

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Leguminosas Forrageiras Tropicais Cultivadas sob Níveis de
Sombreamento**

Norberto Silva Rocha

2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS CULTIVADAS SOB
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

NORBERTO SILVA ROCHA

Sob a orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida

e Co-orientação dos Professores
Pedro Antônio Muniz Malafaia

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal.

Seropédica, RJ.
Agosto de 2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

NORBERTO SILVA ROCHA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 04/09/2008.



João Carlos de Carvalho Almeida, Dr. UFRRJ
(Orientador)



Anderson de Moura Zanine, Dr. UFMT



Mirton José Frota Morenz, Dr. UFRRJ

"O desejo é a autodeterminação do poder duma pessoa pela imaginação de um fato futuro, que seria o efeito desse poder." (KANT, Immanuel)

“Não queremos ter vergonha de escrever e não sentimos a necessidade de falar para não dizer nada. De resto, ainda que o desejássemos, não o conseguiríamos: ninguém pode conseguir isso. Todos os escritos possuem um sentido, mesmo que esse sentido esteja muito afastado daquele que o autor tenha pensado dar-lhe. Para nós, com efeito, o escritor não é Vestal nem Ariel: está «metido no caso», faça o que fizer, marcado, comprometido, mesmo no seu mais profundo afastamento. Se, em certas épocas, utiliza a sua arte para forjar bugigangas de inabilidade bem soante, até isso é significativo: é porque há uma crise das letras e, sem dúvida, da sociedade.” (SARTRE, Jean-Paul, in 'Situações II)'

DEDICATÓRIA

A DEUS por ter me concedido a vida.

Aos meus pais, Ronaldo Carvalho Rocha e Sheila Silva Rocha, pelo amor incondicional que sempre me foi dado ao longo da minha vida.

Ao meu grande amor, Tatiana Oliveira da Silva, por todo o seu carinho e afeto, além de ser a minha grande companheira, que sempre me deu força para seguir em frente a minha caminhada.

Aos meus avós paternos Luiz da Silva Rocha e Maria de Lourdes Carvalho Rocha.

Aos meus avós maternos José Tasso Bastos Silva e Edith Tödling Bastos Silva.

Às minhas irmãs: Andreia, Adriana e Roberta que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida.

Aos meus sobrinhos: Amanda, Luiz Fernando, Vivian, Laura, Luiz Felipe e Luiza.

Aos meus cunhados: Márcio e Alberto, pelo apoio.

Aos meus demais familiares.

À minha nova família, Oliveira da Silva.

Por todo carinho e respeito recebido pelos professores e funcionários, dedico esta dissertação à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial, ao Instituto de Zootecnia, a minha segunda casa.

Aos meus amigos, Guilherme, Marcinho, Fabinho, Paulo Henrique, Paulo Antônio, Paulinho, Bruninho, Ian e Rômulo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado condições de realizar mais este trabalho.

Aos meus pais, por me darem condições e apoio para a realização deste estudo.

À minha namorada e colega de trabalho, Tatiana Oliveira da Silva, pelo apoio incondicional oferecido na condução deste projeto.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Instituto de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso. Ao meu orientador Prof. Dr. João Carlos de Carvalho Almeida, pela acolhida desde os tempos de graduação, bem como, pela sua orientação na condução deste trabalho.

Ao amigo João Carlos, por ter acreditado no meu potencial e pela confiança.

Ao professor Mirton José Frota Morenz, por toda paciência e colaboração.

Ao amigo Frank, por me incentivar na realização deste estudo.

Aos demais professores do PPGZ, pelos ensinamentos aprendidos indispensáveis para minha formação profissional.

À FAPERJ pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

Às Empresas Selegan Sementes e Matsuda Sementes, pelo oferecimento das sementes utilizadas no experimento.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação e sugestões fornecidas.

Aos amigos, Delci e Gaúcho, pelo apoio e colaboração.

Aos estagiários do professor João Carlos: Júnior, Zacarias, Paulo, Rafael, Bruna, Lídia, Emannuele, Mariana, Everton, Daniel, Valfredo, Pablo, Sergio e Júlio.

Aos amigos, Marquinhos e Evandro, pelo suporte oferecido durante o período de realização das análises no laboratório de Bromatologia do DNAP/IZ/UFRRJ.

Ao professor Everaldo Zonta e seus colaboradores pela permissão e suporte oferecidos na utilização das dependências do laboratório de fertilidade dos solos, no Instituto de Agronomia da UFRRJ.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste experimento.

RESUMO

ROCHA, Norberto Silva. **Leguminosas forrageiras tropicais cultivadas sob níveis de sombreamento**. 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Setor de Forragicultura e Pastagem do DNAP/IZ, Seropédica, RJ. Foi estudado o cultivo de quatro leguminosas forrageiras tropicais (*Calopogonium mucunoides* (calopogônio), *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), *Macrotyloma axillare* (macrotiloma) e *Neonotonia wightii* (soja perene)) submetidas a níveis de sombreamento artificiais (0, 30, 50 e 70% de sombra), durante os períodos das águas e seca. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. A variável qualitativa (espécie) foi estudada utilizando-se o teste SNK a 5% de probabilidade, e a variável de caráter quantitativo (sombreamento) foi avaliada por meio de análise de regressão. Os parâmetros avaliados foram: produção de matéria seca (PMS), teor de proteína bruta (PB), produção de proteína bruta (PPB), a composição da fração fibrosa (fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG)), a relação folha/haste (RF/H) e a composição mineral: cálcio (Ca), fósforo (P) e potássio (K). O kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram as maiores PMS durante os períodos das águas e seca, respectivamente. Foram observados incrementos na PMS das leguminosas estudadas em função dos níveis de sombreamento, durante os dois períodos de avaliação. O calopogônio apresentou maior PMS sob o nível de 30% de sombra, sendo somente avaliado no período das águas. O kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram maior PMS quando submetidas ao tratamento de 50% de sombreamento, durante os dois períodos de avaliação. A soja perene apresentou maior PMS sob o nível de 70% na época das águas e no tratamento de 50% no período seco. Os maiores teores de PB foram obtidos pelas espécies kudzu tropical e soja perene nos dois períodos de avaliação. Para o teor de PB, somente durante o período seco foi observado incremento em função dos níveis de sombreamento. A maior PPB foi observada para o kudzu tropical na época das águas e para o macrotiloma na época seca do ano. Os menores e os maiores teores de FDN e CEL foram observados nas espécies calopogônio e kudzu tropical, respectivamente, durante a estação das águas. Nesta avaliação os teores de HEM e LIG não diferiram ($P > 0,05$) entre as leguminosas. No período seco, a soja perene apresentou os menores teores de FDN, CEL e HEM, sendo observado os maiores teores no kudzu tropical. Para o efeito dos níveis de sombreamento, foi observado aumento no teor de FDN, CEL e HEM à medida que o sombreamento foi intensificado, nos dois períodos de avaliação. Não foram observados efeitos da espécie e dos níveis de sombreamento para o teor de LIG, durante as duas estações do ano. O calopogônio e a soja perene apresentaram maior RF/H na época das águas e, durante a seca foi observado maior RF/H na soja perene. Quanto ao efeito dos níveis de sombreamento sobre a RF/H foi observada redução nesses valores em função dos tratamentos estudados, durante os dois períodos de avaliação. Quanto a composição mineral não houve diferença entre os teores de Ca e P para as leguminosas estudadas, entretanto o menor teor de K foi obtido pelo macrotiloma, durante o período das águas. Na época seca, o macrotiloma obteve maior teor de P e menores teores de Ca e K. Não houve diferença entre os teores de P e K para as leguminosas kudzu tropical e soja perene. O maior teor de Ca foi obtido pela soja perene neste período. Os níveis crescentes de sombreamento acarretaram incremento nos teores de Ca, P e K, durante os dois períodos avaliados. Sob o nível de sombreamento mais intenso foi observado o maior incremento dos

minerais estudados. Contudo, a melhor resposta obtida para o cultivo de leguminosas forrageiras tropicais, submetidas a diferentes intensidades de sombreamento, foi apresentada sob o nível de 50% de sombra, onde concentraram maior PMS, acréscimos intermediários na composição fibrosa e incremento de minerais às forrageiras quando produzidas nessa condição.

Palavras-chave: Calopogônio. Cultivo a sombra. Kudzu tropical. Macrotiloma e Soja perene.

GENERAL ABSTRACT

ROCHA, Norberto Silva. **Tropical forage legumes grown under increasing shade levels.** Seropédica: UFRRJ, 2008. 75p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brazil, 2008.

This research was carried on at Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, at DNAP/IZ, Forage and Pasture Department, Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. Four tropical forage legumes cultivation were assessed: (*Calopogonium mucunoides* (calopo), *Pueraria phaseoloides* (puero), *Macrotyloma axillare* (archer) and *Neonotonia wightii* (perennial soybean)) submitted under artificial increasing shade levels (0, 30, 50 and 70% shade) during rainy and dry seasons. Randomized blocks experimental design with four replications and 4x4 factorial arrangement was performed. The qualitative variable (species) by SNK test at 5% probability as well as the quantitative one (shade) by regression statistic analysis were evaluated. The estimated parameters were: dry matter production (DMP), crude protein level (CP), crude protein production (CPP), neutral detergent fiber (NDF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) and lignin (LIG), leaf/steam ratio (RL/S) and also mineral composition (calcium (Ca), phosphorus (P) and potassium (K)). Pueru and the archer presented the biggest PMS during rainy and dry season, respectively. Gains on legumes DMP according to increasing shade levels during both evaluation periods were observed. Exclusively during rainy season, highest DMP under 30% shade level was presented by calopo. The pueru and the archer presented bigger PMS while submitted to 50% shading treatment, during both evaluation periods. At 70% in rainy season as at 50% in dry one, highest DMP by perennial soybean was demonstrated. The biggest CP contents were observed by pueru species and perennial soybean in both evaluation periods. For the CP content, only during dry season an increment has been seen according to the shading levels. The biggest CPP has been observed with the pueru on the rainy season and with the archer on the dry one. The smallest and biggest NDF and CEL contents were observed with the species calopo and pueru, respectively, during rainy seasons. On this evaluation the HEM and LIG contents did not varied ($P>0.05$) among legumes. During dryness, perennial soybean presented lowers NDF, CEL and HEM contents, while the biggest contents were observed on pueru. For the shading levels purpose, it has been observed an increase on the NDF, CEL and HEM contents with the shading improvement on both evaluation seasons. No effect on LIG were observed on species or shading levels, during both seasons. Calopo and perennial soybean presented bigger RL/S on the rainy season and during the dry one bigger RL/S was shown with the perennial soybean. Regarding shading effects over RL/S values, a reduction related to studied treatments have been observed. For the mineral composition there was no difference on the Ca and P contents for the legumes focused on this study, however a lower K content was got by archer during rainy season. On dry season, the Archer obtained bigger P content and lower Ca and K ones. No difference on P and K contents for pueru and perennial soybean legumes. A bigger Ca content was obtained by perennial soybean during that time. The increasing shading levels leads to increments on Ca, P and K contents, during both evaluated periods. Under an intensified shading level the biggest increase was observed on the studied minerals. Nevertheless, the best result for the tropical forage legumes cultivation, submitted to different shading levels, was presented on the 50% shade level, where the biggest DMP concentration, intermediate gains in fiber composition and increment to the forage have occurred under this condition.

Key words: Calopo. Shading cultivation. Pueru. Archer and Perennial soybean.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	01
2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL	03
2.1 Leguminosas	03
2.1.1 Calopogônio	04
2.1.2 Kudzu tropical	05
2.1.3 Macrotiloma	05
2.1.4 Soja perene	05
2.2 Sombreamento	06
CAPÍTULO I - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E TEOR DE PROTEÍNA BRUTA DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS SUBMETIDAS A NÍVEIS DE SOMBREAMENTO	9
RESUMO	10
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 Avaliação no Período das Águas	18
3.1.1 Produção de matéria seca	18
3.1.2 Análises bromatológicas e relação folha/haste	20
3.2 Avaliação no Período Seco	25
3.2.1 Produção de matéria seca	25
3.2.2 Análises bromatológicas e relação folha/haste	27
3.3 Produção de Proteína por Hectare	33
4 CONCLUSÕES	35
CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO MINERAL DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS CULTIVADAS EM CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1 Avaliação no Período das Águas	44
3.2 Avaliação no Período Seco	53
4 CONCLUSÕES	63
3 CONCLUSÕES GERAIS	64
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.	65
5 ANEXOS	71

1 INTRODUÇÃO GERAL

As condições favoráveis de clima e relevo, somadas às grandes extensões territoriais que compõem o nosso país, conferem ao Brasil grande potencialidade para o desenvolvimento da atividade pecuária, sobretudo no que tange à produção em sistemas, que utilizam a pastagem como base da exploração animal.

Os sistemas de exploração a pasto conferem duas principais características: a primeira delas, transformar um recurso de pouco valor, encontrado em abundância na natureza, o vegetal, em alimentos de grande importância para a sobrevivência da humanidade, leite e carne, e a segunda, constituir a fonte mais barata para a alimentação de animais herbívoros, uma vez que essa corresponde ao maior custo de produção final de qualquer atividade pecuária.

Todavia, para que se tenha uma produção satisfatória em sistemas de exploração animal a pasto é necessário que todos os seus elementos constituintes (solo, planta e animal) estejam devidamente integrados, sendo utilizados de forma maximizada para proporcionar condições favoráveis ao alcance da produtividade desejada.

Mesmo possuindo aptidão para produção pecuária, a exploração animal nacional ainda apresenta índices zootécnicos insatisfatórios. Tal fato está relacionado, entre outros fatores, com a adoção de forrageiras pouco produtivas e, principalmente, devido ao baixo valor nutricional das mesmas. Nesse caso, entende-se que tais forrageiras não conseguem suprir as exigências nutricionais diárias dos animais em pastejo.

Outra questão importante está relacionada à alta exigência em adubação nitrogenada, que as gramíneas necessitam para aumentar a sua produtividade, bem como para sua persistência ao longo do ciclo de pastejo, sendo a sua deficiência apontada como uma das principais causas da degradação das pastagens.

Uma alternativa interessante para melhorar a eficiência de utilização das pastagens seria a introdução de leguminosas forrageiras ao sistema de produção. Essas plantas apresentam duas características importantes para incrementar o desempenho dos animais criados a pasto: 1- fixação biológica de nitrogênio (FBN) e 2- alto valor nutricional dessas forrageiras.

Dentre as variadas formas de utilização das leguminosas na propriedade destacam-se: a adubação verde, cobertura vegetal, banco de proteína, consórcio com gramíneas, áreas destinadas ao corte (legumineiras), recuperação de áreas degradadas e na forma de forragem conservada, sobretudo, para a produção de feno. Outra possibilidade, que vêm ganhando grande visibilidade, diz respeito à adoção de sistemas agroflorestais, no caso, em sistemas silvipastoris. Esses sistemas são caracterizados por resultarem em uma exploração mais eficiente da área, uma vez que integram a exploração madeireira com a produção de pastagens em seus sub-bosques.

Entretanto, a eficiência da adoção de sistemas silvipastoris, principalmente quanto ao desempenho da produção pecuária, está diretamente relacionada à capacidade das forrageiras se desenvolverem em ambientes com luminosidade reduzida. De maneira semelhante, a redução da luminosidade incidente influencia a produtividade e a persistência das leguminosas nos sistemas de pastejo consorciado com gramíneas. O crescimento acelerado das gramíneas tropicais (C₄) acometem condições de sombreamento que podem causar prejuízos ao desenvolvimento das leguminosas.

Neste contexto, há necessidade de estudar o cultivo de gramíneas e leguminosas forrageiras sob condições de luminosidade reduzida, com intuito de avaliar os efeitos que os diferentes níveis de so

mbreamento podem influenciar no desenvolvimento produtivo e na composição bromatológica dessas plantas.

Grande parte dos estudos que se propuseram a estudar os efeitos do sombreamento nos vegetais foi realizada com gramíneas forrageiras. Todavia, poucos estudos foram conduzidos para avaliar o cultivo de leguminosas forrageiras tropicais sob condições de luminosidade reduzida.

Em virtude da demanda constante por pesquisas nesta área, o presente estudo teve por finalidade apresentar informações sobre o cultivo de leguminosas forrageiras, especificamente, o calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), o kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), o macrotiloma (*Macrotyloma axillare*) e a soja perene (*Neonotonia wightii*), com o intuito de avaliar a resposta das referidas leguminosas a níveis crescentes de sombreamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1 Leguminosas

Nas décadas de 1950 e 1960 a “Revolução Verde”, movimento caracterizado pela maciça utilização de fertilizantes minerais, variedades forrageiras geneticamente melhoradas, o uso de agrotóxicos e a intensa utilização de máquinas agrícolas, promoveu uma verdadeira reformulação no setor agropecuário brasileiro. Entretanto, na década de 70, sérios problemas começaram a surgir em decorrência das práticas agressivas de produção desse movimento, que basicamente visavam o aumento da produção sem qualquer preocupação com a sustentabilidade da atividade agropecuária. Nesse sentido, Espíndola et al. (1997) ressaltaram que a degradação da capacidade produtiva dos solos, associada à proliferação de pragas e doenças, causaram o empobrecimento dos produtores rurais, devido ao aumento dos custos de produção.

