagens, com vantagens de adubação verde, frutos comestíveis, planta melífera, sombra, dentre outras (FRANKE, 1999). Os frutos são vagens que atingem até 18,5 cm de comprimento, perfumado, polpa doce e sabor adocicado que são muito apreciados por bovinos e fauna nativa, e possuem 25% de açúcar (CARVALHO, 2007). Um aspecto favorável dos frutos é que amadurecem no período de estiagem na Amazônia, época de declínio na produtividade e qualidade da forragem na região e, por apresentarem grande teor de proteína e açúcares, são uma fonte de suplementação natural para os animais.

Em estudo sobre aspectos silviculturais de várias leguminosas arbóreas de ocorrência em pastagens no Acre, o bordão-de-velho foi classificado, junto a outras espécies, como de melhor recomendação para pastagens, pois apresenta porte alto e associa copas altas e base da copa alta, o que permite boa penetração de luz no sub-bosque (ANDRADE et al., 2009)

Durr e Rangel (2002) avaliaram o efeito de uma espécie do mesmo gênero, *Samanea saman*, em SSP com *Panicum maximum* na Austrália e observaram produção 90% maior (média de 883 g.m⁻²) sob a copa.

Estudando produtividade de capim-elefante (*Penisetum purpureum*) a pleno sol e sombreado por bordão de velho e timbaúba (*Enterolobium maximum*), Franke et al. (2001) observaram produtividade de matéria seca 28 % e 110 % maior sob a copa de bordão de velho e timbaúba, respectivamente, do que a pleno sol; e maior teor de proteína bruta (PB), enquanto que teores de FDN, FDA, P, K, Ca, MG, Fe, Cu, Mn e Zn permaneceram semelhantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi desenvolvido em área de produtor, no município de Epitaciolândia, distante aproximadamente 10 km da cidade, na BR-317 sentido Rio Branco (11° 02' 54,43" S 68° 37' 20,59" W e altitude em torno de 220 m) (Figura 1).

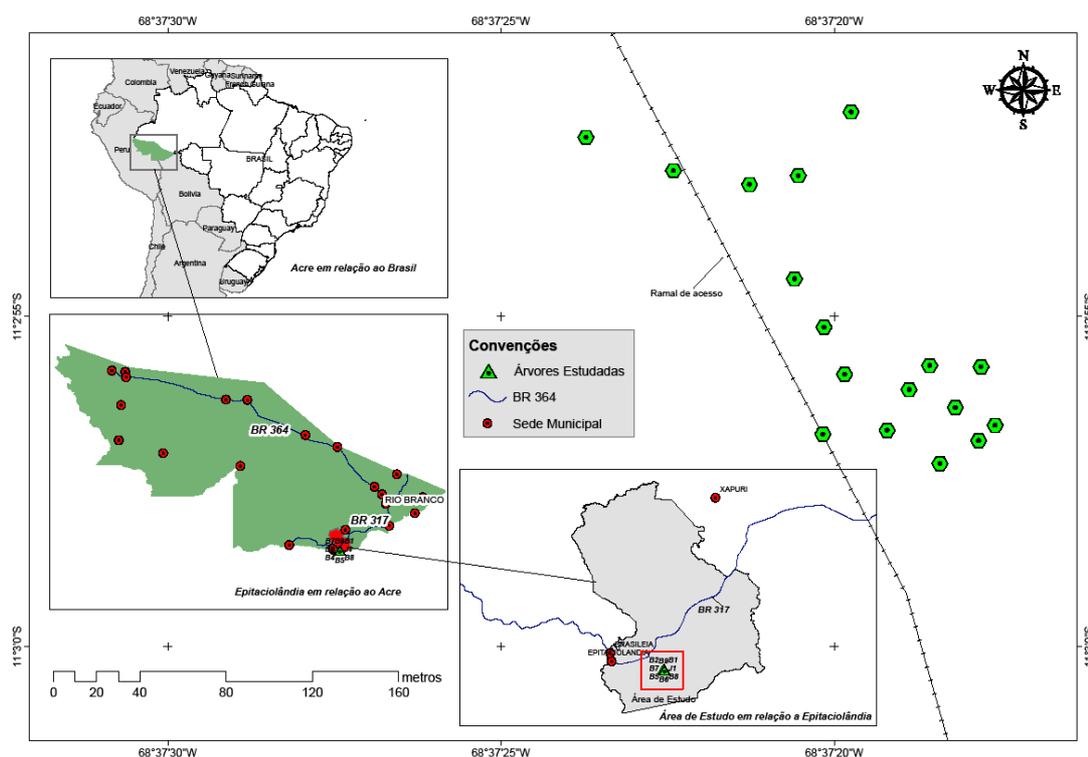


Figura 1 – Localização da área de estudo.

O tipo de solos predominante são os Argissolos em áreas de relevo mais movimentado (ACRE, 2006). Na área de estudo, o solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO latossólico, com concreções na faixa de 70 cm do perfil, com estrutura forte e textura a campo variando de franco-siltosa a franco-argilosa.

Em Brasiléia e Epitaciolândia o clima da região, segundo a classificação de Köppen é Aw, caracterizado por apresentar índice pluviométrico relativamente elevado de setembro a abril (média de 1.683 mm), com período seco de maio a agosto (média de 60 mm). A temperatura anual média é de 24,5 °C (PIMENTEL;

PINHEIRO, 2000). Os dados climáticos referentes à distribuição de chuvas na região durante o ano (média de 2001 a 2009) estão representados na Figura 2.

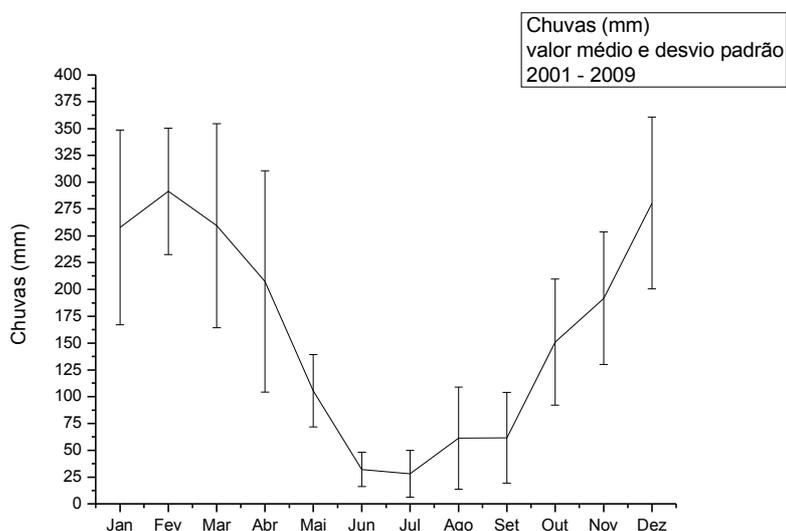


Figura 2 – Médias e desvio padrão de precipitação, em mm, de chuvas na bacia do Rio Acre, de 2001 a 2009. Fonte: BARDALES et al., 2010.

A área de floresta foi convertida em área agrícola em 1988, por meio do processo de derruba e queima, tradicional entre os produtores da época, na região. Após o preparo da área realizou-se o plantio de milho, arroz, feijão e mandioca por dois anos. Em seguida foi plantado o capim braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst Stapf) que vem sendo utilizado como pastagem para alimentação de bovinos com aptidão para produção de carne e leite.

No pasto, árvores de bordão-de-velho foram incorporadas no sistema por manejo da regeneração natural, feita por meio da seleção de indivíduos desejáveis que foram mantidos na área, na medida em que surgiam espontaneamente. Este processo descreve o histórico de implantação do sistema silvipastoril estudado.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O trabalho consistiu de seis avaliações, duas com a finalidade de observar a fertilidade do solo no sistema e quatro para monitorar a produtividade e valor nutritivo do capim brizantão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Para isso, foram realizadas coletas de solo e forragem em um gradiente de distanciamento das

árvores, visando verificar a contribuição do bordão-de-velho na qualidade e produtividade da gramínea e em atributos químicos do solo.

As árvores foram selecionadas de acordo com suas áreas de copa, sendo divididas em três classes (copa pequena, média e grande) (Tabela 1). Em seguida, 128 amostras de solo na camada de 0-20 cm e 256 amostras de forragem foram retiradas entre 315° e 45° em relação ao Norte (noroeste a nordeste) (Figura 3).

Tabela 1. Classes de área de copa (tratamentos das parcelas), área de copa, diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de plantas (H) de Bordão-de-velho em sistema silvipastoril, por ocasião da avaliação de solo na época de estiagem (período seco).

Tratamentos	Árvores	Área de Copa (m ²)	DAP (cm)	H (m)
Classe 1 (Copa pequena, até 50 m ²)	1	7,65	8,28	4,75
	2	13,69	13,66	6,00
	3	20,15	10,50	6,50
	4	25,97	13,53	7,00
	5	31,17	17,35	6,75
	6	37,01	16,55	8,50
	7	46,32	18,30	6,50
Classe 2 (copa média, de 51 a 100 m ²)	8	55,35	22,12	7,00
	9	59,11	21,23	8,50
	10	70,36	22,76	8,50
	11	79,72	21,65	7,60
	12	96,16	26,87	10,00
Classe 3 (copa grande, acima de 100 m ²)	13	140,40	32,98	10,00
	14	151,75	37,21	10,50
	15	224,05	52,52	12,50
	16	260,30	33,74	10,00

3.2.1 Componente solo

Foram realizadas duas coletas de solo, em 13/09/2008 (época de estiagem – período seco) e 12/02/2009 (período chuvoso). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos da parcela foram constituídos por três classes de área de copa (1 – de 0 a 50 m²; 2 – de 51 a 100 m²; 3 – acima de 100 m²) conforme Tabelas 1 e 2. Os tratamentos da subparcela consistiram de quatro distâncias do ponto de coleta para o tronco de cada árvore (metade do raio da copa: 0,5R; raio de projeção da copa: 1R; duas vezes o raio da copa: 2R; e três vezes o raio da copa: 3R) (Figura 3).

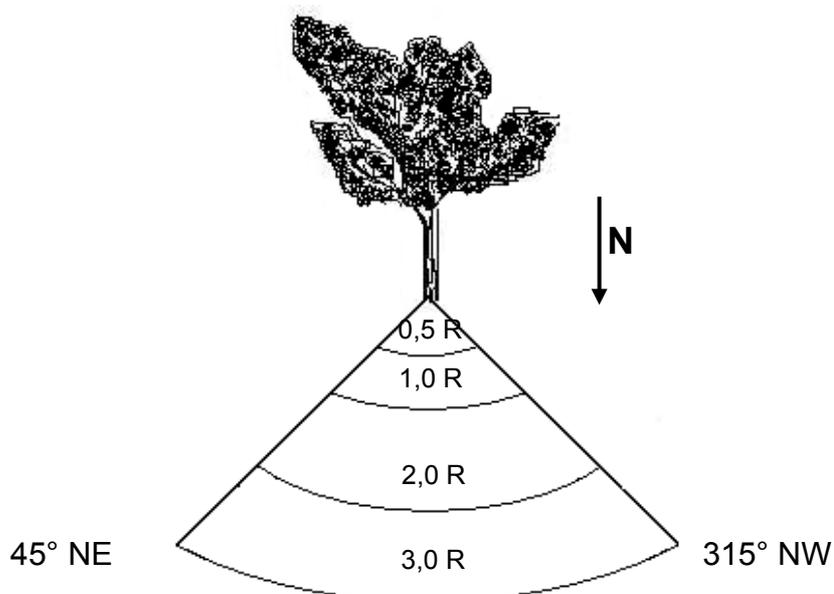


Figura 3 – Representação da faixa (direção) adotada na amostragem de solo e forragem do experimento.

Tabela 2. Classes de área de copa (tratamentos das parcelas), área de copa, diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de plantas (H) de Bordão-de-velho em sistema silvipastoril, por ocasião da avaliação de solo no período chuvoso.

Treatments	Árvores	Área de Copa (m ²)	DAP (cm)	H (m)
Classe 1 (copa pequena, até 50 m ²)	1	18,22	9,55	5,00
	2	32,17	15,44	6,00
	3	40,49	13,37	8,00
	4	45,51	13,69	7,00
Classe 2 (copa média, de 51 a 100 m ²)	5	52,04	16,55	7,50
	6	69,28	19,42	7,00
	7	71,00	18,78	7,00
	8	90,26	21,96	7,50
	9	96,00	22,38	8,50
Classe 3 (copa grande, acima de 100 m ²)	10	113,78	23,87	9,00
	11	120,22	22,06	9,75
	12	141,95	28,97	10,00
	13	144,07	32,79	9,50
	14	180,79	38,52	11,00
	15	242,29	52,52	12,50
	16	293,52	35,65	11,00

3.2.1.1 Variáveis analisadas

Por meio das amostras enviadas ao laboratório de Solos da Embrapa Acre, realizaram-se determinações de P (Mehlich-1), pH (proporção de 1:2,5 para solo : água) Ca^{+2} , Mg^{+2} (extraídos pelo KCl 1 N) e H+Al (SMP), bem como soma de bases (SB), saturação por bases (V%) e CTC potencial. O carbono orgânico foi determinado pelo método colorimétrico e a matéria orgânica foi estimada multiplicando-se o teor de carbono orgânico por 1,724 (TOMÉ JR. 1997).

3.2.2 Componente pasto

Com relação à forragem, o experimento também foi instalado em delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos da parcela foram constituídos por três classes de área de copa. Considerando o maior período de avaliação da forragem em relação ao componente solo, houve crescimento das árvores, implicando em novos valores para as classes de área de copa (Tabela 2).

Os da subparcela consistiram de quatro distâncias do ponto de coleta para o tronco de cada árvore (metade do raio da copa: 0,5R; raio de projeção da copa: 1R; duas vezes o raio da copa: 2R; e três vezes o raio da copa: 3R) (Figura 3).

As avaliações do componente pastagem foram realizadas em quatro épocas distintas: transição chuva/seca (05/05/2009 a 30/06/2009), período seco (01/08/2009 a 16/10/2009), transição seca/chuva (16/10/2009 a 12/12/2009) e período chuvoso (12/12/2009 a 04/02/2010).

As unidades experimentais foram isoladas do pastejo por meio do uso de gaiolas de exclusão (0,7 m de largura, 1,20 m de comprimento e 1,0 m de altura) (Figura 4). As amostras foram coletadas por meio de 4 gaiolas de exclusão por árvore. Inicialmente realizou-se um corte de uniformização, a 15 cm de altura do pasto e, após 56 dias de isolamento, (exceto para a época seca, com período de 76 dias) retirou-se amostras de uma área de 0,84 m² (área de uma gaiola), procedendo-se à pesagem da massa verde de forragem existente na gaiola imediatamente após o corte.



Figura 4. Gaiola de exclusão utilizada no experimento.

3.2.2.1 Variáveis analisadas

O pasto foi avaliado quanto a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, e teores de macronutrientes na forragem. As análises foram realizadas no laboratório de bromatologia da Embrapa Acre.

Para avaliar a produtividade de forragem, foram retiradas amostras de 300 g de massa verde das quatro distâncias em cada árvore. As amostras foram colocadas em sacos de papel e em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até atingirem estabilização do peso. A porcentagem de matéria seca em cada amostra correspondia ao teor de matéria seca. A produtividade de matéria seca foi calculada por meio do produto do teor de matéria seca com a produção de massa verde em cada subparcela, sendo os valores transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. A obtenção dos dados de TAMS foi realizada a partir da divisão do valor da quantidade de matéria seca, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, por 56 dias de avaliação para as épocas chuvosa, transição chuva-seca e seca-chuva, e de 76 dias para a época seca, obtendo assim valores em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Para a verificação da quantidade de fibras, as amostras retiradas para avaliação do teor de matéria seca em cada subparcela após a secagem em estufa, foram moídas em moinho tipo Wiley e enviadas para laboratório, para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca, segundo o método descrito por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação dos teores de macronutrientes na parte aérea da forrageira, foram obtidos extratos da matéria seca por meio de digestão nitroperclórica (Malavolta et al., 1997). O teor de N foi determinado pelo método Semi-Micro Kjeldahl (SILVA, 2002), os teores de P por colorimetria, K por fotometria de chama, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (NOGUEIRA; SOUZA, 2005).

O teor de proteína bruta (PB) foi calculado mediante a multiplicação do teor de N, em porcentagem, pelo fator de correção (6,25), para cada distância em cada tratamento.

No período das chuvas, em março de 2009, foi avaliada a radiação fotossinteticamente ativa em cada tratamento. Fez-se a mensuração da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFF) ($\mu \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$), utilizando-se um medidor de radiação (LI-250 Light Meter LI-COR), no qual foi acoplado um sensor (LI-190SA QuantumSensor LI-COR) (LI-COR, 1991). As medidas foram tomadas entre as 11:00 h e 14:00 h, em dias com céu predominantemente claro (pouca ou nenhuma nebulosidade). O sensor foi posicionado a 0,50 m de altura do solo e cada medida correspondeu ao valor médio da radiação incidente no sensor, medida durante 15 segundos.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada período de avaliação do componente solo (períodos chuvoso e seco) e componente pasto (período chuvoso, transição chuva-seca, período seco e transição seca-chuva).

O modelo estatístico que descreveu as observações do experimento sobre as três classes de área de copa das árvores, nas quatro distâncias, tanto para as variáveis de solo quanto de forragem, foi o que segue:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + tb_{ij} + p_k + tp_{ik} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} é o efeito das classes de área de copa i , na distância k , na repetição j ;

μ é uma constante;

t_i é o efeito das classes de área de copa i , $i = 1, 2, 3$;

tb_{ij} é o erro (a), da interação das classes de copa i com as repetições j , $j = 1, 2, 3, 4$;

p_k é o efeito das distâncias k , $k = 1, 2, 3, 4$;

τ_{ik} é o efeito da interação das classes de área de copa i com as distâncias k ;
 e_{ijkl} é o erro experimental (b).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo método de Shapiro-Wilk, sendo transformados quando necessário. Verificou-se a necessidade de transformação dos dados nas variáveis de solo na época chuvosa em \sqrt{x} para pH, P, Mg, H + Al, CTC e V; $\sqrt[3]{x}$ para Ca e SB; e $\sqrt[5]{x}$ para K. No período seco foi necessária a transformação de dados para: $\sqrt{x+1}$ para P, $\log x$ para SB e V, \sqrt{x} para K e Ca. Para as variáveis do componente pasto, na transição chuva-seca, TAMS e teor de Mg necessitaram de transformação em \sqrt{x} e o teor de Ca em $\sqrt[4]{x}$. No período seco foram transformados os dados de TAMS e teor de Mg para \sqrt{x} . E no período de transição seca-chuva os teores de P ($\sqrt[3]{x}$), PB e teor de Ca em \sqrt{x} .

Posteriormente, os dados foram submetidos a análises de variância, fazendo-se os devidos desdobramentos, quando necessário. Para os efeitos significativos do fator área de copa, utilizou-se o teste de Tukey para comparação de médias, a 5% de probabilidade. E para os efeitos significativos das subparcelas aplicou-se análise de regressão, obtendo-se o modelo mais adequado para cada variável. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para execução das análises e EXCEL para confecção dos gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPONENTE SOLO

Na época seca não se verificou efeito significativo das classes de área de copa para nenhuma variável. E houve efeitos significativos ($P < 0,05$) das distâncias da árvore nos teores de cálcio e fósforo, soma de bases e saturação por bases. Observou-se interação significativa entre classes e distâncias para variável fósforo.

Os teores de cálcio no solo apresentaram um comportamento decrescente à medida que se afasta da árvore (GRÁFICO 1). As maiores quantidades de Ca^{+2} no solo foram obtidas sob a copa do Bordão-de-velho, independente do porte da árvore. Possivelmente a decomposição de folhas e galhos finos (serrapilheira da leguminosa) seja responsável por este resultado. Estudos sobre a fenologia do Bordão-de-velho, que demonstrem a quantidade e período de maior deposição de biomassa no solo, aliado à análise de teor e acúmulo desse nutriente na biomassa, poderiam comprovar esta hipótese. Vale ressaltar que os teores de cálcio encontram-se na faixa ideal para a manutenção de pastagens (ANDRADE et al., 2002b), tanto sob a copa quanto na área adjacente.