Neste contexto, o grande desafio para os pesquisadores, técnicos e produtores rurais consistia em desenvolver alternativas que pudessem amenizar, e até mesmo reverter, os pesados impactos ambientais oriundos da “Revolução Verde”. Assim, as leguminosas começaram a ganhar espaço, uma vez que esses vegetais estão diretamente ligados aos processos biológicos, que influenciam no equilíbrio necessário ao ecossistema e, conseqüentemente, na sustentabilidade da atividade. Devido à capacidade das leguminosas de fixarem nitrogênio atmosférico em associação com as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, essas plantas podem substituir os adubos minerais no fornecimento de N para várias culturas de interesse comercial (SMYTH et al., 1991).

Outra característica de grande importância, que motivou a introdução das leguminosas no sistema agropecuário, está relacionada ao alto valor nutricional dessas forrageiras. Em geral, esses vegetais apresentam, em sua composição bromatológica, altos teores de proteína bruta e de minerais. Quanto à fração fibrosa, as leguminosas apresentam organização estrutural de seus componentes teciduais menos complexos do que as gramíneas tropicais, o que confere maior degradabilidade da parede celular desses vegetais.

Em trabalho conduzido com dezoito acessos de leguminosas e dez acessos de gramíneas tropicais, entre espécies e cultivares, Pereira et al. (1995) obtiveram teores médios de proteína bruta de 18,8 e 11,5%, respectivamente, sendo apresentada uma amplitude de 13,6 a 24,6% para as leguminosas e 7,8 a 14,5% para as gramíneas, durante um período de avaliação de dois anos. Em relação ao valor nutricional dessas forrageiras, cabe ressaltar que as leguminosas apresentam menor variação estacional no seu valor nutritivo, em comparação com as gramíneas forrageiras (JINGURA et al., 2001).

Segundo Domício Jr. et al. (2003), as leguminosas forrageiras são relevantes na produtividade das pastagens, incorporando N atmosférico ao sistema solo-planta, bem como, melhorando qualitativamente a dieta dos animais. Em corroboração, Barcellos e Vilela (1994) ressaltaram que as leguminosas representam importante fonte de forragem de alta qualidade para produção animal, principalmente durante a estação de seca. Todavia, mesmo sendo uma alternativa que demonstrava ter grande potencialidade para incrementar a produção do agronegócio brasileiro, no final da década de 80, as leguminosas caíram em descrédito. Os principais motivos que acarretaram no descrédito das leguminosas podem estar associados às dificuldades apresentadas por essas forrageiras quanto à implantação, estabelecimento e persistência em sistemas de produção animal. O desconhecimento da produção, bem como do manejo necessário para proporcionar maior produtividade e longevidade às áreas destinadas à

implantação das leguminosas, somadas ao desconhecimento das melhores formas para a sua utilização dentro do sistema de produção animal, resultaram em baixa adoção por parte dos pecuaristas.

Pereira (2002) apontou, como possíveis causas dessa baixa adoção pelos produtores, o desconhecimento das necessidades de fertilização e do manejo adequado dessas espécies, ocasionando, assim, baixa persistência desses vegetais nas pastagens. Pode ser salientada, ainda, a utilização de espécies de leguminosas pouco adaptadas às condições de clima, solo e manejo, influenciando diretamente o baixo desempenho produtivo dos acessos utilizados.

Atualmente, com a intensificação dos estudos na área de produção de leguminosas, onde várias pesquisas estão sendo conduzidas com o intuito de elucidar a eficiência da produção e das formas de utilização dessas forrageiras, a sua adoção por parte dos produtores rurais recomeça a ganhar força no cenário mundial.

Barcellos et al. (2003) reportaram que embora o cultivo de leguminosas forrageiras tenha sido considerado desgastado pelos insucessos observados no passado, sua adoção torna-se cada dia mais importante e factível, graças às novas práticas de cultura e de manejo, associadas a novas cultivares geradas pela pesquisa. Contudo, ainda há muito a ser avaliado para aumentar a contribuição das leguminosas no sistema de produção animal.

Um dos fatores, que podem ser determinantes para o sucesso da adoção das leguminosas dentro do sistema de produção animal, está relacionado à forma de utilização dentro da atividade pecuária. No Brasil, a forma de utilização descrita como pioneira para as leguminosas forrageiras foi feita através da adubação verde e, posteriormente, como cobertura vegetal. Quanto à utilização na pecuária, a consórcio de gramíneas e leguminosas constitui ainda a forma mais disseminada na adoção das leguminosas na propriedade rural, sendo seguida pela utilização como banco de proteína, legumineiras (forrageira destinada para o corte), recuperação de pastagens degradadas e para produção de forragem conservada (feno e silagem).

2.1.1 Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*)

O calopogônio é uma leguminosa forrageira perene, de crescimento estival, sob condições de umidade, e anual, de regeneração por sementes, sob condições de seca. É originária da América do Sul, possui hábito de crescimento trepador, podendo alcançar até 1,0 m de altura em crescimento livre. As hastes, folhas, inflorescências e vagens são totalmente recobertas por pelos curtos, de cor marrom clara (ferruginosa). As folhas têm três folíolos grandes e estipulados. As vagens são curtas e retas, septadas entre as várias sementes, sendo bivalvas e deiscentes. A frutificação e a maturação das vagens ocorrem 45 a 60 dias após a floração, respectivamente. A cultura apresenta um ciclo aproximado de 240 a 260 dias (COSTA et al. 2001).

É uma planta adaptada as condições do clima tropical (úmido e quente). Quando a estação seca é relativamente longa e severa, pode morrer a cada ano, tornando-se uma planta anual, é utilizado para pastoreio e como campo de corte para feno, produzindo de 4 a 5 t MS/ha/ano, e, fixando em torno de 70 a 200 kg de N/ha/ano (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983).

Possui baixa palatabilidade, devido principalmente pela grande quantidade de pêlos presentes tanto no talo como nas folhas. Tem bom desempenho em solos relativamente ácidos. Pode ser empregada como cobertura vegetal, adubação verde, em consórcio e na produção de feno. Possui boa aceitação no período de seca, bem como, quando submetida ao processo de fenação (VILELA, 2005).

Sua propagação é geralmente através de sementes, a lanço, na proporção de 6 a 10 kg de sementes/ha, ou em linhas, utilizando-se de 3 a 10 kg de sementes/ha. (ALLEN e ALLEN, 1981 b; BOGDAN, 1977; DE-POLLI, 1985).

2.1.2 Kudzu tropical ou Pueraria (*Pueraria phaseoloides*)

O kudzu tropical é uma leguminosa forrageira de ciclo perene, herbácea, com talos rasteiros, estoloníferos, folhas trifoliadas com folíolos inteiros, verdes na superfície superior e prateadas e pilosas na porção inferior dos folíolos. É uma planta estolonífera bastante agressiva, com hábito de crescimento decumbente ou trepador e os talos geralmente cobertos com pêlos de uma coloração marron-ferruginosa. Possui crescimento livre em torno de 80 cm. É originária da Ásia, Malásia e Indonésia, sendo largamente cultivada nos trópicos, podendo até mesmo ser considerada uma espécie naturalizada nessas regiões (VILELA, 2005).

Possui palatabilidade média/baixa, sendo bastante utilizada no consórcio com gramíneas de porte alto, cobertura vegetal, adubação verde, produção de feno e também para a formação de banco de proteína e/ou legumineiras.

É uma planta tolerante a solos ácidos, condições de umidade por períodos longos e períodos curtos de seca.

O plantio é feito predominantemente por sementes, com taxa de semeadura variando de 4 a 8 Kg de sementes/ha, em linhas com 0,50 a 1,0 m de espaçamento entre si ou a lanço utilizando 6 a 17 Kg de sementes/ha. A produção de matéria seca pode ser estimada em 9,6 t MS/ha/ano. O tempo recomendado para utilização da área recém-plantada com kudzu tropical é de aproximadamente 80 a 100 dias após a sua germinação (VILELA, 2005).

2.1.3 Macrotiloma (*Macrotyloma axillare*)

É uma planta herbácea, perene, com ramos cilíndricos, folhas trifoliadas, flores amarelo-esverdeadas de 2 a 5 cm de comprimento, vagem de 3 a 5 cm de comprimento, sementes manchadas de 3 a 4 mm de comprimento, sub-ovais, lateralmente achatadas com 5 a 9 sementes por vagem. A espécie *Macrotyloma axillare* tem origem no continente africano (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1983).

Não é tão exigente em fertilidade do solo, possui alta tolerância à seca, conservando uma boa relação folha/haste ao longo do ano, adaptando-se a vários tipos de solo, contanto que sejam bem drenados. Possui média/baixa palatabilidade, requerendo um período de adaptação para que os animais passem a ingeri-la. É dotada de rápido crescimento, mantendo sua produção razoável ao longo do período crítico de seca.

É bastante utilizada para cobertura de solo, consórcio, banco de proteína e legumineiras. Não é uma forrageira indicada para a produção de feno, uma vez que possui atributos estruturais que dificultam a perda de água. A produção de matéria seca pode ser estimada em 11 a 15 t MS/ha/ano (PÁDUA, 2005).

O tempo recomendado para utilização da área recém-plantada para a espécie macrotiloma é de aproximadamente 90 a 120 dias após a sua germinação (VILELA, 2005).

Sua propagação é feita através de semeadura, usando-se de 4 a 5 kg de semente/ha (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983).

2.1.4 Soja perene (*Neonotonia wightii*)

É uma planta perene, herbácea, rasteira, trepadora volúvel, com hastes pilosas e de coloração verde escura. Possui raízes profundas com bom índice de nodulação. Apresenta altura de 1,0 m, quando submetida a crescimento livre. A espécie *Neonotonia wightii* tem origem no continente africano (VILELA, 2005).

Ela não tolera solos de drenagem deficiente, sendo muito exigente quanto a sua fertilidade, não sendo tolerante a solos com altas concentrações de alumínio. Ela apresenta um lento crescimento inicial e sua produção de matéria seca está em torno de 8 a 10 t MS/ha. Apresenta palatabilidade satisfatória e é constantemente empregada na produção de feno, em consórcio com gramíneas, banco de proteína, legumineira e como cobertura vegetal.

Esta planta apresenta fixação de nitrogênio em torno de 160 kg N/ha/ano. A propagação é feita por sementes, usando-se 4 a 8 kg de sementes/ha e seu plantio pode ser feito de outubro a dezembro, podendo ser prolongado até fevereiro. (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983).

2.2 Sombreamento

De forma geral, as plantas forrageiras utilizadas no sistema de produção animal são produzidas sob condição de sol pleno, onde a luminosidade é um fator extremamente importante para proporcionar alto rendimento de massa verde.

Entretanto, nos sistemas convencionais de exploração animal a pasto as forrageiras que compõem o ecossistema da pastagem estão constantemente em competição pela luminosidade que incide no dossel forrageiro. Em especial as plantas e perfilhos que se desenvolvem sob o ápice do dossel forrageiro são frequentemente submetidos a diferentes intensidades de retenção luminosa o que pode ocasionar respostas variadas tanto na produtividade quanto na composição químico-bromatológica destes vegetais.

Os efeitos do sombreamento no vegetal podem ser compreendidos como resposta a um fator de estresse. O estresse consiste na ação de um ou mais fatores que atuam modificando as “condições naturais” de desenvolvimento do vegetal, influenciando assim diretamente no desempenho da planta.

Segundo Larcher (2004), os fatores de estresse no vegetal podem ser divididos em duas frentes: os fatores bióticos e abióticos. Os fatores abióticos estão relacionados com as condições ambientais, podendo ser constituídos pela ação da radiação, temperatura, água, gases, minerais e efeitos mecânicos (vento, deslizamento, soterramento e cobertura pela neve).

Quando submetido à condição de estresse, o vegetal necessita desenvolver mecanismos para evitar a sua morte, consistindo assim nas respostas da planta aos efeitos do estresse. Essas respostas permitem que a planta apresente capacidade de se adaptar às condições adversas de um determinado estresse, sendo tal resposta denominada de tolerância. Os efeitos que os estresses provocam nos vegetais têm sido estudados com a finalidade de entender as alterações morfológicas, que ocorrem nas plantas, sendo em geral, atribuídas à perda de rendimento forrageiro. (DAROS et al., 2000).

A disponibilidade de luz, água, temperatura, nutrientes e condições edáficas são alguns dos fatores ambientais controladores do desenvolvimento vegetal. Dentre esses, é a luz que apresenta o efeito mais pronunciado no crescimento da planta por participar diretamente da fotossíntese (FERREIRA et al., 1997). A redução da intensidade luminosa afeta ainda o desenvolvimento vegetativo por influenciar a abertura estomática, a síntese de clorofila e, conseqüentemente, a produção de biomassa (KOZLOWSKI et al., 1991).

Na pecuária, a amplitude da radiação incidente em um dado ambiente, como por exemplo, nos sub-bosques de sistemas silvipastoris ou em sistemas de consórcio, onde nível de sombreamento pode ser bastante intensificado, a luminosidade é um recurso limitante para o desenvolvimento dos vegetais. Entretanto, para Claussen (1996), as condições de luminosidade reduzida podem levar algumas espécies a desenvolverem estratégias para sobreviverem e se estabelecerem em ambientes com disponibilidade de luz diferentes de seus requerimentos naturais.

Quanto à resposta das forrageiras, quando submetidas ao sombreamento, vários estudos têm demonstrado respostas variadas e inconsistentes. O efeito da intensidade luminosa sobre a quantidade e qualidade da forragem produzida não estão plenamente definidos na literatura (VEIGA et al., 2001). Muitas pesquisas têm apontado para uma redução efetiva da capacidade produtiva de espécies forrageiras, quando submetidas a diferentes intensidades de sombra, sendo observadas diferenças expressivas entre espécies quanto à tolerância ao sombreamento empregado (TOLEDO e TORRES, 1990; MOCHIUTTI et al., 1999; CARVALHO et al., 1995; CARVALHO et al., 1997). Entretanto, Andrade et al., (2004) observaram maior produção de matéria seca em forrageiras submetidas a níveis de sombreamento leves (até 30 % de sombra), quando comparadas com a produção obtida no tratamento controle (sem sombra).

Ribaski et al., (1998) relataram, como resposta da planta ao sombreamento moderado (50 % de sombra), que o vegetal tende a reduzir a fotossíntese, porém com o aumento da eficiência fotossintética; a elevação do teor de clorofila; o aumento da área foliar específica e o incremento do teor de nitrogênio na planta. Segundo Mochiutti e Meirelles (1994), o sombreamento reduziu a relação folha/colmo e aumentou o teor de proteína nas forrageiras por eles avaliadas. Estes mesmos autores verificaram ainda o retardamento do estágio reprodutivo de vegetais submetidos ao sombreamento.

Quanto às respostas apresentadas pelas gramíneas tropicais e leguminosas forrageiras cultivadas sob luminosidade reduzida, a literatura tem apontado que há diferença no desenvolvimento dessas plantas, devido aos específicos mecanismos fotossintéticos de cada família. As gramíneas tropicais apresentam o mecanismo fotossintético do tipo C₄, o que lhe confere maior adaptação a elevadas intensidades luminosas, resultando em um crescimento acelerado. Assim, quando submetidas à ambientes de baixa luminosidade, as gramíneas perderiam a sua eficiência quanto ao aproveitamento de luz, refletindo diretamente no crescimento da planta, bem como, na produção de matéria seca (LIZIERE et al. 1994b; CARVALHO et al. 1994; CARVALHO et al. 1995). Com relação às leguminosas forrageiras, por possuírem mecanismo fotossintético do tipo C₃, os efeitos do sombreamento, em geral os níveis leves e moderados de sombra, podem favorecer a sua produção nos trópicos, uma vez que mesmo as leguminosas oriundas de clima tropical podem apresentar estresse por excesso de radiação incidente (ERIKSEN e WHITNEY, 1981; LIZIERE et al. 1994). No que diz respeito à qualidade da forrageira sob efeito do sombreamento, há um incremento no teor de proteína bruta na planta, como já foi mencionado anteriormente, e uma redução no teor de digestibilidade da forragem (CASTRO et al., 1998). Este último pode estar associado à resposta das plantas pela busca de luz no ambiente, onde efetuam o alongamento das suas estruturas de sustentação para favorecer este processo. Wilson e Wong (1982) atribuíram a redução da digestibilidade de forrageiras submetidas ao sombreamento, à diminuição da relação folha/caule e dos carboidratos solúveis e ao aumento do teor de lignina nos tecidos da parede celular vegetal.