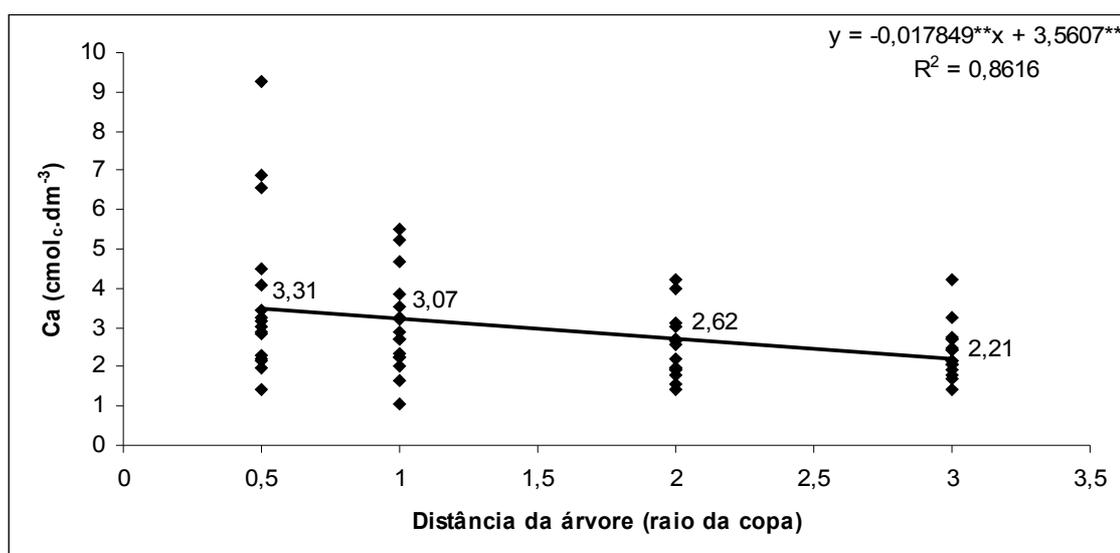


GRÁFICO 1 – Teores de cálcio no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

Os valores para soma de bases (SB) e saturação por bases também tiveram comportamento decrescente à medida que se afasta da árvore (GRÁFICOS 2 e 3, respectivamente), semelhante ao observado para o cálcio, que representa em média de 59% a 72% da SB, o que demonstra a grande influência desse elemento para as variáveis nesse caso.

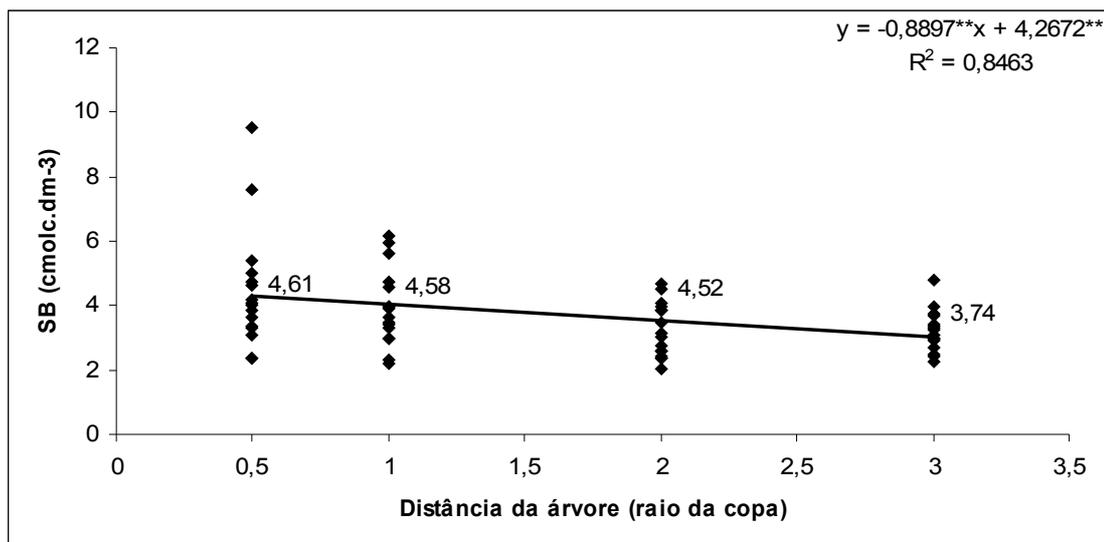


GRÁFICO 2 – Soma de bases no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

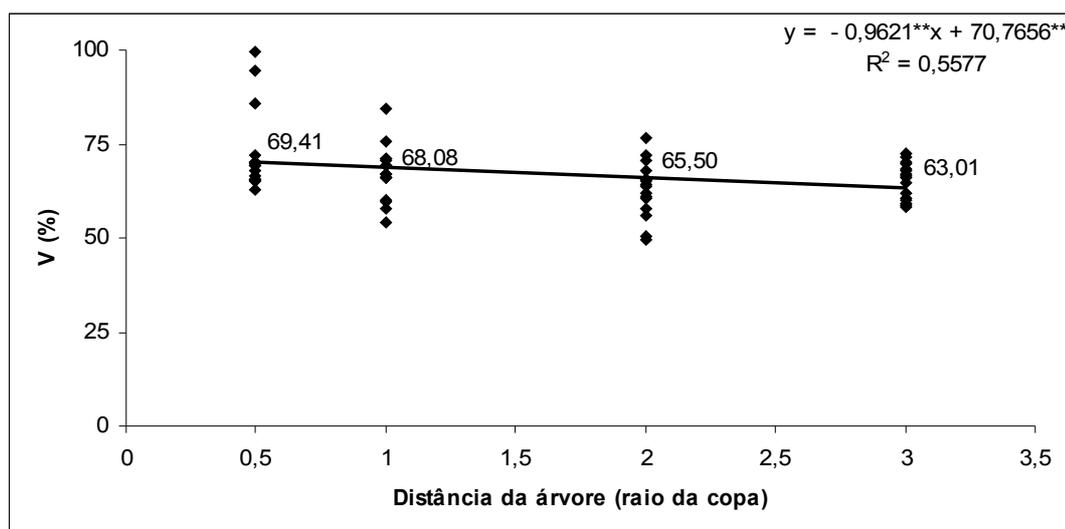


GRÁFICO 3 – Saturação por bases no solo (0-20 cm) na época seca em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

Embora a saturação por bases em ambas as épocas avaliadas indiquem caráter eutrófico ao solo, a CTC potencial com valores abaixo de $10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (APÊNDICES M e N) revelam a baixa capacidade de retenção de bases na camada de 0-20 cm.

Deve-se considerar também os aspectos erosivos típicos de classes de solo que apresentam relação textural, a exemplo dos argissolos e ainda a lixiviação de bases no perfil. Uma das grandes vantagens da presença de árvores no sistema é o auxílio no controle da erosão, a ciclagem de nutrientes e deposição no solo com a queda de serapilheira (MONTAGNINI, 1992).

Conforme citado anteriormente, a interação entre as classes de área de copa e as distâncias das árvores foi significativa ($P < 0,05$) para os teores de fósforo no solo (APÊNDICE A), ou seja, os efeitos são dependentes. As árvores de maior ou menor tamanho de copa apresentam teores diferentes de fósforo no solo de acordo com a distância da árvore. De outra forma, existe diferença entre os teores de fósforo do solo sob a copa e na área adjacente, dependendo do porte da árvore em termos de área de copa.

A análise dos desdobramentos das distâncias em cada classe mostrou diferença nos teores de fósforo entre as distâncias somente na classe 3 (GRÁFICO 4). A ciclagem de nutrientes promovida pelas árvores (MONTAGNINI et al. 1992) pode ser responsável pelo maior teor de fósforo no solo sob a copa. Destaca-se que este efeito foi identificado apenas para as maiores árvores, com área de copa acima de 100 m^2 .

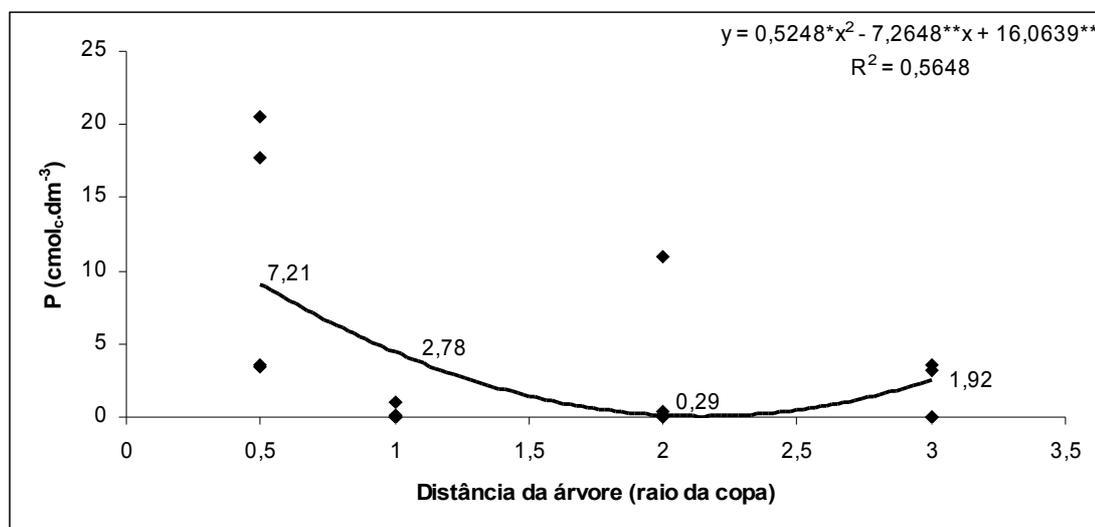


GRÁFICO 4 – Teores de fósforo no solo na época seca na classe 3 (área de copa acima de 100 m^2), em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

Na camada de 0 a 20 cm de solo, não se verificou efeito significativo para nenhuma variável analisada na época chuvosa nesse experimento (APÊNDICES C e D). Os efeitos das árvores de Bordão-de-velho, observados no período seco, não foram identificados no período das chuvas.

Na época da seca o solo sob as árvores apresentam maiores teores de umidade que aqueles a pleno sol (ANDERSON et al., 1988, citado por SOUZA et al, 2007). Em trabalhos com sistema silvipastoril no Quênia verificou-se que a sombra da árvore contribui reduzindo a temperatura, evapotranspiração e condutância em espécies crescendo sob a copa (BELSKY, 1994).