Garcia e Couto (1997) relataram que a redução da luminosidade acarreta no aumento dos teores de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre e zinco, sendo esse efeito observado tanto para gramíneas como para leguminosas tropicais. Em discordância a esta afirmativa, Ribaski et al., (1998) relataram decréscimo nos teores de fósforo e cálcio em forrageiras submetidas a ação do sombreamento.

Contudo, um requisito fundamental para adoção de forrageiras em sistemas que apresentam condições de sombreamento, consiste na escolha acertada de espécies que irão compor este ambiente. Segundo Andrade et al. (2003), para que se tenha sucesso nestes sistemas, não basta que as forrageiras apresentem tolerância ao sombreamento. É necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região, onde serão implantadas.

Para a resposta de leguminosas tropicais cultivadas sob níveis de sombreamento crescentes, Shelton et al. (1987) reportaram, em estudos conduzidos com sombreamento artificial, uma classificação quanto a tolerância de algumas espécies aos efeitos da redução luminosa. Neste trabalho foi reportada média tolerância para a soja perene, sendo atribuída baixa tolerância às espécies calopogônio, kudzu tropical e macrotiloma.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA, TEOR DE PROTEÍNA BRUTA, FRAÇÃO FIBROSA E RELAÇÃO FOLHA/HASTE DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS A NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

RESUMO

Este estudo foi conduzido no Setor de Forragicultura e Pastagens do DNAP/IZ/UFRRJ, Seropédica, RJ. Foi avaliado o cultivo de quatro leguminosas forrageiras tropicais (*Calopogonium mucunoides* (calopogônio), *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), *Macrotyloma axillare* (macrotiloma) e *Neonotonia wightii* (soja perene)) submetidas a níveis de sombreamento artificiais (0, 30, 50 e 70% de sombra), durante os períodos das águas e de seca. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. A variável qualitativa (espécie) foi estudada utilizando-se o teste SNK a 5% de probabilidade, e a variável de caráter quantitativo (sombreamento) foi avaliada por meio de análise de regressão. Os parâmetros analisados foram: produção de matéria seca (PMS), teor de proteína bruta (PB), a fração fibrosa (fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG)), a relação folha/haste (RF/H) e a produção de proteína bruta (PPB). O kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram maiores valores de PMS durante os períodos das águas e seco, respectivamente. Foram observados incrementos na PMS das leguminosas estudadas em função dos níveis de sombreamento, durante os dois períodos de avaliação. No período das águas, o calopogônio obteve a sua maior PMS (3,1t MS/ha/corte) no tratamento de 30% de sombra, diferentemente do kudzu tropical e do macrotiloma que apresentaram os seus maiores valores (5,1 e 3,9t MS/ha/corte, respectivamente) sob o nível de 50% de sombreamento. A soja perene apresentou maior PMS (4,2t MS/ha/corte) no tratamento de sombreamento mais intenso, durante este período de avaliação. No período seco, os maiores incrementos na PMS para as leguminosas kudzu tropical, macrotiloma e soja perene foram obtidos no nível de 50% de sombreamento (4,4, 4,5 e 3,5t MS/ha/corte, respectivamente). O calopogônio não apresentou PMS neste período, uma vez que não obteve rebrota após o primeiro corte. No nível de 70% de sombra a PMS das leguminosas apresentaram decréscimo em relação à resposta obtida no tratamento de 50% de sombreamento, entretanto estes resultados foram próximos aos apresentados nas condições de sol pleno. No período das águas o kudzu tropical e a soja perene apresentaram os maiores teores (17,5 e 16,8% de PB), o calopogônio apresentou teor intermediário (15,7%), não diferindo ($P>0,05$) das espécies anteriores citadas, bem como, do teor apresentado pelo macrotiloma (14,4%). Na época seca, semelhante ao ocorrido nas águas, a soja perene e o kudzu tropical apresentaram maiores teores de PB (17,6 e 17,0%), sendo o menor valor observado no macrotiloma (15,2% de PB). Para o efeito dos níveis de sombreamento, quanto ao teor de proteína, somente foi observada diferença ($P<0,05$) para a época seca. Os níveis de 30 e 50% de sombra apresentaram os maiores incrementos nos teores de PB (17,57 e 18,37%, respectivamente), tendo as respostas dos tratamentos extremos (0 e 70% de sombra) apresentados teores próximos (15,06 e 15,29% de PB, respectivamente). Os menores e os maiores teores de FDN e CEL foram observados nas espécies calopogônio (48,4 e 24,1%) e kudzu tropical (53,1 e 27,2%), respectivamente, durante a estação das águas. Nesta avaliação os teores de HEM e LIG não diferiram ($P>0,05$) entre as leguminosas. No período seco, a soja perene apresentou os menores teores de FDN, CEL e HEM (49,9; 24,8 e 15,5%, respectivamente), sendo observado os maiores teores destas variáveis para o kudzu tropical (53,9; 26,0 e 17,2%, respectivamente). Para o efeito dos níveis de sombreamento, foi observado incremento no teor de FDN, CEL e HEM à medida que o sombreamento foi intensificado, nos dois períodos de avaliação. Não foram observados efeitos da espécie e dos níveis de sombreamento para o teor de LIG, durante as duas estações do ano. O calopogônio e a soja perene apresentaram maior RF/H (1,74 e 1,70%, respectivamente) na época das águas e, durante a seca foi observada maior RF/H na soja perene (1,76%). As menores RF/H foram observadas no kudzu tropical (1,53 e 1,67%) e macrotiloma (1,44 e 1,39%) nas duas

avaliações, respectivamente. Quanto o efeito dos níveis de sombreamento sobre a RF/H foi observada redução dos valores em função da redução da luminosidade, durante as duas estações. Para a PPB, o kudzu tropical apresentou o maior aporte durante o período das águas, sendo observado incremento até o nível de 50% de sombreamento (883,48kg de PB/ha/corte). No período seco, o maior aporte de PPB foi obtido pelo macrotiloma, onde apresentou incremento em função dos níveis de sombreamento até o tratamento de 50% de sombra (686,75kg de PB/ha/corte). O tratamento de 50% de sombreamento foi o que apresentou melhor desempenho para as variáveis analisadas neste estudo.

Palavras-chave: Calopogônio. Kudzu tropical. Macrotiloma. Produção forrageira. Soja perene.

ABSTRACT

This survey was carried out at UFRRJ, at DNAP/IZ, Forage and Pasture Department, Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. Four tropical forage legumes cultivation were assessed: calopo, puero, archer and perennial soybean submitted under artificial increasing shade levels (0, 30, 50 and 70% shade) during rainy and dry seasons. Randomized blocks experimental design with four replications and 4x4 factorial arrangement was performed. The estimated parameters were: dry matter production (DMP), crude protein level (CP), neutral detergent fiber (NDF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) and lignin (LIG), leaf/steam ratio (RL/S) and crude protein production (CPP). The puero and archer presented bigger DMP values during rainy and dry seasons, respectively. DMP increments have been observed on studied legumes related to shading levels, during both evaluation periods. During rainy season, calopo obtained its bigger DMP (3.1t DM/ha/cut) under 30% shade exposition, different from puero and archer which got their bigger values (5.1 and 3.9t DM/ha/cut respectively) under 50% shading. Perennial soybean presented bigger DMP (4.2t DM/ha/cut) under intensified shading, during this evaluation period. On the dry season, the biggest DMP increments for puero, archer and perennial soybean legumes were obtained under 50% shading (4.4, 4.5 e 3.5t DM/ha/cut, respectively). Under 70% shade, DMP for the legumes presented a decrease compared to the results got with 50% shading, however those numbers were similar to the ones got on the plain sun exposition. During rainy season puero and perennial soybean presented bigger CP contents (17.5 and 16.8%), the calopo presented intermediate content (15.7%), not differing ($P>0.05$) from the previous species, as well as for the content presented by archer (14.4%). During dry season, such as during the rainy one, perennial soybean and puero got bigger CP contents (17.6% and 17.0%), while the smaller value was observed on archer (15.2% on CP). Regarding shading levels, for the protein content, the only remarkable difference came from dry season ($P<0.05$). 30% and 50% shading levels presented bigger increases on CP contents (17.57 and 18.37%, respectively), while extreme treatments (0 and 70% shading) got similar contents (15.06 and 15.29% CP, respectively). The smallest and the biggest NDF and CEL contents were observed with calopo (48.4 and 24.1%) and puero (53.1 and 27.2%), respectively, during the rainy season. In this evaluation HEM and LIG contents did not differ ($P>0.05$) among legumes. During dry season, perennial soybean presented the lowest NDF, CEL and HEM (49.9; 24.8 and 15.5%, respectively), while the biggest content for those items observed on the puero (53.9; 26.0 and 17.2%, respectively). Regarding shading levels, it has been observed an increase on NDF, CEL and HEM related to the shading improvement, on both evaluation periods. No remarkable effects have been observed on the species for the LIG, during both seasons. Calopo and perennial soybean presented bigger RL/S (1.74 and 1.70%, respectively) on the rainy season and, during dry season a bigger relation have been seen with perennial soybean (1.76%). The lowest RL/S have been observed on puero (1.53 e 1.67%) and archer (1.44 e 1.39%) on both evaluations. Considering the effects of the shading over the RL/S, value reduction has been observed related to the luminosity reduction, also in both cases. For CPP puero presented the biggest increase during rainy season, while there could be remarked gain till 50% shading (883,48kg CP/ha/cut). During the dry season, the biggest CPP gain have been obtained by archer, where it presented increase related to shading levels till 50% rate (686.75kg CP/ha/cut).

Key-words: Calopo. Puero. Archer. Forage production. Perennial soybean.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, onde os sistemas de exploração animal são baseados na utilização de pastagens, devido principalmente às condições favoráveis de relevo e clima, a produção pecuária apresenta baixos índices zootécnicos, sendo necessário reverter este quadro para consolidar uma posição de destaque do país frente ao cenário do agronegócio internacional.

Neste sentido é necessário lançar mão de tecnologias que permitam otimizar os sistemas de produção animal, de forma a buscar alternativas para resolver os entraves da pecuária nacional.

Entre os agentes limitadores da produção nacional podemos citar: a baixa fertilidade dos solos, a utilização de forrageiras pouco produtivas e de baixo valor nutricional, animais com baixo potencial de produção, manejo inadequado e sanidade deficitária. Como primeiro passo para melhorar o desempenho do rebanho brasileiro, devem ser enfocadas tecnologias que permitam incrementar a produtividade animal a pasto, uma vez que esse recurso, quando bem manejado, acarreta baixo custo à produção animal, sendo de fundamental importância para aliar produtividade e sustentabilidade à atividade.

Assim, investir na melhoria da fertilidade dos solos, utilizar forrageiras que aliem produtividade e bom valor nutricional, e efetuar um manejo adequado das pastagens, pode ser o caminho para incrementar a produção nacional. Neste contexto, a utilização de leguminosas forrageiras constitui uma interessante alternativa para melhorar a eficiência das pastagens. As principais vantagens do uso de leguminosas forrageiras ao sistema de produção pecuário são: a incorporação do nitrogênio ao solo, através da fixação biológica de nitrogênio realizada por microrganismos em simbiose com essas plantas e pelo seu alto valor nutricional, principalmente quanto ao alto teor de proteína bruta (EUCLIDES et al., 1998; CANTARUTTI et al., 2002).

No país, várias pesquisas com leguminosas forrageiras de clima tropical têm sido desenvolvidas para avaliar o verdadeiro potencial dessas plantas dentro do sistema de produção animal. Nesses estudos têm sido freqüentemente analisadas as necessidades quanto ao estabelecimento, desenvolvimento, produção forrageira, composição químico-bromatológica, práticas de conservação e sistemas de utilização.

Dentre os vários empregos dessas plantas na atividade pecuária, este trabalho destaca, em especial, o consórcio com gramíneas tropicais e os sistemas silvipastoris (SSP), que possuem, em comum, condições de sombreamento às leguminosas forrageiras.

Quanto ao consórcio de gramíneas tropicais com leguminosas forrageiras nas pastagens, alguns autores têm atribuído à baixa persistência desses sistemas ao diferencia de crescimento entre as duas famílias utilizadas. As gramíneas por possuírem mecanismo fotossintético do tipo C₄, apresentam um desenvolvimento mais acelerado quando comparado às leguminosas forrageiras (tipo C₃). Assim, para que as leguminosas possam ser utilizadas em sistema de consorciação com gramíneas tropicais, é necessário que essas plantas apresentem tolerância e, sobretudo, produtividade quando submetidas a condições de luminosidade reduzida (PACIULLO et al. 2003; AROEIRA et al 2005).

Por sua vez, o sistema silvipastoril é caracterizado por integrar a exploração madeireira com a produção pecuária em uma mesma área de exploração, sendo constituído por uma comunidade arbórea e pelo seu sub-bosque. Para compor as pastagens dos SSP, as forrageiras necessitam ser adaptadas às condições de sombreamento. Segundo Garcia e Andrade (2001), não basta que a forrageira seja apenas tolerante ao sombreamento, é necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região.

Quanto às respostas das leguminosas cultivadas sob sombreamento, a literatura tem apresentado resultados conflitantes. Alguns autores ressaltaram que o sombreamento acarreta decréscimo do valor de produção de matéria seca em função do aumento do nível de sombra (WONG e WILSON, 1980; MOCHIUTTI e MEIRELLES, 2001; ANDRADE et al., 2004). Todavia, Eriksen e Whitney (1982), relataram que o sombreamento teve pouca influência na porcentagem de matéria seca de seis leguminosas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Estes mesmos autores ainda revelaram que as leguminosas submetidas ao efeito do sombreamento foram mais altas, com hastes mais grossas e folhas mais delgadas, resultando assim numa maior relação de massa/volume, quando comparadas com plantas crescidas a pleno sol.

Quanto a influencia do sombreamento no teor de proteína bruta de leguminosas forrageiras, a literatura ressalta ter pouca influência neste parâmetro. Para Eriksen e Whitney (1982) a porcentagem de nitrogênio em seis leguminosas avaliadas, não foi influenciada pelos níveis crescentes de sombreamento. Entretanto, Wilson e Wong (1982), apontaram apenas para o efeito dos crescentes níveis de sombreamento em gramíneas tropicais, não sendo observado este comportamento em leguminosas forrageiras.

Poucos são os trabalhos reportados na literatura referente a este tema, entretanto, evidenciam alterações morfofisiológicas nas plantas quando submetidas a ambientes com luminosidade reduzida. No que diz respeito a alterações morfológicas, a literatura reporta como principais efeitos do sombreamento a redução na relação folha/haste, o aumento na área foliar e o alongamento das hastes. Alguns estudos têm ressaltado que o sombreamento acarreta incremento no teor de proteína bruta e de minerais, bem como influencia negativamente na digestibilidade das forragens (WILSON e WONG, 1982; CASTRO et al., 1998; RIBASKI et al., 1998).

Quanto aos efeitos do sombreamento sobre a fração fibrosa de leguminosas forrageiras, a literatura apresenta grande carência de informações. Para Wilson e Wong (1982), a redução da luminosidade resultou na diminuição da relação folha/caule e dos carboidratos solúveis e no acréscimo no teor de lignina, influenciando diretamente na digestibilidade das gramíneas. Entretanto, este comportamento não foi observado em leguminosas.

A proposta deste estudo está baseada na resposta de leguminosas forrageiras tropicais (*Calopogonium mucunoides*, *Pueraria phaseoloides*, *Macrotyloma axillare* e *Neonotonia wightii*) submetidas a níveis crescentes de sombreamento artificiais (0, 30, 50 e 70% de sombra), sendo a produção de matéria seca (PMS), o teor de proteína bruta (PB), a fração fibrosa (fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG)), a relação folha/haste (RF/H) e a produção de proteína bruta (PPB), os parâmetros avaliados em dois períodos distintos: águas e seca.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, situado a uma latitude de 22° 45'S, longitude 43° 41'W e altitude de 33 metros, no período de janeiro de 2006 a junho de 2007. O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen. Os dados agro-climatológicos são apresentados nas Figuras 1 e 2.

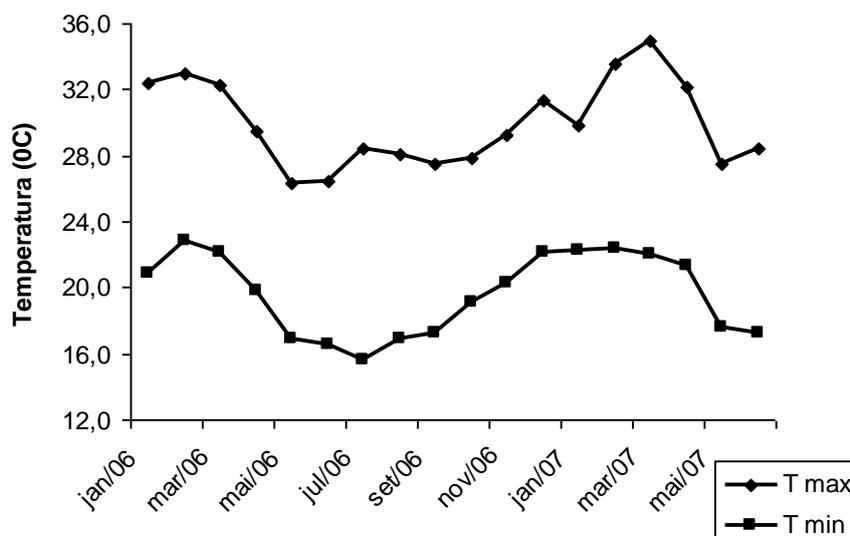


Figura 1. Gráfico representativo das médias das temperaturas máximas e mínimas mensais durante o período experimental.

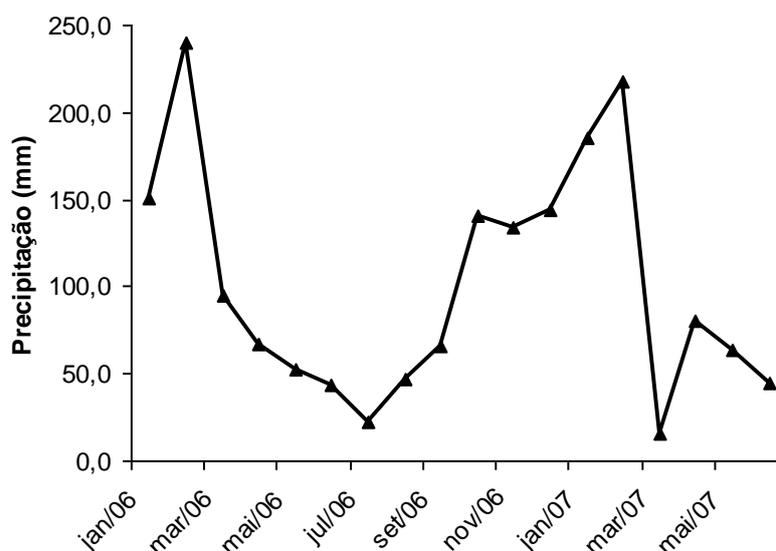


Figura 2. Gráfico representativo do volume de precipitação mensal durante o período experimental.

A área utilizada foi de 720m², com 64 canteiros (2x3m), distribuídos em quatro espécies de leguminosas forrageiras: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), kudzu

tropical (*Pueraria phaseoloides*), macrotiloma (*Macrotyloma axillare*) e soja perene (*Neonotonia wightii*).

O solo da área experimental corresponde ao Planossolo Hidromórfico Distrófico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 1999). A composição química do solo da área experimental encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental

Prof.	Na	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H+Al	Al ⁺⁺⁺	S	T	V	pH	C	P	K
meq/100ml de solo								%	H ₂ O	%	Ppm	
0-20	0,03	1,6	1,2	0,7	0,0	3,08	3,79	80	6,1	0,9	9	100

Análise realizada pelo LABFER, Instituto de Agronomia/UFRRJ.

O plantio das leguminosas foi realizado em janeiro de 2006. As sementes foram submetidas aos processos de escarificação mecânica e inoculação, sendo adotados inoculantes específicos para cada planta. Foi efetuada uma adubação no plantio e, posteriormente, a cada corte. A adubação foi realizada com base nas recomendações do boletim técnico 100, IAC (1996), onde foram aplicados 250kg de super fosfato simples e 100kg de cloreto de potássio/ha, nas linhas de plantio.

O plantio das leguminosas foi feito em linhas, com espaçamento de 50cm entre elas, totalizando cinco linhas por canteiro.

Com o intuito de simular um ambiente com diferentes níveis de sombreamento, foram utilizadas telas de polipropileno (sombrite). Os tratamentos consistiram em quatro níveis de sombreamento, distribuídos em quatro blocos. Assim, cada bloco foi constituído pelos quatro níveis de sombreamento: tratamento 1 – 0%; tratamento 2 – 30%; tratamento 3 – 50% e tratamento 4 – 70% de retenção luminosa. As distribuições de espécies e de níveis de sombreamento dentro dos blocos foram feitas ao acaso.

As telas de sombrite foram colocadas no dia 28 de dezembro de 2006 sobre os canteiros, a uma altura de 1,60m, com o intuito de facilitar a limpeza dos canteiros, bem como o acesso durante as avaliações. Foram realizadas periódicas limpezas na área experimental, onde constantemente efetuou-se a retirada manual das plantas invasoras dentro dos canteiros, bem como a capina nas ruas entre os canteiros. Foram realizados dois períodos distintos de avaliação: na estação das águas (28/02/2007) e no período de seca (20/06/2007).

Em dezembro de 2006 foi realizado um corte de uniformização, para então ser promovida a colocação dos sombrites. Este corte foi efetuado na primeira quinzena de dezembro do corrente ano, sendo realizada uma adubação de cobertura, para suprir as necessidades das plantas.

O corte foi realizado de forma manual, com o auxílio de ferramentas cortantes (tesoura, facão e alfanje), a uma altura de 5cm do solo, visando possibilitar reservas suficientes para favorecer a rebrota das forrageiras. A metodologia empregada neste corte foi a mesma utilizada em todos os cortes do experimento.

Com o auxílio de um quadrado de 0,5 x 0,5m, no centro de cada canteiro, foi retirada uma amostra representativa para ser determinada a produção de matéria seca (PMS) das espécies estudadas em função dos níveis de sombreamento.

Essas amostras também foram cortadas a uma altura de 5cm do solo. Após a retirada desse material, os canteiros foram inteiramente cortados para possibilitar a rebrota das leguminosas avaliadas. Uma semana após o corte os canteiros receberam uma adubação de cobertura, sendo efetuada a mesma dosagem realizada na adubação de plantio.

O material retirado do quadrado foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente identificados, e foram encaminhados ao laboratório de Bromatologia (DNAP/IZ). As amostras foram pesadas, sendo retiradas sub-amostras que foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa ventilada ($60\pm 5^{\circ}\text{C}$; 72 h).

Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) foram determinados segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Os dados de PMS e PB foram tabulados, sendo avaliados os desempenhos das diferentes espécies forrageiras em função dos níveis de sombreamento.

As análises estatísticas foram realizadas segundo um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F, $\alpha=0,05$). As médias foram comparadas utilizando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade. Dado o caráter quantitativo da variável sombreamento, os contrastes significativos foram ajustados por análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de probabilidade. Os resultados foram interpretados utilizando o pacote estatístico SAEG, Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), de acordo com a análise de variância (Quadro 1).

O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + B_i + E_j + S_k + (MxD)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$, onde:

Y_{ijk} = variável resposta;

μ = média geral;

B_i = efeito do i-ésimo bloco;

E_j = efeito da j-ésima espécie;

S_k = efeito do k-ésimo nível de sombreamento;

$(MxD)_{jk}$ = efeito da interação da j-ésima espécie com o k-ésimo nível de sombreamento;

ε_{ijk} = erro aleatório, suposto $NID \sim N(0, \sigma^2)$.

$i = 1; 2; 3; 4;$

$j =$ calopogônio, kudzu tropical, macrotiloma, soja perene;

$k = 0; 30; 50; 70.$

Quadro 1. Análise da variância

Fonte de Variação	GL
Bloco	3
Espécie	3
Sombreamento	3
Espécie x Sombreamento	9
Erro	45

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação no Período das Águas

3.1.1 Produção de matéria seca

Foi observado efeito ($P < 0,05$) da espécie e do nível de sombreamento para a variável produção de matéria seca (PMS), havendo interação ($P < 0,05$) destes fatores. Os valores médios e respectivos desvios padrão, e as equações de regressão com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Produção de matéria seca (tMS/ha/corte) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), durante o período das águas

Espécie	SOMBREAMENTO				Regressão	R^2 (%)
	0%	30%	50%	70%		
Cal ¹	1,9±0,30 ^b	3,1±0,72 ^b	2,5±0,17 ^c	2,0±0,20 ^b	$Y=1,93+0,058X-8,3 \times 10^{-4} X^2$	91,96
Kt ²	3,0±0,18 ^a	4,2±0,57 ^a	5,1±0,16 ^a	2,6±0,15 ^b	$Y=2,90+0,108X-1,55 \times 10^{-3} X^2$	79,82
Mac ³	3,0±0,54 ^a	3,7±0,30 ^{ab}	3,9±0,59 ^b	2,6±0,51 ^b	$Y=2,95+0,059X-8,86 \times 10^{-4} X^2$	88,48
Sp ⁴	2,2±0,38 ^b	3,1±0,19 ^b	3,7±0,93 ^b	4,2±0,34 ^a	$Y=2,204+0,029X$	99,98

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

No desdobramento das interações, estudando espécie dentro de cada nível de sombreamento, as leguminosas kudzu tropical e macrotiloma apresentaram o melhor desempenho (ambas com 3,0t MS/ha/corte), não diferindo ($P > 0,05$) entre si, quando cultivadas a sol pleno, enquanto as leguminosas calopogônio e soja perene apresentaram os menores valores de PMS (1,9 e 2,2t MS/ha/corte, respectivamente).

Sob o nível de 30% de sombra, o kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram os maiores valores de PMS (4,2 e 3,7t MS/ha/corte, respectivamente), não sendo observada diferença ($P > 0,05$) entre esses resultados. O calopogônio e a soja perene apresentaram os menores valores de PMS neste nível de sombreamento (ambas com 3,1t MS/ha/corte), os quais não diferiram ($P > 0,05$) da PMS obtida para a espécie macrotiloma.

No sombreamento de 50% foi obtido o maior valor de PMS (5,1t MS/ha/corte) para o kudzu tropical, diferindo ($P < 0,05$) das demais leguminosas. Nas espécies macrotiloma e soja perene foram observados valores intermediários de PMS (3,9 e 3,7t MS/ha/corte, respectivamente), não havendo diferença ($P > 0,05$) entre estes. O menor valor de PMS foi observado para o calopogônio (2,5t MS/ha/corte), o qual diferiu ($P < 0,05$) das demais espécies.

No nível de 70% de sombreamento, foi observado maior valor de PMS (4,2 t MS/ha/corte) na espécie soja perene, apresentando diferença ($P < 0,05$) para as demais leguminosas estudadas. O calopogônio, o kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram os menores valores de PMS deste período (2,0; 2,6 e 2,6t MS/ha/corte, respectivamente), os quais não diferiram ($P < 0,05$) entre si.

No estudo dos níveis de sombreamento dentro de cada espécie, foi observada resposta quadrática para a PMS da espécie calopogônio, em função dos níveis crescentes de sombra. O calopogônio apresentou maior PMS no nível de 30% de sombreamento, sendo observado um

valor intermediário sob o nível de 50% de sombra. Os menores desempenhos foram obtidos nos tratamentos de 70% de sombra e a sol pleno.

O kudzu tropical apresentou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento, sendo observado incremento de PMS até o tratamento sob 50% de sombra, onde apresentou maior produtividade. Nos tratamentos de 70% de sombreamento e a sol pleno foram observados os menores valores de PMS desta leguminosa.

Para a espécie macrotiloma foi observado um comportamento quadrático da equação em função dos níveis de sombreamento, onde os maiores valores de PMS foram oriundos dos níveis de 30 e 50% de sombreamento e o menor valor verificado no nível de 70% de sombra.

A soja perene apresentou resposta linear positiva ($P < 0,05$), ou seja, à medida que o nível de sombreamento foi aumentado a PMS foi incrementada.

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciam o potencial dessas leguminosas quando cultivadas sob condições de sombreamento, haja vista que, todas as forrageiras avaliadas apresentaram incremento de PMS quando comparadas com o desempenho a pleno sol. Outro fato que deve ser ressaltado, diz respeito à tolerância observada até no nível de sombreamento mais intenso, pois houve uma proximidade dos valores de PMS das leguminosas cultivadas a pleno sol em relação ao tratamento com 70% de sombra, podendo esse comportamento indicar uma capacidade adaptativa ao sombreamento mais intenso.

Vale destacar que o incremento nos valores de PMS pode estar atribuído ao efeito do sombreamento, decorrente da redução da intensidade luminosa incidente sobre as leguminosas forrageiras. Por possuírem mecanismo fotossintético do tipo C_3 as leguminosas são fisiologicamente adaptadas a menores intensidades luminosas, quando comparadas as gramíneas tropicais (C_4), sendo, portanto, favorecidas pelo o efeito do sombreamento nas condições dos trópicos (PEREIRA e REZENDE, 1999).

Quanto aos diferentes valores de PMS apresentados pelas leguminosas, em função dos níveis de sombreamento, esses resultados sugerem que há diferença entre a necessidade de radiação incidente para cada planta, ou ainda, que existam diferenças no aproveitamento potencial da luminosidade que chega ao vegetal, através de mecanismos morfofisiológicos mais eficientes para este fim. Esta hipótese explicaria os diferentes comportamentos apresentados pelas leguminosas avaliadas. A espécie soja perene destacou-se em relação às demais leguminosas por apresentar maior PMS no nível de sombreamento mais intenso. O kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram comportamento intermediário, obtendo os melhores desempenhos no nível de 50% de sombra. Sob o nível de sombreamento mais intenso foram observados os menores valores de PMS, indicando que nesta condição há limitação de luminosidade para ambas as espécies. O calopogônio apresentou maior PMS sob o nível de 30% de sombra, sugerindo ser uma planta mais adaptada as condições de sombreamento leve. Estes resultados estão de acordo com a classificação descrita por Shelton *et al.*, (1986) onde reportaram maior tolerância ao sombreamento da soja perene frente as demais espécies estudadas neste experimento. Entretanto, estes autores atribuíram média tolerância a soja perene e baixa tolerância do kudzu tropical, macrotiloma e calopogônio aos efeitos do sombreamento, fato este não observado nesta pesquisa, uma vez que houve incremento expressivo no valor de PMS para todas as espécies em determinados tratamentos.

Quanto à produtividade em função dos tratamentos, o calopogônio apresentou, no nível de 30% de sombra, ou seja, recebimento de 70% de luminosidade, um incremento de 62,63% da produção apresentada a sol pleno.

O kudzu e o macrotiloma apresentaram maiores valores de PMS, quando submetidos ao nível de 50% de sombreamento, indicando que essas leguminosas necessitam de menor intensidade de radiação direta quando comparadas ao calopogônio. Neste nível de sombreamento, os acréscimos nos valores de PMS para o kudzu tropical e macrotiloma foram de 67,55 e 30,90%, respectivamente, da produção observada a pleno sol.

A soja perene apresentou o maior valor de PMS quando submetida ao nível de 70% de sombreamento, ou seja, apenas 30% de radiação incidente, sendo observado um incremento de 90,00% da produção obtida no tratamento a pleno sol.

Os resultados obtidos neste período de avaliação são contrastantes com as informações presentes na literatura onde, em sua grande maioria, ressaltam que o sombreamento promove redução na PMS de leguminosas forrageiras, sendo observados decréscimos em função do crescente nível de sombreamento (WONG e WILSON, 1980; COSTA et al., 1998b). No entanto, outros estudos revelaram que o sombreamento acarreta diminuição da PMS apenas em gramíneas forrageiras tropicais, sendo esse efeito pouco influenciado em leguminosas (ERIKSEN e WHITNEY, 1982; SOUTO e ARONOVICH, 1992).

Embora no presente trabalho tenham sido observados acréscimos na PMS com o aumento do nível de sombreamento, a literatura reporta apenas a tolerância das leguminosas forrageiras aos efeitos do sombreamento, indicando apenas as espécies que apresentaram menor redução da PMS, não sendo relatado incremento para esta variável.

Mochiutti et al. (1999), estudando gramíneas e leguminosas forrageiras (entre elas o calopogônio e o kudzu tropical) em sistema silvipastoril, no sub-bosque de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), com três diferentes intensidades de sombreamento (a pleno sol, sombreamento médio e intenso), relataram que no sombreamento médio houve redução na PMS para as todas as espécies estudadas, sendo observado maior redução para as leguminosas do que para as gramíneas, correspondendo em 35 e 60%, respectivamente, da PMS obtida a pleno sol. Estes mesmos autores observaram redução mais acentuada sob o sombreamento mais intenso, onde a PMS das leguminosas representaram apenas 5% da produção obtida a pleno sol.

Os dados da literatura confrontados com os resultados deste trabalho evidenciam que as respostas das leguminosas forrageiras aos efeitos do sombreamento, sobretudo quanto a PMS, ainda não estão bem definidas, sugerindo ser necessária a realização de novos estudos para consolidar o comportamento das leguminosas forrageiras sob condições de luminosidade reduzida.