Este fato pode ter estimulado a continuidade nos processos de decomposição da matéria orgânica e proporcionado maior liberação de Ca e P (GRÁFICOS 1 e 4), por exemplo, em relação a área a pleno sol. No período de chuvas, a disponibilidade de umidade pode ter uniformizado estes processos, tornando esses efeitos diluídos na chuva e pronunciados na seca.

4.2 COMPONENTE PASTO

Por meio de análise de variâncias, não se verificou diferença significativa entre as árvores com tamanho de copa pequena (0-50m²), média (51 a 100 m²) e grande (acima de 100 m²) para a maioria das variáveis, exceto para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) no período de transição seca-chuva (APÊNDICES E, F, G, H, I, J, K e L). Para o fator distâncias das árvores, houve diferença significativa na taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS) e teor proteína bruta (PB) em todas as épocas avaliadas (APÊNDICES E, G, I e K).

De acordo com a distância das árvores também variaram significativamente os teores de fósforo (P) na época chuvosa e transição chuva-seca (APÊNDICES F, H). Os teores de potássio (K) variaram na biomassa de forragem em função das distâncias apenas no período seco (Apêndice J). E os teores de fibra em detergente ácido (FDA) na transição seca-chuva (APÊNDICE K).

Verificou-se interação significativa entre classes de área de copa e distâncias das árvores nos teores de proteína bruta (PB) na época seca (APÊNDICE I).

A TAMS da braquiária foi maior sob a copa das árvores em todos os períodos de avaliação, com a tendência decrescente de produção, à medida que se afasta da árvore, até três vezes o raio da copa, em todas as épocas avaliadas (Figura 5). Nas épocas chuvosa e transição chuva-seca, as curvas mostram decréscimo até a distância 2R e ligeiro aumento na distância 3R, todavia com provável estabilização da produção. Essa variação parece peculiar mesmo em pastagens totalmente a pleno sol, assim como os tratamentos 2R e 3R, onde não houve influência da sombra.

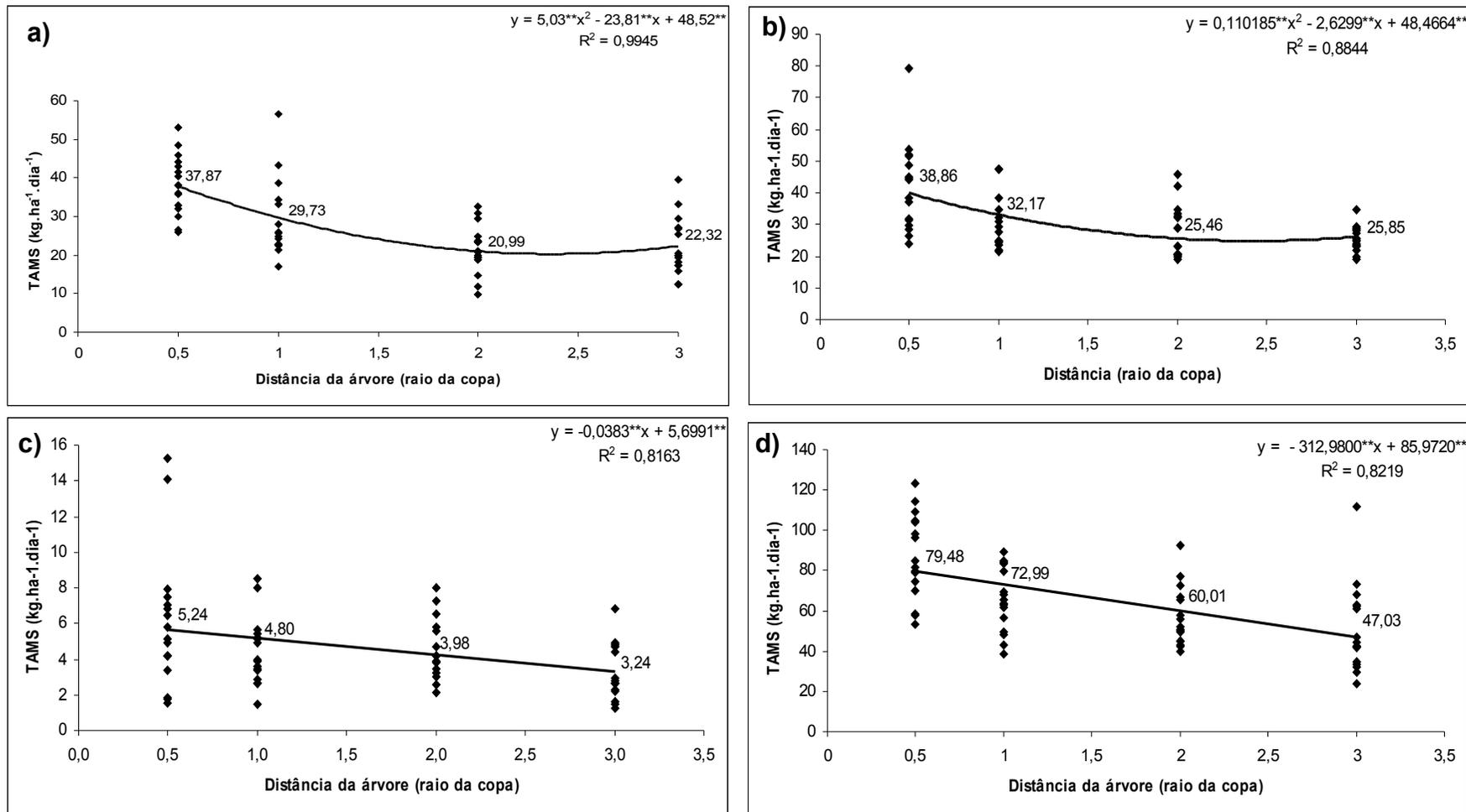


Figura 5 – Taxa de acúmulo de matéria seca de *Brachiaria brizantha* nas épocas chuvosa (a), transição chuva-seca (b), seca (c) e transição seca-chuva (d) em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*.

No período seco a TAMS foi bastante reduzida, mesmo para o maior valor obtido: 5,24 kg.ha⁻¹.dia⁻¹, na distância 0,5R. Neste período, o crescimento da pastagem praticamente estagnou.

A época de transição seca-chuva (setembro a novembro) se destacou como a de maior produção em valores absolutos, com média variando entre 47,03 em 3R a 79,48 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ em 0,5R. Nas distâncias de duas e três vezes o raio da copa, a TAMS foi, respectivamente, cerca de 75,5% e 59,17% dos valores obtidos sob a copa das árvores, nessa época.

Os dados de radiação fotossinteticamente ativa coletados no experimento mostraram que o bordão-de-velho fornece sombreamento médio em torno de 33,65% para o sub-bosque (Figura 6). Essa porcentagem de sombra é mais complexa que a simples avaliação de luz dentro e fora da copa, haja vista que a sombra não é estática, movendo-se durante o dia, do nascer ao por do sol.

Essa condição é resultado de algumas vantagens que as árvores de bordão-de-velho possuem, tais como altura média e base da copa alta, o que permite maior entrada de luminosidade para o sub-bosque (ANDRADE et al, 2009).

A tolerância do capim marandu às condições de sombra é outro fator a considerar. Essa forrageira apresenta maiores taxas de acúmulo de matéria seca com uma sombra de 30%. A partir desse nível, a TAMS decresce. Esse resultado reflete, em parte, à amenização do estresse hídrico pelo sombreamento (ANDRADE et al, 2004) .

As observações desse trabalho estão de acordo com Paciullo et al (2008), que observaram maior produção de *Brachiaria decumbens* sob a copa das também leguminosas *Mimosa artemisiana*, *Acacia mangium* e *A. angustissima*, que foram de 41,2 e 32,2 kg.ha⁻¹.dia⁻¹, sob sombra de 50% e 18%, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado com outras gramíneas, também sombreadas por leguminosas (DIAS et al., 2005; DURR; RANGEL, 2002).

A gramínea *Brachiaria brizantha* sob sombreamento rapidamente desenvolve ajustes fenotípicos contra a limitação luminosa, como aumento da área foliar específica, e assim consegue manter níveis satisfatórios de crescimento (DIAS-FILHO, 2000).

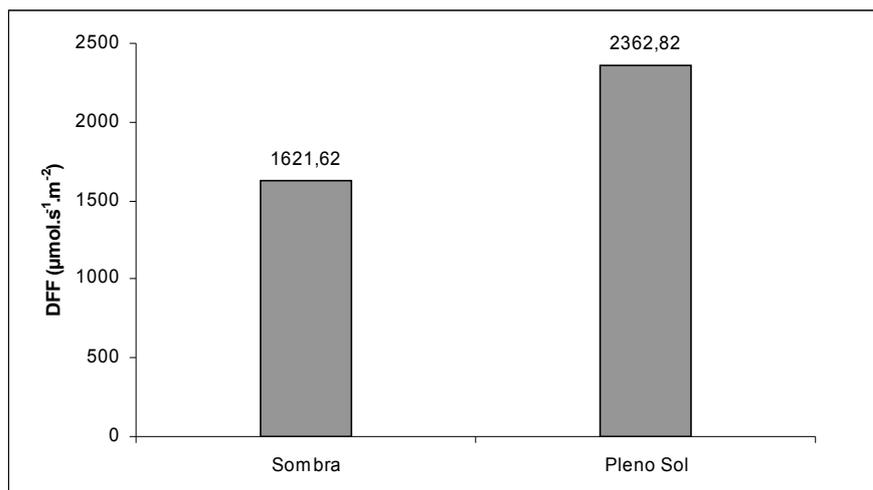


Figura 6 – Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos na área sob a copa de *Samanea tubulosa* e na área adjacente a pleno sol.

Relacionando o crescimento da gramínea e o sombreamento, Castro et al (1999) observaram, utilizando sombreamento artificial, menor produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* em 30% e 60% de sombreamento, comparado ao cultivo em pleno sol.

Segundo Paciullo et al (2008), dois aspectos podem explicar esses resultados. O sombreamento pode influenciar o peso por perfilho, como consequência de maiores taxas de alongamento de folhas e colmos. Em segundo lugar, a gramínea pode ter se beneficiado do efeito positivo da decomposição da serapilheira das leguminosas e do conseqüente aumento da disponibilidade de nutrientes no solo.

A porcentagem de proteína bruta na forragem apresentou os maiores valores sob a copa das árvores no período da chuva e nas transições chuva-seca e seca-chuva (Figura 7), com tendência a diminuir até duas vezes o raio da copa e com ligeiro aumento no tratamento 3R. Fatores aleatórios podem justificar este ligeiro acréscimo no teor de proteína da forragem a pleno sol. Contudo, espera-se encontrar teores de proteína também com ligeira oscilação em toda área a pleno sol.