3.1.2 Análises bromatológicas e relação folha/haste

Foram observados efeitos ($P < 0,05$) da espécie e do nível de sombreamento, não sendo, contudo, verificado interação destes fatores. Quanto ao efeito da espécie houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL) e para a relação folha/haste, não havendo efeito ($P > 0,05$) para os teores de hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), durante o período das águas, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e relação folha/haste (RF/H) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a sombreamento, durante o período das águas

Espécie	PB (%)	FDN (%)	CEL (%)	HEM (%)	LIG (%)	RF/H
Cal ¹	15,7±1,72 ^{ab}	48,4±2,33 ^a	24,1±1,40 ^a	15,2±1,61 ^a	8,1±0,93 ^a	1,74±0,31 ^a
Kt ²	17,5±2,60 ^a	53,1±1,54 ^d	27,2±1,38 ^c	15,3±1,27 ^a	8,7±1,50 ^a	1,53±0,26 ^b
Mac ³	14,4±2,17 ^b	50,7±2,27 ^c	25,7±2,12 ^b	15,4±1,06 ^a	8,5±1,53 ^a	1,44±0,17 ^b
Sp ⁴	16,8±1,21 ^a	50,0±2,16 ^b	25,4±2,02 ^b	15,1±1,21 ^a	8,7±1,08 ^a	1,70±0,39 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK (P>0,05). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

Os maiores teores de PB foram observados para o kudzu tropical e a soja perene (17,5 e 16,8%, respectivamente). O calopogônio apresentou teor intermediário (15,7% de PB), entretanto, não diferindo (P>0,05) dos resultados apresentados por kudzu tropical e soja perene. O macrotiloma apresentou o menor teor de PB (14,4%), todavia este valor não diferiu (P>0,05) da resposta do calopogônio.

Os resultados observados neste período de avaliação estão próximos aos dados apresentados na literatura, reforçando a confiabilidade dos dados apresentados neste experimento. Vilela (2005) reportou teores de 16,7% PB para o calopogônio durante a época das águas. Pedreira e Consentino (1992) observaram teor de 17,4% PB para a espécie kudzu tropical, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Pádua et al., (2005), trabalhando com o macrotiloma em dois sistemas de cultivo (livre e tutorado), obtiveram teores de PB variando entre 9,12 e 15,75%. O valor médio de PB obtido para a soja perene neste estudo encontra-se dentro do intervalo reportado por Pádua et al. (2005), onde relatou teores de 15,76 a 17,16% PB.

Para o teor de FDN, em função do efeito da espécie, o calopogônio apresentou o menor valor (48,4%) diferindo (P<0,05) das demais espécies estudadas. A soja perene apresentou o segundo menor teor (50,0% de FDN), seguido pelo macrotiloma (50,7% de FDN), ambas diferindo (P<0,05) entre si. O kudzu tropical apresentou o maior teor de FDN (53,1%) entre as demais leguminosas.

A literatura tem apresentado uma grande variação dos resultados para os valores de FDN de leguminosas forrageiras tropicais. Os resultados deste trabalho não estão de acordo com os dados discutidos na literatura. Pádua (2005) estudando as mesmas leguminosas utilizadas neste trabalho, sob dois sistemas de cultivo (livre e tutorado), reportou menor teor de FDN para o macrotiloma (50,42%), em comparação aos teores observados para a soja perene e kudzu tropical (60,29 e 62,47%, respectivamente). Esse mesmo autor reportou teor de FDN (56,28%) superior ao apresentado no presente experimento para a espécie calopogônio. Ladeira et al. (2002) reportou teor de 52% de FDN para a soja perene, valor este próximo ao determinado neste estudo. As diferenças encontradas nestes trabalhos supracitados podem estar associadas às diferentes condições de clima, solo, manejo e idade das plantas.

Na avaliação do efeito entre espécie para o teor de CEL, o calopogônio foi a espécie que apresentou menor valor (24,1%), diferindo (P<0,05) das demais espécies. As espécies soja perene e macrotiloma apresentaram teores intermediários de CEL (25,4 e 25,7%, respectivamente) não sendo observada diferença (P>0,05) entre esses valores. O maior teor de CEL (27,2%) foi observado na espécie kudzu tropical. Poucas informações foram encontradas para a discussão dos resultados apresentados para o efeito entre espécie quanto ao teor de

CEL. Contudo, Valadares Filho *et al.* (2006), reportaram teor de CEL para a soja perene próximos a 27%, valor este semelhante aos encontrados neste trabalho. Ladeira et al. (2002) reportou teor de 20,0% para CEL para a espécie soja perene.

No efeito de espécie para a variável HEM, não foi observada diferença ($P>0,05$) entre as espécies estudadas.

Para a variável LIG, não foram observadas diferenças significativas entre as médias apresentadas, durante este período de avaliação. Valadares Filho et al. (2006), reportaram teor superior a 12% de LIG para a espécie soja perene. Os valores inferiores encontrados neste trabalho podem estar relacionados com a menor idade das plantas no momento do corte. Ressalta-se a escassez de trabalhos na literatura quanto à avaliação desta variável em leguminosas forrageiras.

Neste período de avaliação, o teor de FDN foi influenciado apenas pelo teor de CEL, uma vez que não houve diferença ($P>0,05$) nos teores de HEM e LIG para o efeito da espécie.

Quanto o efeito entre espécie para a variável RF/H, as espécies calopogônio e soja perene apresentaram as maiores RF/H (1,74 e 1,70, respectivamente), não apresentando diferença ($P>0,05$) entre si. Os menores valores foram observados pelas espécies macrotiloma e kudzu tropical (1,44 e 1,53, respectivamente) não havendo diferença ($P>0,05$) entre esses resultados. Pádua (2005) em seu estudo reportou RF/H variando de 1,0 a 1,2 para as espécies macrotiloma, soja perene e kudzu tropical em crescimento livre, após o corte manual. Todavia, este autor apontou a maior RF/H para o macrotiloma (1,2), sendo seguido pela soja perene (1,15) e a menor RF/H apresentada pelo kudzu tropical (1,0).

Os resultados referentes a análise qualitativa da fração fibrosa das leguminosas avaliadas, durante o período das águas, atribuíram um melhor desempenho para a espécie calopogônio, sendo observado menores teores de FDN e CEL e alta RF/H, uma vez que o teor de LIG não diferiu entre as espécies estudadas. A soja perene e o macrotiloma apresentaram comportamento intermediário, sendo observado maior teor da fração fibrosa no kudzu tropical.

Uma possibilidade que poderia explicar este comportamento seria a alta produção de sementes desta espécie durante o período de estabelecimento do experimento, sendo este compreendido do plantio ao corte de uniformização (aproximadamente 12 meses). Sendo assim, esta leguminosa pode ter apresentado alta germinação das sementes produzidas nos próprios canteiros, dando origem a novas plantas, diferindo das demais espécies que apresentaram menor desenvolvimento e, conseqüentemente, não apresentaram produção de sementes durante o mesmo período. Portanto, o menor teor da fração fibrosa apresentado pelo calopogônio poderia ser atribuído ao desenvolvimento de novas plantas e, ainda, de plantas com diferentes estádios de crescimento, e não pela rebrotação como ocorreu com as demais espécies.

Os maiores teores de FDN e CEL encontrados no kudzu podem estar associados ao hábito agressivo de estabelecimento desta forrageira. Foi observado nesse vegetal, constante crescimento de estolões que ao tocar o solo, desenvolvia novos pontos de enraizamento. Tal característica pode ter acarretado no alongamento e alargamento das hastes dessa planta, influenciando assim no aumento do teor de fibra dessa leguminosa.

Todavia, as condições climáticas, o solo e o manejo empregado são fatores que interferem diretamente no desempenho produtivo dos vegetais, não podendo ser negligenciados quanto aos efeitos na composição bromatológica das forrageiras utilizadas para a produção animal.

Com relação ao efeito do nível de sombreamento foi observada diferença ($P<0,05$) para as variáveis FDN, CEL, HEM e RF/H, entretanto, não foi verificada diferença ($P>0,05$) para os teores de PB e LIG. Para o efeito do nível de sombreamento são apresentados os gráficos com as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Foi observada resposta linear positiva para o teor de FDN, em função dos níveis de sombreamento estudados, sendo apresentado um acréscimo de 5,78; 10,05 e 14,01% quando submetidas aos níveis de 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente, comparado a resposta obtida no tratamento sem sombreamento, como pode ser observado na Figura 3.

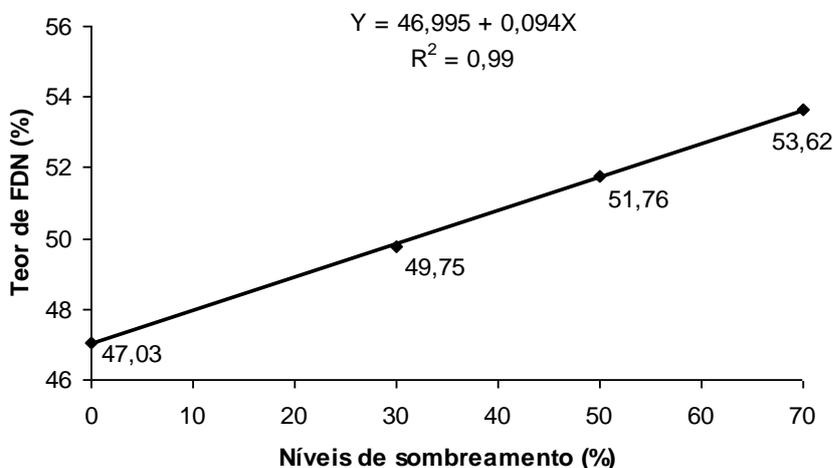


Figura 3. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Para o efeito do nível de sombreamento para o teor de CEL, foi observado comportamento linear positivo, havendo acréscimo de 6,20; 10,79 e 18,32% nos teores de CEL quando submetidos aos níveis crescentes de sombreamento (30, 50 e 70% de sombra, respectivamente), em comparação ao cultivo a pleno sol (Figura 4).

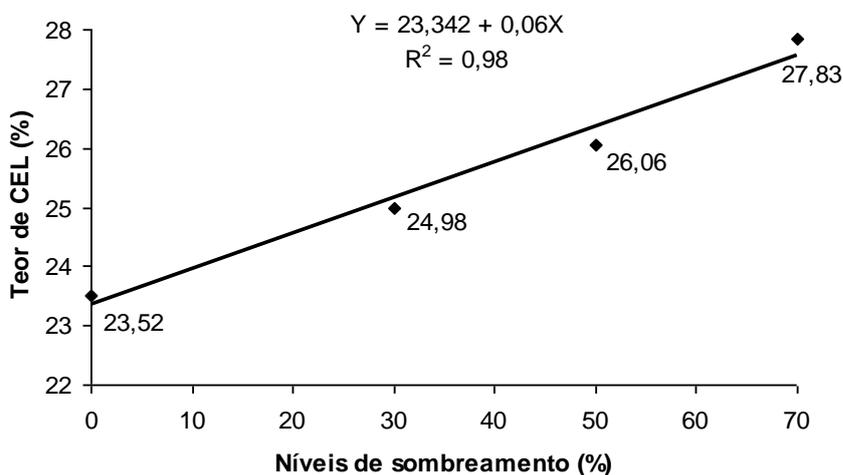


Figura 4. Teor de celulose (CEL) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Quanto ao efeito do nível de sombreamento para o teor de HEM, foi observada resposta quadrática positiva, onde apresentou incremento de 10,38; 14,16 e 18,66%, em relação ao tratamento a pleno sol, como pode ser observado na Figura 5.

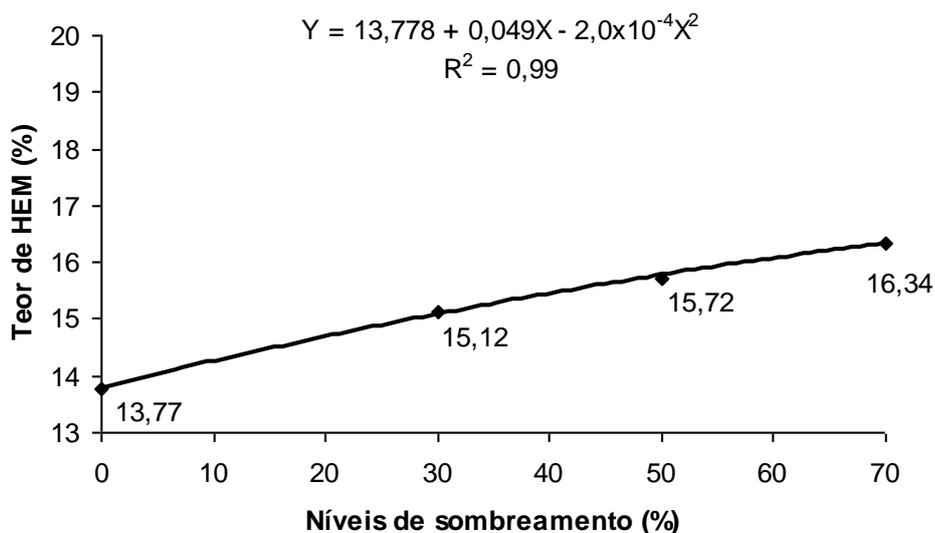


Figura 5. Teor de hemicelulose (HEM) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Para a variável RF/H, o efeito do nível de sombreamento apresentou resposta linear negativa, acarretando decréscimo da ordem de 15,89; 23,58 e 31,79% na RF/H para os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente, quando comparados com o cultivo a pleno sol.

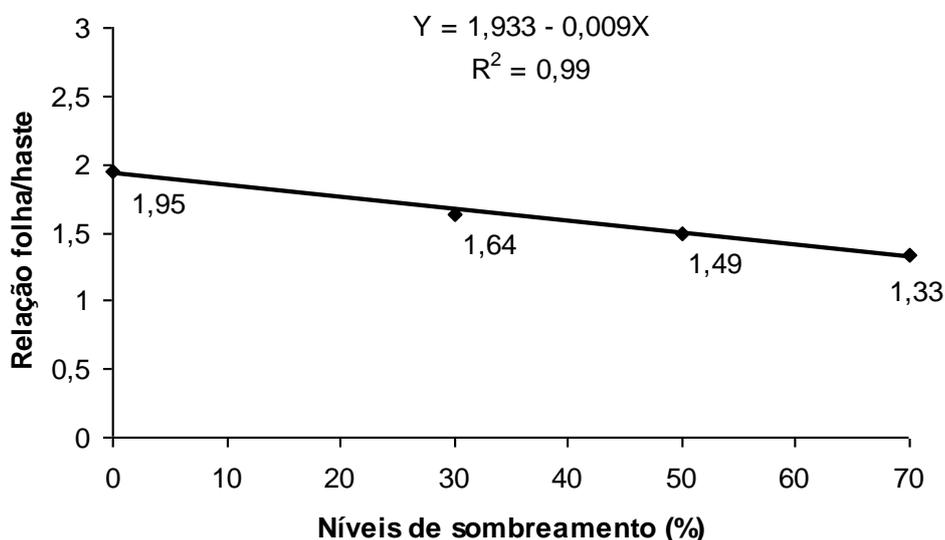


Figura 6. Relação folha/haste (RF/H) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Os resultados expostos acima indicam que o sombreamento, durante o período das águas, não influenciou no teor de PB das leguminosas estudadas, porém acarretou incremento na fração fibrosa destas forrageiras.

Com relação aos efeitos do sombreamento em leguminosas, ainda não há resposta concreta, que permita inferir o efeito da sombra sobre o teor de PB nestas espécies. Eriksen e

Whitney (1982), avaliando algumas leguminosas (centrosema, leucena, siratro e estilosantes) sob níveis de sombreamento crescentes, apontaram para um decréscimo no teor de nitrogênio na forrageira, ocasionando, conseqüentemente, na redução do teor de PB. Souto et al. (1976) estudaram as espécies soja perene, siratro, estilosantes e centrosema submetidas a sombra, e ressaltaram que as espécies centrosema, estilosantes e soja perene não apresentaram decréscimos nos teores de PB, enquanto que a espécie siratro apresentou redução nos teores de PB.

O acréscimo no teor da fração fibrosa das leguminosas, obtido em função dos níveis de sombreamento, pode estar relacionado a uma resposta adaptativa das plantas para se desenvolverem em condições de luminosidade reduzida. Neste caso, alterações morfofisiológicas seriam realizadas pelo vegetal para auxiliar a procura por luminosidade, bem como, para aumentar a eficiência da captação da radiação incidente. Dentre algumas dessas alterações, podem ser citados o alongamento das hastes, a diminuição da relação folha/haste e o aumento da área foliar (WILSON e WONG, 1982, CARVALHO *et al.*, 1994 e RIBASKI *et al.*, 1998). Neste contexto, o alongamento das hastes explicaria, provavelmente, o acréscimo no teor de FDN, uma vez que aumentaria o tecido de sustentação da planta (carboidratos estruturais). Outro indicativo que sustenta esta hipótese diz respeito à redução da RF/H. Em condições de estresse, o vegetal utiliza a estratégia de reduzir gastos para otimizar o funcionamento de estruturas para a sua sobrevivência (LARCHER, 2004). A redução da RF/H observada neste experimento poderia estar envolvida com a mobilização da planta em priorizar a produção de tecido de sustentação para buscar a luz. De outra forma, foi também observado, embora não tenha sido quantificado, o aumento da área foliar das leguminosas avaliadas, sendo o acréscimo no tamanho da folha maior à medida que se intensificou o nível de sombreamento. Assim, a redução da RF/H observada neste estudo poderia estar relacionada com a mobilização da planta em aumentar a área foliar, de forma a reduzir a quantidade de folha, porém aumentando a eficiência das mesmas. As imagens comparativas do incremento na área foliar das leguminosas encontram-se em anexo.