Destaca-se que a interação entre área de copa e distância foi significativa para a proteína bruta na época seca (GRÁFICO 5), também apresentando resultados mais expressivos sob a copa. A tendência é que os valores de PB na forragem diminuam gradativamente quanto maior a distância da árvore até 3R, com diferenças de 11,45% de PB à sombra para 8,5% a pleno sol. Este fato mostra que

na época seca, apenas as maiores árvores (área de copa acima de 100m²) proporcionam maior porcentagem de PB na forragem, uma vez que nas classes com árvores menores não se detectou diferença entre as distâncias.

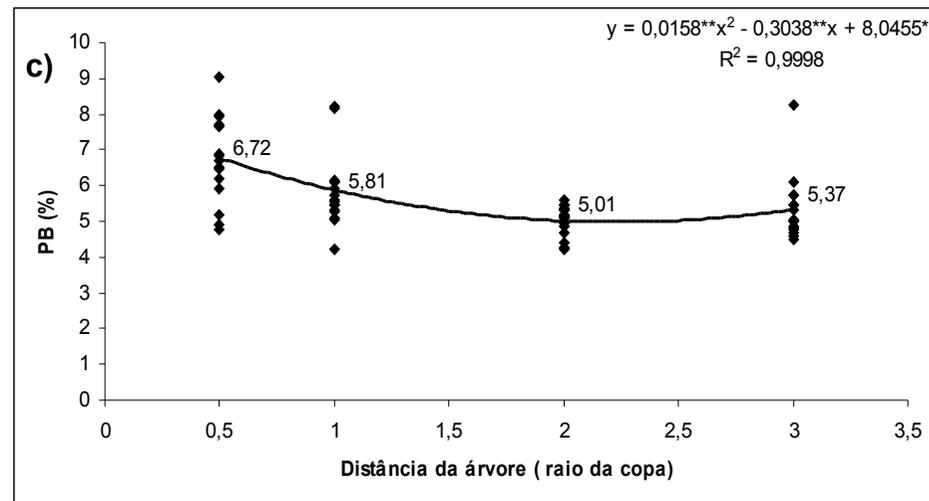
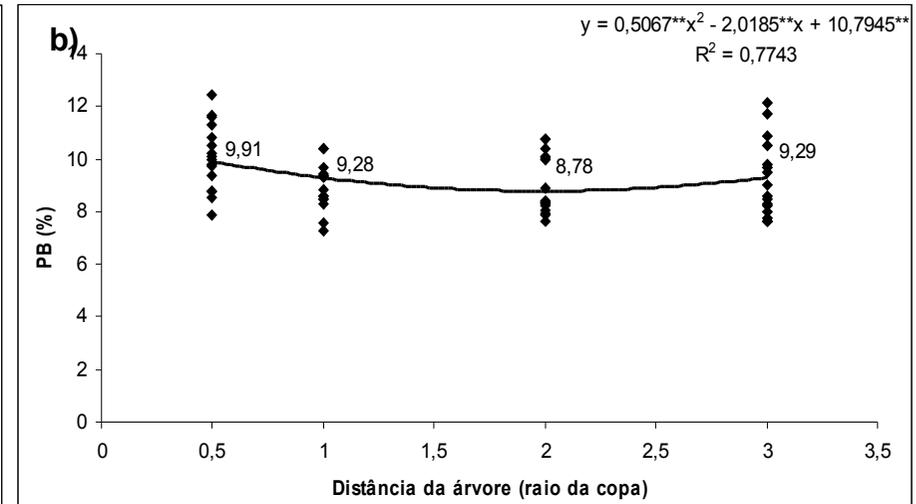
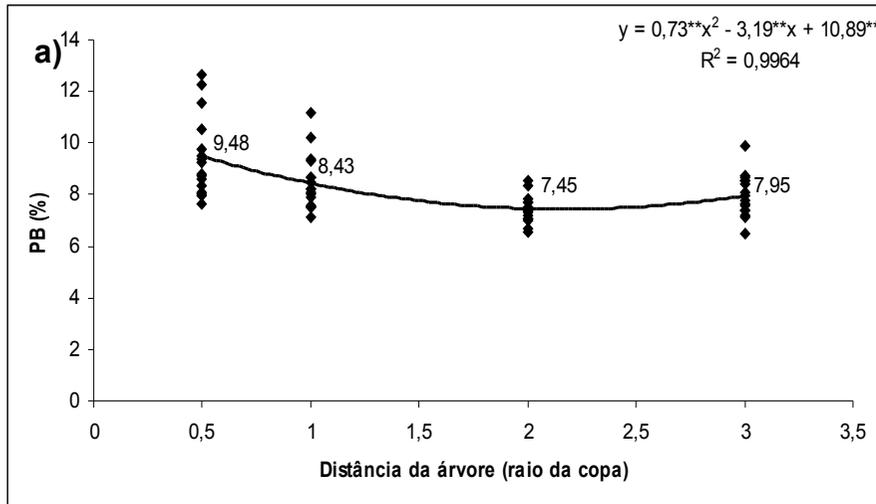
Esse efeito positivo de árvores, principalmente leguminosas, na qualidade da forragem é amplamente observado na literatura (ANDRADE et al., 2002a; CARVALHO et al., 1994; CARVALHO et al., 1997; PACIULLO et al., 2007; PACIULLO et al., 2008).

O aumento de N e conseqüentemente da PB na forragem sob a copa pode estar relacionado ao efeito de matéria orgânica rica em N depositada pela árvore (CARVALHO et al., 1994), apesar de não ter sido verificado decréscimo ou aumento nos teores de matéria orgânica no solo sob a copa e a pleno sol.

Outro fator destacado é que grande parte do nitrogênio no capim seja oriundo da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Dias et al. (2007) observaram que existe maior influência próximo do tronco das árvores leguminosas, inclusive para uma espécie não nodulífera.

Os resultados mostraram uma maior produção de forragem sob a copa das árvores de bordão-de-velho e maior porcentagem de proteína bruta (PB) na forragem nas quatro épocas, independente da classe, exceto para PB na época seca. Ou seja, no período chuvoso do ano e nas transições a diferença na produtividade e PB é detectada sob a copa em árvores de qualquer tamanho, dentro das classes estudadas.

O efeito positivo do bordão-de-velho sobre a pastagem manifesta-se a partir de árvores com dimensões pequenas e, portanto, desde jovens (neste trabalho DAP: 9,55 cm; altura: 5,0 m; área de copa: 18,22 m²). Após os primeiros anos da implantação do sistema, Oliveira et al. (2009) registraram DAP de 10,0 cm e altura de plantas de 5,0 m em árvores de bordão-de-velho com apenas três anos de idade, cultivadas em sistema silvipastoril no Acre.



bruta em *Brachiaria brizantha* nas épocas chuvosa (a), transição chuva-seca (b), e transição seca-chuva (c) em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*.

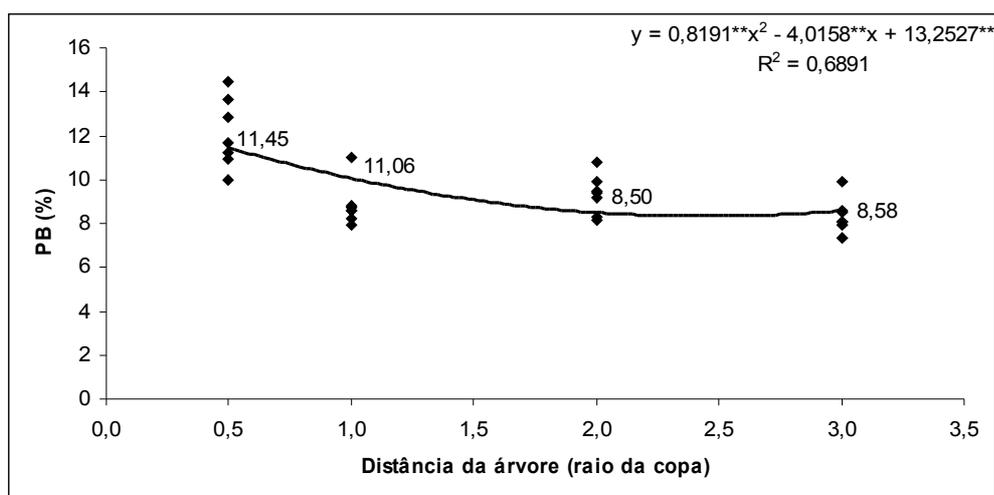


GRÁFICO 5 – Proteína bruta da parte aérea de *Brachiaria brizantha* sob árvores de copa grande (acima de 100m²), na época seca em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

No período das chuvas e na transição chuva-seca, as concentrações de fósforo na parte aérea de braquiária tiveram um comportamento linear crescente a partir de 0,5R até 3R (Figura 8). Carvalho et al. (1997) também observaram menores valores de P na forragem sombreada. Medindo teores de P no solo, Nair et al. (2007) observaram menores concentrações em solo com sistema silvipastoril quando comparado com pastagem solteira, demonstrando grande capacidade de absorção desse elemento pelas árvores.

Os teores de fósforo no solo encontram-se baixos em toda a área (WADT; CRAVO, 2005) (APÊNDICES M e N), o que pode ter causado maior competição entre a árvore e a forragem por esse nutriente.

Outra possibilidade para o menor teor de P na forragem sob a copa no período de maior precipitação do ano é o consumo e imobilização do P pela atividade microbiana. Deve-se destacar que o teor de P foi maior no solo sob a copa durante o período seco, com efeito identificado somente nas maiores árvores, com área de copa acima de 100 m².

Em estudo desenvolvido por Carvalho et al. (1994) não observou-se diferença significativa para teores de fósforo entre a braquiária sombreada e a pleno sol. No presente trabalho, em termos absolutos, a quantidade de P acumulada sob copa pode ser maior que na área a pleno sol, considerando-se que a TAMS e portanto a quantidade de forragem produzida na sombra é maior (Figura 5).