3.2 Avaliação no Período Seco

3.2.1 Produção de matéria seca

A espécie calopogônio não apresentou rebrotação após a primeira avaliação, sendo, portanto, excluída do experimento. Embora a literatura aponte um ciclo perene para essa leguminosa, foi observado comportamento anual para essa forrageira, onde se mostrou produtiva no período das águas e intolerante às condições do período de seca. Pádua (2005) reportou a mesma característica observada neste experimento, indicando que essa leguminosa somente apresenta potencial para ser utilizada no período das águas. Esses resultados podem ser atribuídos às condições climáticas características da região, uma vez que os dois estudos foram conduzidos na mesma condição experimental.

Neste período foi observado efeito ($P < 0,05$) da espécie e do nível de sombreamento para a variável PMS, havendo interação ($P < 0,05$) entre elas. Na Tabela 4 podem ser observados os valores médios e respectivos desvios padrão, e as equações de regressão com os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Tabela 4. Produção de matéria seca (t MS/ha/corte) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), durante o período de seca

Esp.	SOMBREAMENTO				Regressão	R ² (%)
	0%	30%	50%	70%		
Kt ¹	2,7±0,23 ^b	3,5±0,13 ^b	4,4±0,32 ^a	2,7±0,45 ^b	Y= 2,5+0,07X-1,0x10 ⁻³ X ²	71,19
Mac ²	3,5±0,39 ^a	4,3±0,26 ^a	4,5±0,55 ^a	3,7±0,21 ^a	Y= 3,4+0,05X-7,4x10 ⁻⁴ X ²	95,03
Sp ³	2,7±0,48 ^b	3,2±0,24 ^b	3,5±0,42 ^b	3,2±0,23 ^{ab}	Y= 2,6+0,03X-3,3x10 ⁻⁴ X ²	93,79

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK (P>0,05). ¹*Pueraria phaseoloides*; ²*Macrotyloma axillare*; ³*Neonotonia wightii*.

No desdobramento das interações, estudando espécie dentro de cada nível de sombreamento, a espécie macrotiloma apresentou o melhor desempenho (3,5t MS/ha/corte), diferindo (P<0,05) das demais leguminosas avaliadas, quando cultivada a sol pleno, enquanto as leguminosas kudzu tropical e soja perene apresentaram os menores valores de PMS (ambas com 2,7t MS/ha/corte) neste nível de sombreamento.

No nível de 30% de sombra foi observado o maior valor de PMS (4,3t MS/ha/corte) para o macrotiloma, diferindo (P<0,05) das demais espécies. O kudzu e a soja perene apresentaram os menores valores de PMS (3,5 e 3,2t MS/ha/corte, respectivamente), não havendo diferença (P>0,05) entre esses valores.

Sob o nível de sombreamento de 50%, os maiores valores de PMS foram observados nas espécies macrotiloma e kudzu tropical (4,5 e 4,4t MS/ha/corte, respectivamente), não sendo observada diferença (P>0,05) entre si, sendo o menor valor registrado pela soja perene (3,5t MS/ha/corte).

No nível de 70% de sombreamento, as espécies macrotiloma e soja perene apresentaram os maiores valores de PMS (3,7 e 3,2t MS/ha/corte, respectivamente), não havendo diferença (P>0,05) entre elas. O menor valor de PMS foi observado na espécie kudzu tropical (2,7t MS/ha/corte), entretanto, esse valor não diferiu (P>0,05) da resposta da soja perene.

No estudo dos níveis de sombreamento dentro de cada espécie, foi observada resposta quadrática para a PMS da espécie kudzu tropical, em função dos níveis de sombreamento. O maior valor de PMS foi observado no nível de 50% de sombra, sendo apresentado valor intermediário quando essa forrageira foi submetida ao nível de 30% de sombra. Os menores valores foram obtidos sob o nível de 70% de sombra e a pleno sol.

O macrotiloma apresentou resposta quadrática em função dos níveis de sombreamento. Os maiores valores de PMS foram obtidos sob os sombreamentos de 30 e 50%, sendo os menores valores obtidos a pleno sol e no nível de sombreamento mais intenso.

A soja perene também apresentou resposta quadrática em função dos níveis de sombreamento, diferentemente do ocorrido no primeiro período de avaliação. O maior valor de PMS foi observado no nível de 50% de sombra. Foram apresentados valores intermediários de PMS sob os tratamentos com 30 e 70% de sombra. A menor PMS foi observada quando esta leguminosa foi submetida à condição de sol pleno.

Quanto à produtividade das leguminosas cultivada sob os diferentes tratamentos, as três espécies avaliadas neste período apresentaram maior PMS quando submetidas ao nível de 50% de sombra, onde foram observados incrementos da ordem de 62,96, 28,57 e 29,63% para kudzu tropical, macrotiloma e soja perene, respectivamente, quando comparados com a resposta do tratamento sem sombreamento.

Os resultados obtidos durante o período seco estão de acordo com os dados apresentados no período das águas, onde confirmam que há incremento no valor de PMS quando as leguminosas são cultivadas em condições de sombreamento. Este comportamento

sugere que a iluminação incidente dos trópicos possa ser excessiva para o bom desenvolvimento dessas leguminosas, uma vez que estas espécies possuem mecanismo fotossintético do tipo C₃. Assim, quando cultivadas em condições de sombreamento leve a moderado (30 a 50% de sombra), estas leguminosas teriam condições de expressar maior produtividade do que quando submetidas a condições de sol pleno.

Diferentemente do ocorrido no período das águas, todas as espécies apresentaram incremento até o nível de 50% de sombreamento, sendo observado decréscimo quando submetidas ao tratamento de sombreamento mais intenso. As respostas do kudzu tropical e do macrotiloma foram semelhantes nos dois períodos de avaliação, todavia, houve variação para a resposta da soja perene. Durante o período das águas esta espécie obteve resposta linear positiva para o valor de PMS, logo, obteve maior PMS no nível de 70% de sombra. Estes resultados podem estar relacionados com as condições climáticas características do período seco, onde há redução de pluviosidade, fotoperíodo e temperatura, que podem ter influenciado na resposta da soja perene ao tratamento com 70% de sombra. Contudo, ao ser analisada a produtividade das três leguminosas no nível de sombreamento mais intenso, em comparação ao tratamento a pleno sol durante o período seco, pode ser constatado maior desempenho para a soja perene (18,5%), enquanto o macrotiloma e o kudzu tropical apresentaram 5,7 e 0%, respectivamente. Essa informação reafirma a superioridade da soja perene em relação às demais espécies avaliadas, mesmo quando cultivada em condições adversas ao seu desenvolvimento, apresenta maior desempenho em ambientes intensamente sombreados.

Outra variação apresentada entre os dois períodos de avaliação diz respeito à maior produtividade da espécie macrotiloma durante o período seco. Esta espécie obteve as maiores médias em todos os tratamentos, onde diferiu ($P < 0,05$) das demais nos tratamentos de 0 e 30% de sombra, e não diferiu ($P > 0,05$) do kudzu tropical e da soja perene nos tratamentos de 50 e 70% de sombreamento, respectivamente. Dentre as espécies estudadas, o macrotiloma foi a única espécie que apresentou maior PMS no período seco para todos os tratamentos (3,5; 4,3; 4,5 e 3,7t MS/ha/corte) em relação ao período das águas (3,0; 3,7; 3,9 e 2,6t MS/ha/corte). Este fato indica que o macrotiloma apresenta maior resistência a seca que as demais leguminosas. Provavelmente, este comportamento deve estar associado a mecanismos mais eficientes de retenção de umidade na planta, evitando perdas excessivas por processos de respiração ou transpiração. Durante o período seco, embora não tenha sido avaliado, foi possível observar melhor desempenho desta espécie, sobretudo, quanto à presença de grande quantidade de folhas verdes vistosas somadas a pequena quantidade de folhas senescentes, diferentemente do ocorrido para kudzu tropical e soja perene. Pádua (2005) ressaltou em seu estudo que dentre as três leguminosas avaliadas neste experimento, o macrotiloma apresentou maior dificuldade em perder água, sendo esta habilidade um fator responsável para o bom desempenho deste vegetal durante o período seco.

3.2.2 Análises bromatológicas e relação folha/haste

Foram observados efeitos ($P < 0,05$) da espécie e do nível de sombreamento, não sendo, contudo, verificada interação destes fatores. Quanto ao efeito da espécie houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de PB, FDN, CEL, HEM e para a RF/H, não havendo efeito ($P > 0,05$) para o teor de LIG, durante o período seco, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e relação folha/haste (RF/H) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a sombreamento, durante o período de seca

Espécie	PB (%)	FDN (%)	CEL (%)	HEM (%)	LIG (%)	RF/H
Kt ¹	17,0±1,91 ^a	53,9±1,90 ^c	26,0±1,32 ^c	17,2±1,26 ^c	8,9±1,14 ^a	1,67±0,37 ^b
Mac ²	15,2±2,03 ^b	51,2±2,12 ^b	25,4±1,77 ^b	16,7±1,41 ^b	8,3±1,09 ^a	1,39±0,20 ^b
Sp ³	17,6±1,85 ^a	49,9±2,04 ^a	24,8±1,82 ^a	15,5±1,32 ^a	8,2±1,58 ^a	1,76±0,25 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P>0,05$). ¹*Pueraria phaseoloides*; ²*Macrotyloma axillare*; ³*Neonotonia wightii*.

As espécies soja perene e kudzu tropical apresentaram os maiores teores de PB (17,6 e 17,0%, respectivamente), não havendo diferença ($P>0,05$) entre esses valores. O menor teor de PB (15,2%) foi obtido pelo macrotiloma. Os resultados obtidos neste período de avaliação foram semelhantes aos observados no período das águas. Essa resposta ressalta o alto potencial que estas espécies apresentam para suprir as necessidades dietéticas da pecuária nacional, principalmente durante o período seco. Durante o período desfavorável para o desenvolvimento forrageiro, denominado período seco, a suplementação protéica se faz necessária para suprir o déficit de nitrogênio da dieta consumida, uma vez que este elemento é extremamente importante para favorecer o desempenho da flora bacteriana no rúmen (KOZLOSKI, 2002; LANA, 2005). Assim, a estacionalidade da produção forrageira, ocorrida na estação seca, resulta em drástica redução quantitativa como qualitativa às gramíneas. As leguminosas também são afetadas pelos efeitos do período seco, entretanto, apresentam maior resistência e menores perdas no valor nutricional, quando comparadas com as gramíneas, constituindo assim, uma alternativa interessante para compor a dieta animal (CANTARUTTI et al., 2002).

Para o teor de FDN, em função do efeito da espécie, o menor valor foi obtido pela soja perene (49,9%) diferindo ($P<0,05$) das demais espécies estudadas. O macrotiloma apresentou valor intermediário (51,2% de FDN) e o kudzu tropical obteve o maior teor de FDN (53,9%), sendo observada diferença ($P<0,05$) entre esses valores. Os valores obtidos durante a estação seca foram semelhantes aos obtidos na primeira avaliação. Assim, não foi alterada a posição das leguminosas quanto o teor de FDN das espécies, sendo mantida a ordem crescente: soja perene, macrotiloma e kudzu tropical nos dois períodos.

Na avaliação do efeito entre espécie para o teor de CEL, a espécie soja perene apresentou menor teor (24,8%) sendo observada diferença ($P<0,05$) entre as demais. O macrotiloma obteve teor intermediário (25,4%), tendo o kudzu tropical apresentado o maior teor (26,0% de CEL). Os dois períodos apresentaram teores de CEL similares.

Diferentemente do ocorrido na primeira avaliação, o teor de HEM apresentou diferença ($P<0,05$) para o efeito da espécie, durante o período seco. A soja perene obteve o menor teor de HEM (15,5%) seguido pelo macrotiloma (16,7%) e pelo kudzu tropical (17,2%), sendo observada diferença ($P<0,05$) para estes valores. Todavia, presumi-se que o pequeno acréscimo obtido nessa avaliação seja em função das características próprias do período seco, sobretudo quanto a limitação de água, luminosidade e temperatura.

Para a variável LIG, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as médias apresentadas para o efeito da espécie estudada. Os teores obtidos nas duas avaliações foram similares, não indicando alterações dos valores em função da estação do ano. Este fato deve estar relacionado com o curto período de crescimento apresentado para as duas avaliações (90 dias de crescimento), onde resultaram em menor incremento nos teores de carboidratos

estruturais, bem como, a menor redução no teor de PB destas plantas. Esta observação pode ser de grande utilidade para promover um manejo eficiente destas forrageiras, uma vez que os resultados indicaram que o corte nesta idade pode aliar quantidade (alta PMS) e qualidade (alto teor de PB e satisfatórios teores da fração fibrosa) às leguminosas.

Neste período de avaliação, o teor de FDN foi influenciado tanto pelo teor de CEL como pelo teor de HEM, uma vez que não houve diferença ($P>0,05$) no teor de LIG para o efeito da espécie.

Quanto o efeito entre espécie para a variável RF/H, a espécie soja perene apresentou maior valor (1,76) havendo diferença ($P>0,05$) para as demais. O kudzu tropical e o macrotiloma apresentaram os menores valores (1,67 e 1,39, respectivamente) não diferindo ($P>0,05$) entre si. Estes valores estão de acordo com os resultados obtidos na primeira avaliação, indicando que a RF/H das leguminosas estudadas não foi modificada pelos diferentes períodos de avaliação.

Os resultados referentes à análise qualitativa da fração fibrosa das leguminosas avaliadas, durante o período seco, apontaram um melhor desempenho para a espécie soja perene, uma vez que esta forrageira apresentou menores teores de FDN, CEL, HEM e alta RF/H, uma vez que o teor de LIG não diferiu entre as espécies estudadas. A soja perene e o macrotiloma apresentaram comportamento intermediário, sendo observado maior teor da fração fibrosa no kudzu tropical.

Com relação ao efeito do nível de sombreamento foi observada diferença ($P<0,05$) para as variáveis PB, FDN, CEL, HEM e RF/H, entretanto, não foi verificada diferença ($P>0,05$) para o teor de LIG. Para o efeito do nível de sombreamento são apresentados os gráficos com as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Foi observada resposta quadrática para o teor de PB em função dos níveis de sombreamento, onde os maiores incrementos foram observados nos níveis de 30 e 50% de sombreamento (17,57 e 18,37% de PB, respectivamente), sendo apresentados menores teores de PB quando essas plantas foram submetidas às condições de sol pleno e no nível de 70% de sombra (15,06 e 15,29% de PB, respectivamente), como pode ser observado na Figura 7.

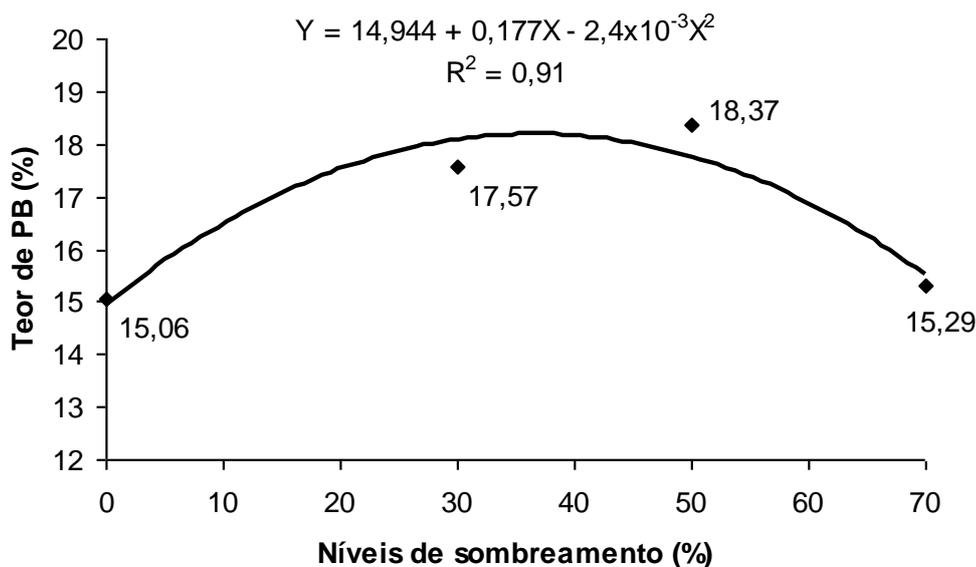


Figura 7. Teor de proteína bruta (PB) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Durante o experimento foi observado visualmente um aumento no tamanho das folhas em função do crescente nível de sombreamento. Tal fato pode estar relacionado com o

aumento do teor de PB nos níveis de 30 e 50% de sombreamento, uma vez que há aumento na área foliar e, conseqüentemente, aumento nos constituintes foliares, entre eles o acúmulo de nitrogênio na folha.

Houve uma discordância nos teores de PB quanto às duas épocas de avaliação. Esses resultados sugerem que possa haver, ainda, influência dos fatores adversos do período seco (déficit de água, luminosidade e temperatura), ocasionando este acréscimo significativo. Os resultados apresentados neste período divergem dos resultados citados na literatura, onde é reportada pouca influência no teor de PB (WILSON e WONG 1982). Entretanto, em nenhum desses trabalhos, os resultados das duas distintas estações foram confrontados.

Assim pode ser constatado que os níveis de sombreamento leve e moderado, 30 e 50% de sombra, respectivamente, durante o período de seca, influenciam no incremento do teor de PB nas leguminosas estudadas. Esta resposta tem grande relevância para a pecuária, uma vez que é neste período do ano que a suplementação protéica é intensificada pelos pecuaristas, ocasionando altos investimentos para suprir o déficit protéico das pastagens de gramíneas, que em geral não apresentam nem os níveis críticos de proteína exigida pelos ruminantes em pastejo.

Essa resposta indica tolerância das leguminosas ao nível mais intenso de sombreamento, uma vez que, mesmo quando submetidas a estas condições, o teor de PB não foi menor do que aquele obtido a pleno sol.

Foi observada resposta linear positiva para o teor de FDN, em função dos níveis de sombreamento estudados, sendo apresentado um incremento de 5,37; 9,14 e 12,38% quando submetidas aos níveis de 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente, em comparação a resposta do tratamento a pleno sol, como pode ser observado na Figura 8.

Os resultados obtidos nos dois períodos experimentais evidenciaram que há incremento no teor de FDN de leguminosas quando cultivadas em ambiente com luminosidade reduzida.

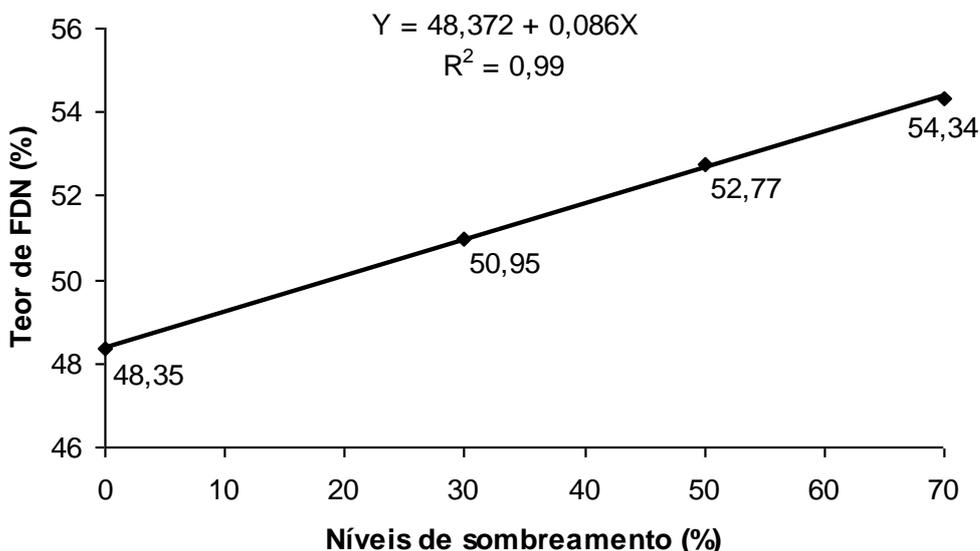


Figura 8. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Para o efeito do nível de sombreamento para o teor de CEL, foi observado comportamento quadrático, havendo acréscimo de 5,25; 7,47 e 13,5% nos teores de CEL

quando submetidos aos níveis crescentes de sombreamento (30, 50 e 70% de sombra, respectivamente) quando comparados ao cultivo a pleno sol (Figura 9).

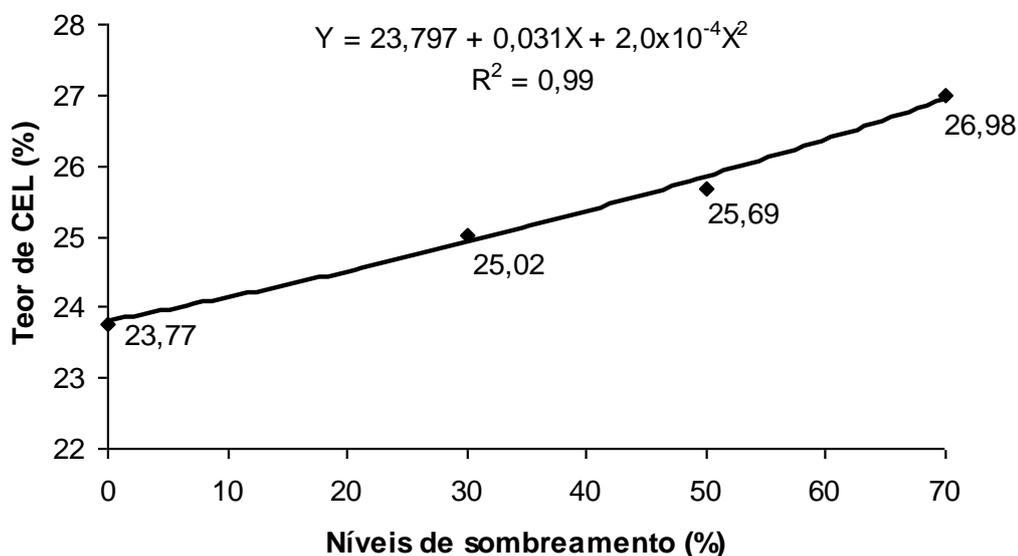


Figura 9. Teor de celulose (CEL) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Quanto ao efeito do nível de sombreamento para o teor de HEM, foi observada resposta quadrática positiva, onde apresentou acréscimo de 8,39; 14,05 e 16,92% do teor obtido no tratamento a pleno sol, como pode ser observado na Figura 10.

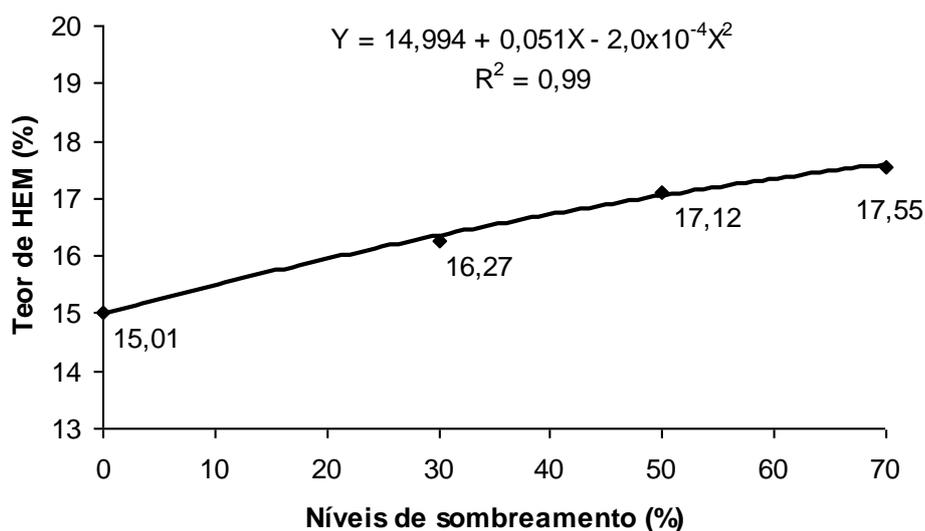


Figura 10. Teor de hemicelulose (HEM) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Para a variável RF/H, o efeito do nível de sombreamento apresentou resposta linear negativa, ocasionando decréscimo de 12,3; 26,15 e 31,28% para os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente, quando comparados com o cultivo a pleno sol (Figura 11).

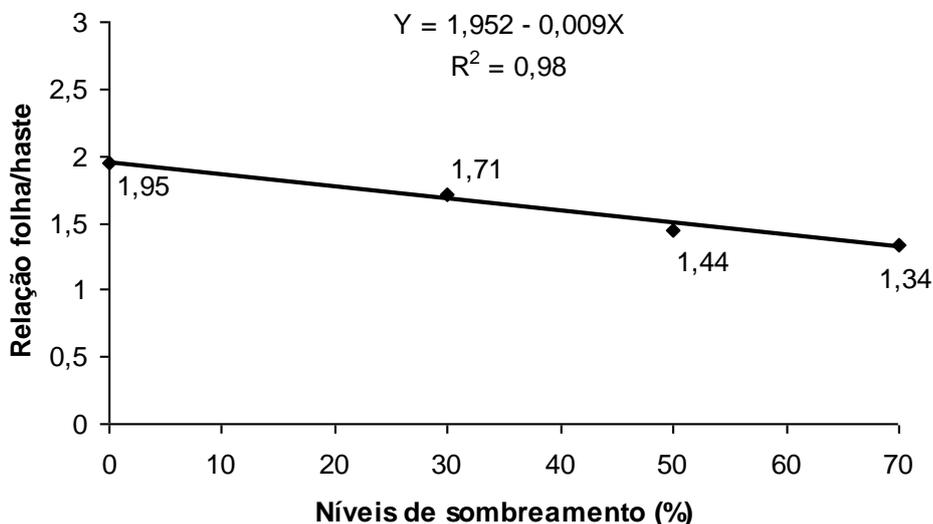


Figura 11. Relação folha/haste (RF/H) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Os resultados dos dois períodos de avaliação constatarem que as respostas apresentadas no presente estudo apontam para um acréscimo na fração fibrosa de leguminosas forrageiras tropicais quando cultivadas em condições de restrição luminosa, independentemente da época do ano.

Outra observação que deve ser ressaltada, com base nos resultados obtidos neste experimento, diz respeito à diminuição do valor nutricional que o acréscimo da fração fibrosa pode acarretar as forrageiras. A fração fibrosa do alimento está diretamente relacionada com o controle da ingestão e com a sua digestibilidade (MERTENS, 1992; WEISS, 1993). Neste sentido, como houve incremento nos teores de FDN, CEL e HEM em função dos níveis de sombreamento, esses resultados podem sugerir perdas no valor nutricional de leguminosas cultivadas sob condições de luminosidade reduzida. Entretanto, não foi observado nos períodos de avaliação efeito dos crescentes níveis de sombreamento sobre os teores de LIG.

Por fim, os resultados obtidos neste trabalho foram contundentes em apontar acréscimos nos teores da fração fibrosa das leguminosas quando cultivadas sob níveis de sombreamento crescentes. Todavia, o sombreamento mais intenso resultou em maior acréscimo na fração fibrosa das leguminosas, quando comparados aos resultados obtidos nos níveis de 50 e 30% de sombra, respectivamente. Quando reportados os resultados obtidos para a variável produção de matéria seca, podemos verificar que a maior produção forrageira foi obtida no tratamento de 50% de sombra, salvo a resposta da soja perene durante o período das águas. Já no tratamento de 70% de sombra, a produção de matéria seca foi significativamente reduzida. Assim, ao correlacionarmos os dois resultados, podem constatar que o nível de 50% de sombreamento é, provavelmente, o mais favorável para associar produtividade forrageira e qualidade nutricional.

3.3 Produção de Proteína por Hectare

Em função dos resultados descritos anteriormente, foi efetuada uma associação dos resultados da PMS com os teores de PB das leguminosas estudadas, visando determinar o aporte de PB que foi fornecido ao sistema através dos níveis de sombreamento, sendo denominado de produção de proteína bruta (PPB).

Durante o primeiro período de avaliação (época das águas) não foi observada a influencia do sombreamento no incremento do teor de PB das leguminosas estudadas, sendo, portanto, a PPB influenciada apenas pela PMS. Já para a segunda avaliação, a PPB foi influenciada tanto pelo incremento da PMS quanto pelo aumento do teor de PB.

O calopogônio apresentou o menor aporte de PPB entre todas as leguminosas avaliadas, fato este influenciado pela menor PMS apresentada por essa forrageira durante o experimento. A menor PPB do calopogônio foi observada quando submetida ao tratamento a pleno sol (299kg/ha/corte de PB). No nível de 30% de sombreamento foi obtida a sua maior PPB (486,37kg/ha/corte de PB), sendo observados valores intermediários para os tratamentos 3 e 4 (401,37 e 311,65kg/ha/corte de PB, respectivamente). Durante o período seco esta espécie não foi avaliada.

O aporte de PPB para o kudzu tropical foi maior observado durante o período das águas dentre as demais espécies. O kudzu tropical obteve incremento no valor de PPB até o tratamento de 50% de sombra (527,29, 736,81 e 883,48kg/ha/corte de PB, respectivamente), sendo observada uma drástica redução quando submetida ao nível de 70% de sombreamento (462,69kg/ha/corte de PB). Durante a estação de seca, também foi observado acréscimo no valor de PPB até o nível de 50% de sombreamento (451,14, 588,51 e 739,46 kg/ha/corte de PB, respectivamente). Sob o nível de 70% de sombra (463,01kg/ha/corte de PB) houve decréscimo consistente em comparação ao tratamento de 50% de sombreamento, todavia este valor foi levemente superior ao tratamento a pleno sol, diferentemente do ocorrido durante o período das águas.

O macrotiloma apresentou resposta intermediária quando comparadas as médias de PPB entre as espécies estudadas, durante o período das águas. Quanto aos níveis de sombreamento, foi observado incremento no teor de PPB até o nível de 50% (432,54, 533,13 e 566,18kg/ha/corte de PB). A menor PPB do macrotiloma foi observada no tratamento de sombreamento mais intenso (379,37kg/ha/corte de PB), tendo essa resposta representado um decréscimo de 12,29% em relação ao resultado obtido a pleno sol. O maior aporte de PPB, durante o período de seca, foi obtido pela espécie macrotiloma, estando esta resposta diretamente relacionada ao maior valor de PMS apresentado por esta espécie neste período de avaliação. Foi observado incremento no valor de PPB, em função dos níveis de sombreamento crescentes, até o tratamento de 50% de sombra (529,08, 657,94 e 686,75kg/ha/corte de PB, respectivamente), sendo observado decréscimo efetivo no tratamento de maior retenção luminosa (556,37kg/ha/corte de PB), quando comparadas as respostas dos tratamentos 3 e 4. Todavia, o resultado de PPB obtido sob o nível de 70% de sombra, foi 5,16% superior ao valor de PPB observado para o tratamento a pleno sol.

A soja perene obteve um comportamento diferente para os dois períodos de avaliação. No período das águas, a PPB foi aumentada em função do crescente nível de sombreamento, sendo inclusive, observado maior incremento sob o nível de sombreamento mais intenso (369,82; 561,07; 615,25 e 706,02 kg/ha/corte de PB, respectivamente). Foi evidenciado um acréscimo de 51,71; 66,36 e 90,91% nos tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente, em comparação a PPB observada a pleno sol. Já durante a estação seca, o comportamento da PPB foi semelhante ao das outras espécies, onde aumentaram até o sombreamento de 50% de sombra, sendo reduzido no tratamento de maior intensidade de sombreamento (466,67; 563,52; 621,63 e 568,80 kg/ha/corte de PB). Todavia, vale ressaltar que a soja perene foi a

espécie que apresentou a menor redução de PPB sob o nível de sombreamento de 70%, onde a PPB foi 21,88% superior a resposta obtida a pleno sol. Enquanto que as espécies kudzu tropical e macrotiloma apresentaram PPB equivalente a 2,63 e 5,16%, respectivamente, superiores aos resultados obtidos no tratamento sem sombreamento.

Os resultados apresentados no presente trabalho, quanto a resposta de PPB, evidenciaram um incremento consistente nessa variável para as leguminosas cultivadas em condições de sombreamento. Como os teores de proteína bruta das leguminosas estudadas não apresentaram uma grande variação (14,37 a 17,61% de PB), o incremento no aporte de PPB foi mais influenciado pela produção de matéria seca. Contudo, os resultados obtidos neste trabalho indicaram que o sombreamento influenciou de forma significativa o acréscimo nos teores de PPB. O calopogônio apresentou um maior aporte de PPB quando submetido ao tratamento de 30% de sombra, atingindo um acréscimo de 62,63% quando comparado a resposta do tratamento a pleno sol. O kudzu tropical apresentou acréscimo de 67,55% de PPB em relação ao tratamento sem sombreamento. O macrotiloma obteve o maior acréscimo no tratamento de 50%, sendo observado um ganho de 30,90% superior a resposta obtida a pleno sol. Já a soja perene, no nível de 70% de sombra, apresentou um acréscimo de 90,91% sobre a PPB obtida no tratamento de sol pleno.