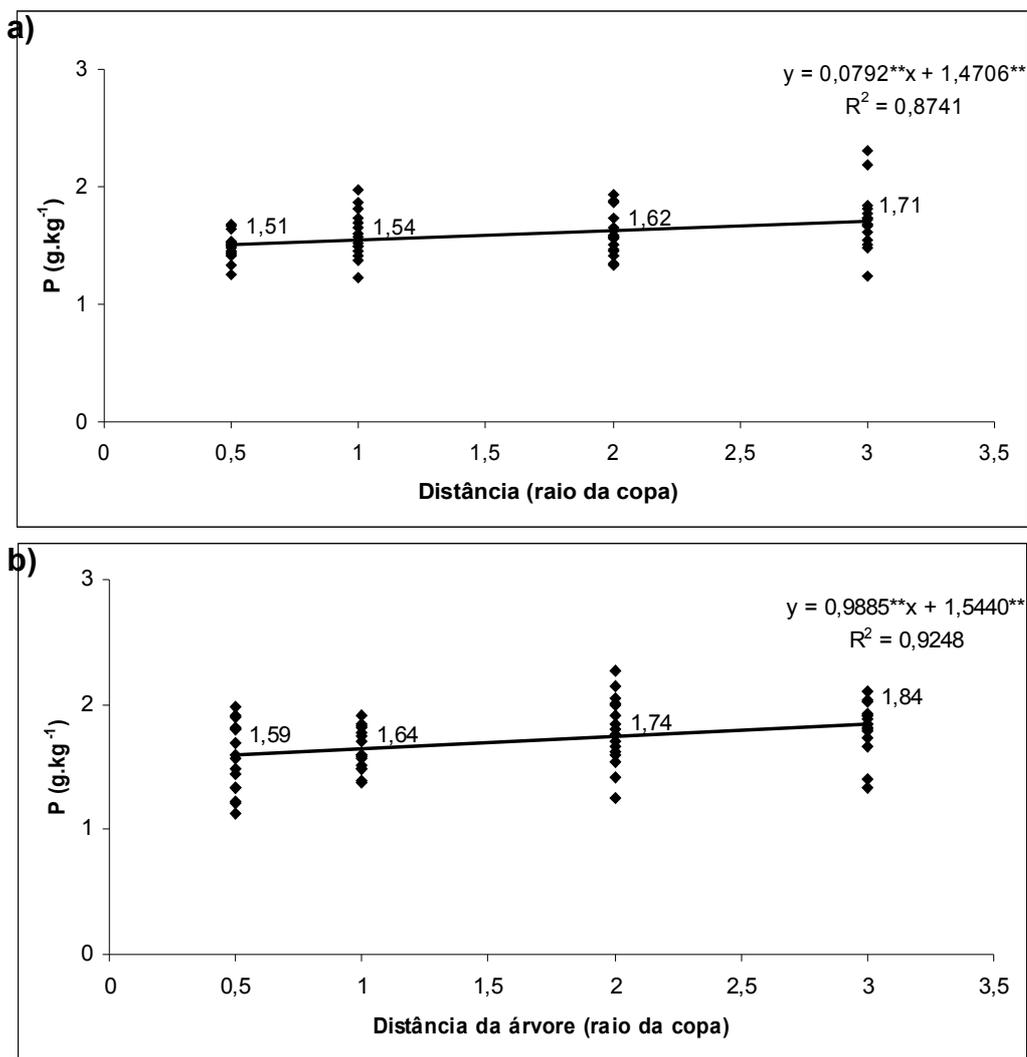


Figura 8 – Teores de fósforo (P) na parte aérea de *Brachiaria brizantha* nas épocas chuvosa (a) e transição chuva-seca (b) em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*.

As concentrações de potássio (K) da gramínea apresentaram variação com a distância apenas na época seca, com tendência linear decrescente (GRÁFICO 6), ou seja, diminuindo da área sob a copa até pleno sol. Esse comportamento foi verificado por Dias et al. (2005) em pesquisas com três leguminosas arbóreas (*Dalbergia nigra*, *Enterolobium contorsiquum* e *Peltrophorum dubium*). Os valores desse elemento no solo para a época seca (0,21 cmol_c.dm⁻³) são considerados médios para os solos do Acre (WADT; CRAVO, 2005), possivelmente não havendo uma competição por esse elemento na zona radicular, devido a disponibilidade.

Na transição seca-chuva identificou-se diferença nos valores de fibra em detergente ácido (FDA) ($P < 0,05$). As distâncias influenciaram FDA, com tendência linear decrescente da área sob a copa da árvore até o tratamento 3R (GRÁFICO 7). Os valores de FDA ao redor de 40% estão de acordo com aqueles observados por outros autores. Gomes (2003) constatou 49,56% de FDA na forragem de *B. brizantha* e Oliveira et al. (2007) encontrou valores médios de FDA de 41,9% a 40,7% para a mesma forrageira, respectivamente, na linha e entrelinha de plantio de diferentes arranjos estruturais do sistema agrossilvipastoril com eucalipto.

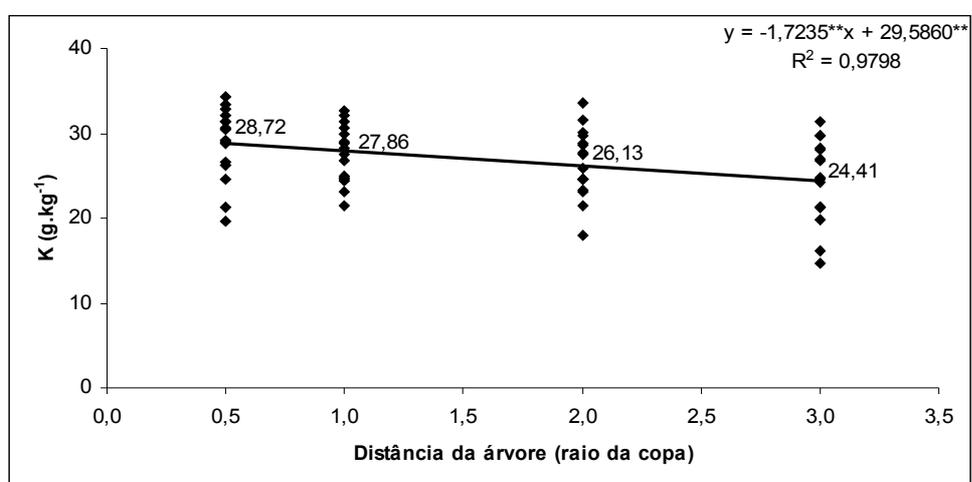


GRÁFICO 6 – Teores de potássio na parte aérea de *Brachiaria brizantha*, na época seca em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

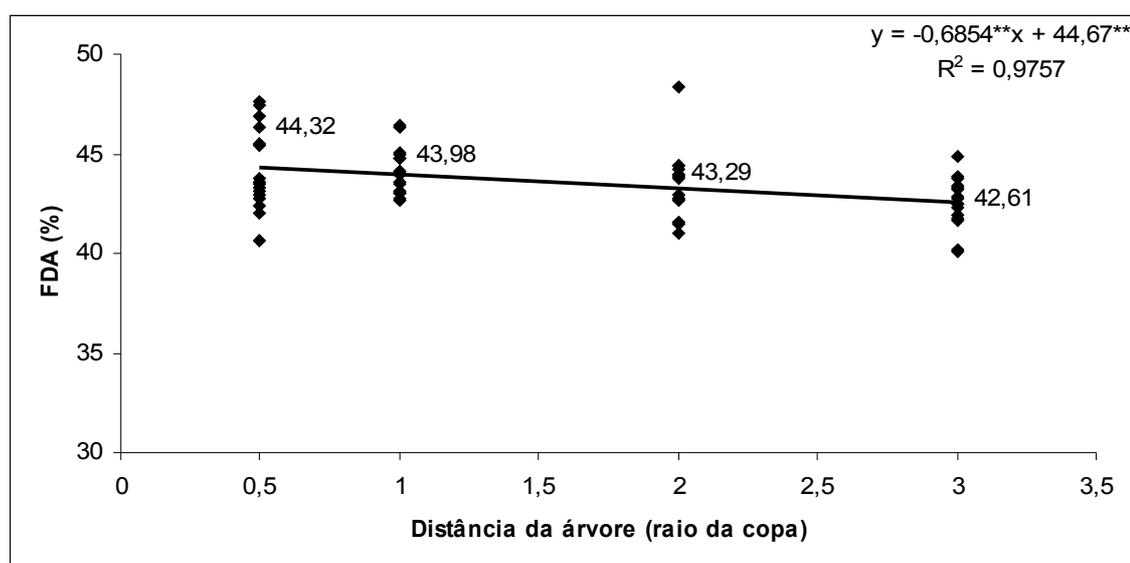


GRÁFICO 7 – Teores de fibra em detergente ácido (FDA) na parte aérea de *Brachiaria brizantha*, na transição seca-chuva em função da distância das árvores (raio da copa) de Bordão-de-velho.

5 CONCLUSÕES

A espécie arbórea *Samanea tubulosa* (Bordão-de-velho) promove efeito positivo sobre a taxa de acúmulo de matéria seca da pastagem e a porcentagem de proteína bruta na forragem de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril.

No período seco do ano, somente as árvores com área de copa acima de 100 m² proporcionam maior teor de fósforo no solo e maior porcentagem de proteína bruta na forragem.

O Bordão-de-velho melhora a fertilidade do solo sob a copa, com aumento nos teores de cálcio, soma de bases e saturação por bases em relação à área a pleno sol, durante o período seco.

A forragem de *Brachiaria brizantha* sob a copa de Bordão-de-velho apresenta maior teor de potássio que na área a pleno sol somente na época seca, e menor teor de fósforo no período da chuva e na transição seca-chuva.

A área de influência do Bordão-de-velho na forragem de *Brachiaria brizantha* e em atributos químicos do solo tem efeito positivo mais intenso sob a copa das árvores.

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2006. 354p.

ANDRADE, C. M. S. de.; SALMAN, A. K. D.; ASSIS, G. M. L. de; PEREIRA, W. J. P.; PARMEJIANI, R. S.; LÓPEZ, G. F. Z.; BENTES-GAMA, M. de M.; OLIVEIRA, L. C. de; LUZ, S. A. da. Características silviculturais de espécies arbóreas nativas em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental brasileira. 1. Leguminosas. WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA. Brasília, 11 a 13 de agosto de 2009, CD-ROM.

ANDRADE, C. M. S. ; VALENTIM, J.F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 40p. (Embrapa Acre. Documentos, 105).

ANDRADE, C. M. S. ; GARCIA, Rasmô ; VALENTIM, Judson Ferreira ; PEREIRA, Odilon Gomes. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures. 2. Productivity, utilization and sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 343-351, 2006a.

ANDRADE, C. M. S. ; GARCIA, Rasmô ; VALENTIM, Judson Ferreira ; PEREIRA, Odilon Gomes. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures. 3. Definition of sward targets and carrying capacity. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 352-357, 2006b.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p. 263-270, 2004.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002a.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; WADT, P. G. S. **Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2002b, 6 p. (Circular Técnica, 46).

ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001.

BARDALES, N. G.; PEREIRA, J. B. M.; DUARTE, A. F.; ARAÚJO, E. A. de; OLIVEIRA, T. K. de; LANI, J. L. **Zoneamento Agroclimático para cultivo da cana-de-açúcar em três municípios da regional do Baixo Acre, Estado do Acre, Brasil**. Rio Branco, Acre: Embrapa Acre, 2010. 46p. (Embrapa Acre. Documentos, no prelo).

BELSKY, A. J. Influences of trees on savanna productivity: tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. **Ecology**, v. 75, n. 4, p. 922-932, 1994.

BELSKY, A. J. Effects of trees on nutritional quality of understory gramieous forage in tropical savannas. **Tropical Grasslands**, v. 26 p. 12-20, 1992.

CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTE, T. P.; GUIMARÃES NETTO, M.M.; CARVALHO, R. B. de; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M. de F. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 819-821, jul. 2007.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção de valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. **Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL: Situação atual da pesquisa e da adoção das tecnologias geradas, 1 ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, FAO, 2000. (CD-ROM)

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O. da; CAMPOS JÚNIOR, B. de A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CARVAHO, M. M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas tropicales**, v. 17, n.1, 1995.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. de P.; ALMEIDA, D. S. de; VILLAÇA, H. de A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, p. 709-718, 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Bordão-de-Velho *Samanea tubulosa***. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007, 6 p. (Circular técnica, 132)

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. de P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 30, v. 6S, p.1959-1968, 2001.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 919-927, 2004.

CRUZ, P. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. **Plant and Soil**, v. 188, p. 227-237, 1997.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 352-356, mar-abr, 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S. de; FRANCO, A. A.; **Leguminosas arbóreas – influência na produção de fitomassa e nutrientes do capim *survenola***. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005, 23 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 10).

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de. Pastagens no trópico úmido. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006, 30 p. (Documentos, 241).

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de Pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 152 p.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the c4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v.59, n. 1, p. 65-68, 2002.

DIAS-FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35 n. 12, p. 2335-2341, dez. 2000.

DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A.B. **Manual agrofloestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRA, v.1. 1996. 228 p.

DURR, P. A. The biology, ecology and agroforestry potential of the raintree, *Samanea saman* (Jacq.) Merr. **Agroforestry Systems**, v. 51 p. 223–237, 2001.

DURR, P. A.; RANGEL, J. Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. **Agroforestry Systems**, v. 54, p. 99-102, 2002.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S. ; MIRANDA, E. M. de.; VALENTIM, J. F. Crescimento de espécies arbóreas de uso múltiplo no Estado do Acre. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2002, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte : SOBRADE, 2002. p. 348-350.

FRANKE, I.L.; FURTADO, S.C. **Sistemas silvipastoris**: fundamentos e aplicabilidade. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 51p. (Embrapa Acre. Documentos; 74).

FRANKE, I.D; MIRANDA, E.M. de; VALENTIM, J.F.; VAZ, F.A. **Efeito do sombreamento natural na produtividade e na composição química de capim elefante no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 5p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 116).

FRANKE, I. L. **Principais usos e serviços de árvores e arbustos promissores que ocorrem em pastagens no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1999, 6 p. (Comunicado Técnico, 106).

GOMES, V. M. **Disponibilidade e valor nutritivo de braquiária vedada para uso na região semi-árida de Minas Gerais**. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LUZ, S. A. da; SANTOS, F. C. B. dos; Estabelecimento de espécies arbóreas nativas em unidades de observação de sistemas silvipastoris no acre. CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6, 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...**

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

MIRANDA, E.M. de; VALENTIM, J.F. **Estabelecimento e manejo de cercas vivas com espécies arbóreas de uso múltiplo**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1998. 4p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 85).

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestais: princípios y aplicaciones en los tropicos**. San José, Costa rica: IICA, 1992. 622p.

MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. A. Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p. 157-171. (Documentos, 27).

NAIR, V. D.; NAIR, P. K. R.; KALMBACHER, R. S.; EZENWA, I. V. Reducing nutrient loss from farms through silvopastoral practices in coarse-textured soils of Florida, USA. **Ecological Engineering**, v. 29, p. 192-199, 2007.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 334p.

OLIVEIRA, T. K. de.; LUZ, S. A. da.; SANTOS, F. C. B. dos.; OLIVEIRA, T. C. de.; LESSA, L. S. Crescimento de espécies arbóreas nativas em sistemas silvipastoris no Acre. **Amazônia, Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.4, n. 8, p. 121-126, jan./jun. 2009.

OLIVEIRA, T. K. de ; MACEDO, R. L. G. ; SANTOS, I. P. A dos; HIGASHIKAWA, Emílio Manabu ; VENTURIN, N. . Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 748-757, 2007.

OLIVEIRA, T.K. de; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S. de; FRANKE, I.L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa Acre. Documentos, 84) il.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; TAVELA, R. C.; ROSSIELO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n.7, p. 917-923, jul. 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.

PIMENTEL, F. A.; PINHEIRO, P. S. N. Mapeamento e caracterização de habitats naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no município de Brasília. Rio Branco: Embrapa, 2000. 21 p. (Boletim de Pesquisa, 28).

REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; MAURÍCIO, R. M.; LANA, R. M. Q.; MACHADO, R. M.; BORGES, I.; QUINZEIRO NETO, T. Influence of trees on soil nutrient pools in a silvopastoral system in the Brazilian Savannah. **Plant and Soil**, v. 329, n. 1-2, p. 185-193, 2009.

ROZADOS-LORENZO, M. J.; GONZÁLES-HERNÁNDEZ, M. P.; SILVA-PANDO, F. J. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 70, n.1, p. 53-62, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002, 235p.

SILVA, L. L. G. G. da; RESENDE, A. S. de; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A.; Acúmulo de matéria seca e valor nutricional da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistema silvipastoril e no monocultivo. CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia: EMBRAPA (CD-ROM).

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; MOREIRA, G. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; PEREIRA, L. G. R. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry systems**, v.79, n. 2, p. 189-199, 2010.

SOUSA, L. F.; MAURICIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.

TIESSEN, H.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; WICK, B. Organic matter transformations and soil fertility in a treed pasture in semiarid NE Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p. 195-205, 2003.

TOMÉ JUNIOR., J.B. **Manual para interpretação de análises de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Amazônia, Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.4, n. 8, p. 9-32, jan./jun. 2009.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; SALES, M. F. L.; **Amendoim forrageiro cv. Belmonte**: leguminosa para diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre. Rio Branco, Acre: Embrapa Acre, 2001. 18p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 43)

VALENTIM, J.F., AMARAL, E.F., MELO, A.W.F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Rio Branco, Acre: Embrapa Acre, 2000. 26p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 29).

VEIGA, J.B. da; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; VEIGA, D.F. da. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

VEIGA, J. B.; VEIGA, D. F. da. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 1., 2000, Juiz de Fora. **Memórias Eletrônicas...** Juiz de Fora: Embrapa/Diary Cattle/FAO, 2000. CD-ROM.

WADT, P. G. S.; CRAVO, M. da S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, P. G. S. (Org.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 245-252.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e H+Al de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época seca.

FV	GL	Quadrados Médios						
		-----cmol.c.dm ⁻³ -----						
		P	K	Ca	Mg	SB	CTC	H+Al
Classes	2	1,7955	0,0037	0,3990	0,3801	0,0223	1,6359	0,4076
Resíduo (a)	9	1,0698	0,0250	0,1437	0,1761	0,0119	1,6534	0,4351
Distâncias	3	2,171**	0,0155	0,407*	0,0502	0,059*	4,8416	0,3966
Cl.*Dist.	6	1,146*	0,0175	0,1038	0,0522	0,0123	0,9397	0,1176
Resíduo (b)	43	0,3637	0,0200	0,1043	0,0519	0,0165	1,8368	0,2476
Total	63							
CV (%) (a)		68,74	35,82	22,71	67,69	19,94	23,54	37,61
CV (%) (b)		40,08	32,04	19,35	36,76	23,46	24,81	28,37
Média Geral		1,2641	0,1950	2,78	0,62	3,52	5,46	1,75

GL: Graus de liberdade Significativo pelo teste F, a (*) 5% e (**)1% de probabilidade.

APÊNDICE B - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a pH, matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V) de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época seca.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		pH	MO (g/kg)	V (%)
Classes	2	0,2932	56,8263	0,0060
Resíduo (a)	9	0,2558	49,2527	0,0018
Distâncias	3	0,0076	33,9776	0,0099**
Classes*Distâncias	6	0,0476	24,0542	0,0031
Resíduo (b)	43	0,0366	33,18	0,0021
Total	63			
CV (%) (a)		9,0	34,51	2,35
CV (%) (b)		3,41	28,32	2,56
Média Geral		5,61	20,33	66,45

GL: Graus de liberdade ** e*Significativo pelo teste F, a1% e 5% de probabilidade, respectivamente

APÊNDICE C - Resumo de análise de variâncias dos dados referentes a fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e H+Al de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época chuvosa.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios						
		-----cmol _c .dm ⁻³ -----						
		P	K	Ca	Mg	SB	CTC	H+Al
Classes	2	0,1142	0,0075	0,1457	0,0610	0,0968	0,4468	0,0821
Resíduo (a)	9	0,2907	0,0108	0,1142	0,0394	0,0773	0,2553	0,0603
Distâncias	3	0,2509	0,0008	0,0410	0,0138	0,0308	0,1113	0,1548
Classes*Distâncias	6	0,1950	0,0062	0,0045	0,0089	0,0063	0,0330	0,0512
Resíduo (b)	43	0,3888	0,0050	0,0169	0,0689	0,0200	0,6899	0,0706
Total	63							
CV (%) (a)		30,95	5,39	23,84	27,21	18,09	20,17	15,45
CV (%) (b)		35,79	4,49	9,19	35,97	9,20	10,49	16,70
Média Geral		3,04	0,1826	0,0728	0,5327	3,63	6,27	2,53

APÊNDICE D - Resumo de análise de variâncias dos dados referentes a pH, matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V) de solo em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, de 0-20 cm de profundidade, na época chuvosa.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		pH	MO (g/kg)	V (%)
Classes	2	0,0025	156,3591	0,0642
Resíduo (a)	9	0,0026	99,5252	0,5262
Distâncias	3	0,0043	26,1632	0,5368
Classes*Distâncias	6	0,0016	72,9995	0,1089
Resíduo (b)	43	0,0019	82,0289	0,2226
Total	63			
CV (%) (a)		2,14	43,50	9,53
CV (%) (b)		1,83	39,49	6,20
Média Geral		5,81	22,93	57,94

GL: Graus de liberdade

APÊNDICE E - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época chuvosa.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		TAMS (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Classes	2	72,1219	1,0623	0,5678	2,3086
Resíduo (a)	9	121,7358	0,7393	6,2096	3,2640
Distâncias	3	972,8070**	11,9879**	0,4459	2,3368
Classes*Distâncias	6	40,7363	2,3370	7,0712	3,4074
Resíduo (b)	43	54,9802	1,0552	4,6704	2,2423
Total	63				
CV (%) (a)		39,79	10,32	3,32	4,53
CV (%) (b)		26,74	12,33	2,88	3,76
Média Geral		27,72	8,33	75,12	39,85

Significativo pelo teste F, a (*) 5% e (**) 1% de probabilidade

APÊNDICE F - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época chuvosa.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Ca (g.kg ⁻¹)	Mg (g.kg ⁻¹)	P (g.kg ⁻¹)	K (g.kg ⁻¹)
Classes	2	0,2301	0,0287	0,0465	25,3406
Resíduo (a)	9	0,2007	0,3046	0,0254	46,7163
Distâncias	3	0,0101	0,1396	0,1412*	3,0347
Classes*Distâncias	6	0,1743	0,0995	0,0173	5,0210
Resíduo (b)	43	0,2103	0,1185	0,0421	10,5587
Total	63				
CV (%) (a)		15,07	23,24	9,97	25,76
CV (%) (b)		15,43	14,50	12,84	12,25
Média Geral		2,97	2,37	1,59	26,5354

GL: Graus de liberdade *Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade

APÊNDICE G - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na transição chuva-seca.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		TAMS (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Classes	2	1,2003	2,3355	2,5627	1,4467
Resíduo (a)	9	1,4480	4,1038	8,2464	6,3899
Distâncias	3	5,7097**	4,4027**	5,8383	24,7922
Classes*Distâncias	6	0,2589	0,6444	5,3918	11,0305
Resíduo (b)	43	0,4270	0,9240	3,7416	25,8500
Total	63				
CV (%) (a)		21,84	21,74	4,0	6,83
CV (%) (b)		11,86	10,31	2,69	13,73
Média Geral		30,34	9,31	71,78	37,02

GL: Graus de liberdade ** Significativo pelo teste F, a1% de probabilidade

APÊNDICE H - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na transição chuva-seca.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Ca (g.kg ⁻¹)	Mg (g.kg ⁻¹)	P (g.kg ⁻¹)	K (g.kg ⁻¹)
Classes	2	0,0202	0,0285	0,0882	12,7893
Resíduo (a)	9	0,0293	0,1847	0,1071	12,0141
Distâncias	3	0,0053	0,0942	0,2078**	3,1587
Classes*Distâncias	6	0,0023	0,0431	0,0321	5,4068
Resíduo (b)	43	0,0038	0,0692	0,0461	31,6385
Total	63				
CV (%) (a)		11,08	20,70	19,20	14,41
CV (%) (b)		4,01	12,67	12,60	22,47
Média Geral		57,11	4,31	1,70	25,03

GL: Graus de liberdade **Significativo pelo teste F, 1% de probabilidade.

APÊNDICE I - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época seca.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		TAMS (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Classes	2	0,1268	3,9593	13,5675	5,0912
Resíduo (a)	9	0,3616	0,9320	13,2920	4,7594
Distâncias	3	0,9230*	15,9892**	5,0758	1,5710
Classes*Distâncias	6	0,3775	3,4528**	3,0602	1,1685
Resíduo (b)	43	0,2539	0,9544	3,1450	2,1781
Total	63				
CV (%) (a)		29,06	10,41	4,95	5,70
CV (%) (b)		24,35	10,53	2,41	3,85
Média Geral		4,2816	9,2770	73,57	38,30

GL: Graus de liberdade ** e* Significativo pelo teste F, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente

APÊNDICE J - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época seca.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Ca (g.kg ⁻¹)	Mg (g.kg ⁻¹)	P (g.kg ⁻¹)	K (g.kg ⁻¹)
Classes	2	9,4307	0,3576	0,0026	24,8626
Resíduo (a)	9	16,1126	0,6379	0,0870	50,2057
Distâncias	3	1,0066	0,0591	0,1322	59,6238**
Classes*Distâncias	6	1,0645	0,0640	0,0224	8,6161
Resíduo (b)	43	1,0416	0,0637	0,0696	11,3568
Total	63				
CV (%) (a)		84,59	51,49	15,36	26,45
CV (%) (b)		21,51	16,28	13,73	12,58
Média Geral		4,7453	2,4059	1,9214	26,7853

GL: Graus de liberdade **Significativo pelo teste F, a 1% probabilidade.

APÊNDICE K - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época transição seca-chuva.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		TAMS (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Classes	2	40,6366	0,0398	0,0802	5,4027
Resíduo (a)	9	203,1057	0,0533	0,0182	4,4099
Distâncias	3	4031,4447**	0,3718**	0,1103	9,4692**
Classes*Distâncias	6	321,8276	0,0032	0,0244	2,0631
Resíduo (b)	43	397,9058	0,0369	0,0580	2,1221
Total	63				
CV (%) (a)		21,97	9,67	1,53	4,82
CV (%) (b)		30,75	8,05	2,73	3,34
Média Geral		64,8793	5,7111	77,9406	43,5556

GL: Graus de liberdade ** Significativo pelo teste F, a 1% probabilidade

APÊNDICE L - Resumo das análises de variâncias dos dados referentes a cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de parte aérea de *Brachiaria brizantha* em diferentes distâncias do raio da copa de Bordão de velho, na época transição seca-chuva.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Ca (g.kg ⁻¹)	Mg (g.kg ⁻¹)	P (g.kg ⁻¹)	K (g.kg ⁻¹)
Classes	2	0,3009	2,6734	0,0030	0,2531
Resíduo (a)	9	0,3425	1,4638	0,0018	20,4715
Distâncias	3	0,0219	0,4510	0,0044	2,3007
Classes*Distâncias	6	0,0088	0,3084	0,0002	2,8351
Resíduo (b)	43	0,0158	0,2263	0,0022	11,9127
Total	63				
CV (%) (a)		30,91	44,51	3,70	16,82
CV (%) (b)		6,64	17,50	4,04	12,83
Média Geral		3,5842	2,7181	1,5987	26,9014

APÊNDICE M - Tabela de médias dos dados de solo (0-20 cm) que não foram significativos, na época chuvosa.

Variáveis	Classe 1				Classe 2				Classe 3			
	0,5R	1R	2R	3R	0,5R	1R	2R	3R	0,5R	1R	2R	3R
pH	5,7845	5,8544	5,8173	5,9487	5,6288	5,8894	5,8168	5,6873	5,7432	5,8792	5,7946	6,1236
MO (g.kg ⁻¹)	31,22	26,09	20,58	26,95	20,58	23,66	19,08	17,80	22,64	21,74	27,24	20,22
P (cmol _c .dm ⁻³)	3,0356	2,7792	2,1334	3,6226	3,9355	4,3314	2,4408	2,8043	2,5084	2,8591	2,7122	3,8880
K (cmol _c .dm ⁻³)	0,1834	0,2658	0,1481	0,2083	0,1185	0,1959	0,1500	0,1743	0,1656	0,1224	0,1825	0,1426
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	4,1515	3,4028	2,6955	3,3528	2,6631	2,3686	2,0972	2,2046	3,2536	2,9279	2,7393	2,9829
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,6816	0,5861	0,5279	0,5744	0,5275	0,5263	0,6068	0,7086	0,4301	0,4164	0,4822	0,5274
H + Al (cmol _c .dm ⁻³)	3,3091	2,5189	2,8971	2,4671	2,5256	2,0587	2,3818	2,4361	2,7612	2,5463	2,9805	1,8477
SB (cmol _c .dm ⁻³)	5,1026	4,2981	3,3777	4,1974	3,3878	3,1694	2,9156	3,1578	3,9578	3,5739	3,4876	3,7196
CTC (cmol _c .dm ⁻³)	8,5281	6,9506	6,3423	6,7875	5,9717	5,2721	5,3236	5,6212	6,7439	6,1365	6,5056	5,9824
V (%)	60,22	61,98	53,04	61,54	56,84	60,01	54,95	56,11	58,77	58,33	56,68	62,39

APÊNDICE N - Tabela de médias dos dados de solo (0-20 cm) na época seca

Variáveis	Classe 1				Classe 2				Classe 3			
	0,5R	1R	2R	3R	0,5R	1R	2R	3R	0,5R	1R	2R	3R
pH	5,62	5,74	5,8	5,72	5,46	5,49	5,54	5,51	5,76	5,51	5,51	5,55
MO (g.kg ⁻¹)	23,48	22,82	20,67	19,15	18,02	22,75	16,51	16,45	22,20	18,50	20,38	21,43
P (cmol _c .dm ⁻³)	2,0	0,84	0,62	0,23	0,81	1,79	0,36	0,34	9,92	0,26	1,84	1,39
K (cmol _c .dm ⁻³)	0,2026	0,2252	0,1804	0,2146	0,2453	0,1497	0,2237	0,1550	0,2736	0,0994	0,1607	0,2202
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,56	0,64	0,59	0,44	0,73	0,87	0,63	0,89	0,61	0,57	0,42	0,51
H+Al (cmol _c .dm ⁻³)	1,45	1,69	1,75	1,62	1,79	2,11	1,78	1,69	1,48	2,02	2,16	1,81
CTC (cmol _c .dm ⁻³)	6,09	6,06	5,20	4,70	5,25	5,86	4,69	4,84	6,84	5,46	5,40	5,33