Por fim, baseado nas informações obtidas neste estudo, pode ser indicado o cultivo de leguminosas forrageiras tropicais, uma vez que o acréscimo no aporte de PPB observado poderá incrementar a produtividade do sistema, e, conseqüentemente, a produção pecuária.

4 CONCLUSÕES

As leguminosas avaliadas apresentam incremento na produção de matéria seca, nos teores de fibra em detergente neutro, celulose, hemicelulose quando cultivadas sob níveis de sombreamento.

O cultivo de leguminosas forrageiras em condições sombreadas acarreta redução na relação folha/haste.

O teor de lignina não é afetado pelo efeito dos níveis de sombreamento.

O calopogônio apresentou a sua maior produção de matéria sob o nível de 30% de sombreamento.

O kudzu tropical e o macrotiloma apresentam incremento até o nível de 50% de sombra, diferentemente da soja que apresentou maior incremento no tratamento de sombreamento mais intenso, durante o período das águas.

No período seco, todas as leguminosas apresentaram incrementos na produção de matéria seca até o sombreamento de 50%, sendo observado decréscimo quando submetidas ao nível de 70% de sombra.

O teor de proteína bruta das leguminosas somente é influenciado pelo efeito do sombreamento no período seco.

A maior produção de proteína bruta, durante o período das águas, foi verificada no kudzu tropical e, no período de seca, no macrotiloma.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO MINERAL DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS CULTIVADAS EM CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

RESUMO

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Setor de Forragicultura e Pastagem do DNAP/IZ, Seropédica, RJ. Foi estudado o cultivo de quatro leguminosas forrageiras tropicais (*Calopogonium mucunoides* (calopogônio), *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), *Macrotyloma axillare* (macrotiloma) e *Neonotonia wightii* (soja perene)) submetidas a níveis de sombreamento artificiais crescentes (0, 30, 50 e 70% de sombra), durante os períodos das águas e de seca. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. A variável qualitativa (espécie) foi estudada utilizando-se o teste SNK a 5% de probabilidade, e a variável de caráter quantitativo (sombreamento) foi avaliada por meio de análise de regressão. Foram avaliados os efeitos dos níveis crescentes de sombreamento na composição mineral das leguminosas estudadas, sendo analisados os teores de cálcio (Ca), fósforo (P) e potássio (K). Quanto ao efeito de espécie não houve diferença ($P>0,05$) para os teores de Ca e P entre as leguminosas estudadas durante o período das águas, sendo apresentadas variações de 0,14 – 0,15% de P e 0,25 – 0,27% de Ca. O kudzu tropical, a soja perene e o calopogônio apresentaram os maiores teores de K (1,82; 1,81 e 1,80%, respectivamente), não sendo observada diferença para estes resultados. O menor teor foi obtido pelo macrotiloma (1,63% de K). Na época seca, o maior teor de P foi observado no macrotiloma (0,15%), valores inferiores foram apresentados pelo kudzu tropical e soja perene (0,13% de P para ambas), diferindo ($P<0,05$) da média apresentada pelo macrotiloma. A avaliação do teor de K, durante este período, apontou maior teor deste mineral nas espécies soja perene e kudzu tropical (1,84 e 1,82%, respectivamente) não havendo diferença ($P>0,05$) para estes resultados. O macrotiloma apresentou menor teor deste mineral (1,64% de K). Quanto ao teor de Ca, avaliado durante a estação seca, a soja perene obteve o maior teor (0,30%), sendo seguida pelo kudzu tropical (0,27%) e pelo macrotiloma (0,24%), sendo observada diferença ($P<0,05$) para estes valores. Para o efeito do nível de sombreamento, durante a época das águas, foram observados incrementos nos teores de P, Ca e K, em função dos níveis de sombreamento crescentes. Os maiores teores destes minerais foram obtidos sob o tratamento de sombreamento mais intenso. Na época seca, foi observado o mesmo efeito apresentado durante o período das águas, ou seja, houve incremento dos teores de P, K e Ca quando leguminosas forrageiras tropicais foram submetidas a níveis crescentes de sombreamento.

Palavras-chave: Calopogônio. Cálcio. Fósforo. Kudzu tropical. Macrotiloma. Potássio. Soja perene. Sombra.

ABSTRACT

This survey was carried out at Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, at DNAP/IZ, Forage and Pasture Department, Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. Four tropical forage legumes cultivation were assessed: (*Calopogonium mucunoides* (calopo), *Pueraria phaseoloides* (puero), *Macrotyloma axillare* (archer) and *Neonotonia wightii* (perennial soybean)) submitted under artificial increasing shade levels (0, 30, 50 and 70% shade) during rainy and dry seasons. Randomized blocks experimental design with four replications and 4x4 factorial arrangement was performed. The qualitative variable (species) by SNK test at 5% probability as well as the quantitative one (shade) by regression statistic analysis were evaluated. Different shade effects on the legumes mineral composition according to the parameters: mineral matter (MM), Calcium (Ca), Phosphorus (P) and Potassium (K) were estimated. During rainy season, differences among species for Ca levels with calopo presenting the highest level (0.26%) and archer the lowest one (0.22%) were observed. In relation to increasing shade levels, Ca and P (Ca: 0.20 to 0.26% and P: 0.12 to 0.17%, respectively) as well as for K levels until 50% shade (1.88%) and intermediate values at 30 and 70% shade (1.78 and 1.85%) were demonstrated. Lowest K level (1.60%) under full sun period was obtained. Calopo did not regrow after the first cut. During dry season, effects among species for MM and Ca levels with perennial soybean presenting the highest level for MM (8.85%) and puero showing the highest one for Ca (0.36%) were reported. Lowest levels for MM and Ca (6.72 and 0.23%, respectively) by archer were demonstrated. In relation to the influence of increasing shade levels, Ca and P levels with highest results at 70% shade (0.33 and 0.19, respectively) were observed. Under no shade treatment, Ca and P levels lowest results (0.25 and 0.11%) were noticed. No shade influence on K level during dry season was demonstrated.

Key words: Calopo. Calcium. Phosphorus. Puer. Archer. Potassium. Perennial soybean. Shade.

1 INTRODUÇÃO

A exploração agropecuária, por estar incluída no setor primário da economia, apresenta baixa lucratividade ao empresário rural. Para que o pecuarista obtenha sucesso com a atividade é necessário que o sistema de produção esteja devidamente equacionado para garantir êxito à exploração animal.

Neste contexto, a adoção de inovações tecnológicas que possibilitem incrementar a produtividade do agronegócio se faz necessária, sendo favoráveis para aumentar a lucratividade do sistema, resultando em maior sustentabilidade dos produtores rurais à atividade desempenhada.

Os sistemas silvipastoris (SSP) constituem interessante alternativa para aumentar a lucratividade nas propriedades rurais, uma vez que aliam a produção madeireira à exploração pecuária, resultando assim em utilização mais eficiente da área. Segundo Wong e Wilson (1980), o interesse pelo cultivo de forrageiras sob condições de sombreamento tem crescido devido ao desejo de implantação de SSP.

Outra alternativa para aumentar a eficiência da exploração na pecuária brasileira, e, conseqüentemente, aumentar a lucratividade dos pecuaristas, consiste na adoção de pastagens consorciadas de gramíneas com leguminosas forrageiras. Neste caso, as pastagens são beneficiadas pela incorporação do nitrogênio ao solo, através do processo de fixação biológica ocasionado pela leguminosa diminuindo, assim, a dependência da fertilização nitrogenada necessária para que a gramínea possa obter desempenho satisfatório e, por conseguinte, os custos com adubação. Além disso, as leguminosas melhoram o valor nutricional das pastagens, tendo em vista os altos teores de proteína bruta e de minerais, que resultam em maior produção animal. Para Cantarutti et al. (2002), as contribuições das leguminosas no consorciamento podem ser atribuídas a transferência do N fixado para a gramínea, o que aumenta a capacidade de suporte da pastagem e prolonga sua capacidade produtiva. Euclides et al. (1998) ressaltaram que a inclusão de leguminosas em pastagens de gramíneas promove melhoria na qualidade da dieta, resultando em incremento da produção animal.

As duas alternativas, anteriormente citadas, acarretam numa característica peculiar que é fundamental para garantir o sucesso de ambas as propostas referidas: o cultivo de vegetais submetidos aos efeitos do sombreamento. As respostas dos vegetais a diferentes níveis de sombra ainda não estão bem definidas na literatura. Alguns trabalhos indicam que há alterações morfofisiológicas em plantas cultivadas sob condições de luminosidade reduzida, onde reportam desde incremento na produção forrageira até o acréscimo na composição mineral desses vegetais (FRANKE et al., 2001; ANDRADE et al, 2004). Entretanto, outros estudos apontaram para redução da produção de matéria seca, bem como, relataram existir pouca influência nos constituintes das plantas quando submetidas a condições de sombreamento (CARVALHO et al., 1998; COSTA et al., 1998b).

Contudo, poucos foram os trabalhos encontrados na literatura que reportaram as respostas de leguminosas forrageiras cultivadas sob níveis de sombreamento. Andrade e Valentim (1999) reportaram decréscimo na produção de leguminosas forrageiras para as espécies amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) quando submetidos a níveis de sombreamento crescentes. Quanto à composição mineral, os resultados encontrados na literatura apresentam discordância quanto ao efeito da redução luminosa. Garcia e Couto (1997) reportaram decréscimos nos teores de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre e zinco em gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais cultivadas em condições de luminosidade reduzida. Já Souto e Aronovich (1990), relataram que o sombreamento, de forma geral, não afetou a composição mineral de leguminosas, sendo somente observado aumento na concentração de potássio na planta. Em contraste com as

respostas relatadas anteriormente, Carvalho et al. (1994) reportaram incremento no teor de cálcio, potássio e magnésio. Clark (1981) relatou que a luminosidade não tem efeito direto na absorção de minerais nos vegetais, todavia influencia os processos metabólicos passíveis de alterar a sua composição mineral, tais como: fotossíntese, transpiração e respiração.

A proposta deste estudo está baseada na avaliação de leguminosas forrageiras tropicais (*Calopogonium mucunoides*, *Pueraria phaseoloides*, *Macrotyloma axillare* e *Neonotonia wightii*) submetidas a níveis de sombreamento artificiais crescentes (0, 30, 50 e 70% de sombra), quanto aos teores de matéria mineral, cálcio, fósforo e potássio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, situado a uma latitude de 22° 45'S, longitude 43° 41'W e altitude de 33 metros, no período de janeiro de 2006 a junho de 2007. O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen. Os dados agro-climatológicos são apresentados nas Figuras 1 e 2.

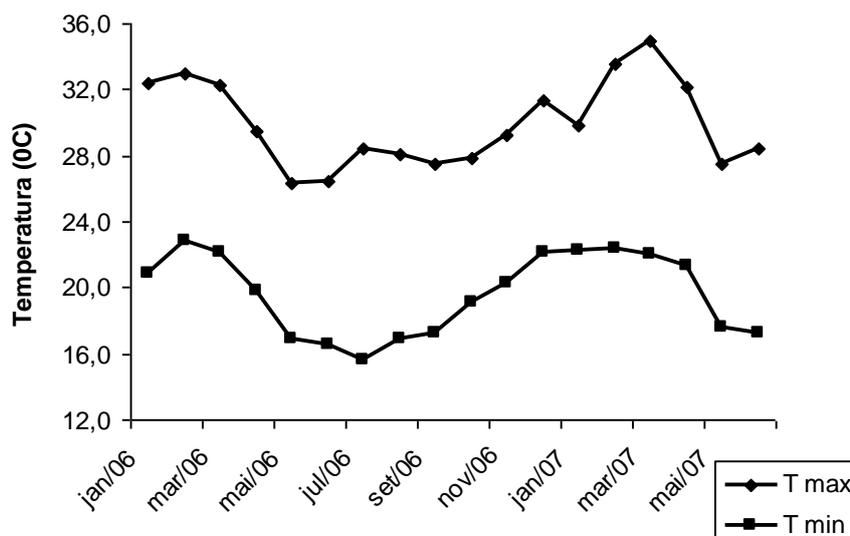


Figura 1. Gráfico representativo das médias das temperaturas máximas e mínimas mensais durante o período experimental.

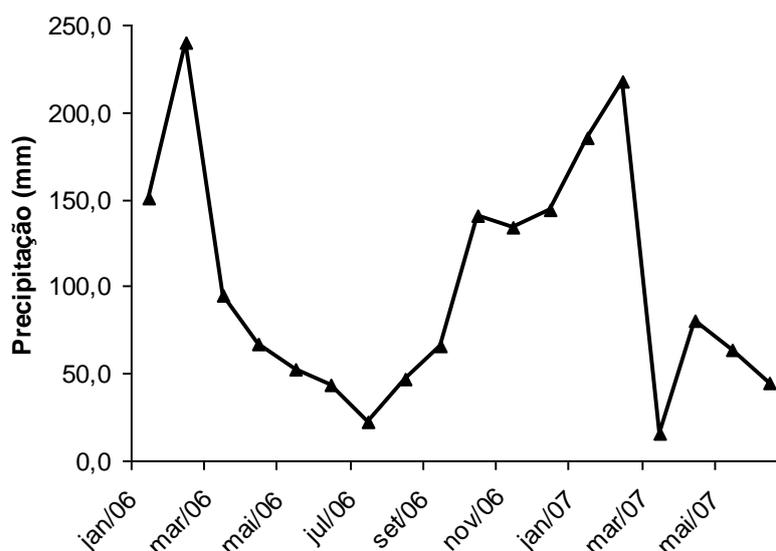


Figura 2. Gráfico representativo do volume de precipitação mensal durante o período experimental.

A área utilizada foi de 720m², com 64 canteiros (2x3m), distribuídos em quatro espécies de leguminosas forrageiras: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), kudzu

tropical (*Pueraria phaseoloides*), macrotiloma (*Macrotyloma axillare*) e soja perene (*Neonotonia wightii*).

Com o intuito de simular um ambiente com diferentes níveis de sombreamento, foram utilizadas telas de polipropileno (sombrite). Os tratamentos consistiram em quatro níveis de sombreamento, distribuídos em quatro blocos. Assim, cada bloco foi constituído pelos quatro níveis de sombreamento: tratamento 1 – 0%; tratamento 2 – 30%; tratamento 3 – 50% e tratamento 4 – 70% de retenção luminosa. As distribuições de espécies e de níveis de sombreamento dentro dos blocos foram feitas ao acaso.

O solo da área experimental corresponde ao Planossolo Hidromórfico Distrófico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 1999). A composição química do solo da área experimental encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental

Prof.	Na	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H+Al	Al ⁺⁺⁺	S	T	V	pH	C	P	K
Meq/100ml de solo						%	H ₂ O	%	Ppm			
0-20	0,03	1,6	1,2	0,7	0,0	3,08	3,79	80	6,1	0,9	9	100

Análise realizada pelo LABFER, Instituto de Agronomia/UFRRJ.

O plantio das leguminosas foi realizado em janeiro de 2006. As sementes foram submetidas aos processos de escarificação mecânica e inoculação, sendo adotados inoculantes específicos para cada planta. Foi efetuada uma adubação no plantio e, posteriormente, a cada corte. A adubação foi realizada com base nas recomendações do boletim técnico 100, IAC (1996), onde foram aplicados 250kg de super fosfato simples e 100kg de cloreto de potássio/ha, nas linhas de plantio.

O plantio das leguminosas foi feito em linhas, com espaçamento de 50cm entre elas, totalizando cinco linhas por canteiro.

Em dezembro de 2006 foi realizado um corte de uniformização, para então ser promovida a colocação dos sombrites. Este corte foi efetuado na primeira quinzena de dezembro do corrente ano, sendo realizada uma adubação de cobertura, para suprir as necessidades das plantas.

O corte foi realizado de forma manual, com o auxílio de ferramentas cortantes (tesoura, facão e alfanje), a uma altura de 5cm do solo, visando possibilitar reservas suficientes para favorecer a rebrota das forrageiras. A metodologia empregada neste corte foi a mesma utilizada em todos os cortes do experimento.

As telas de sombrite foram colocadas no dia 28 de dezembro de 2006 sobre os canteiros, a uma altura de 1,60m, com o intuito de facilitar a limpeza dos canteiros, bem como o acesso durante as avaliações. Foram realizadas periódicas limpezas na área experimental, onde constantemente efetuou-se a retirada manual das plantas invasoras dentro dos canteiros, bem como a capina nas ruas entre os canteiros. Foram realizados dois períodos distintos de avaliação: na estação das águas (28/02/2007) e no período de seca (20/06/2007).

Com o auxílio de um quadrado de 0,5 x 0,5 m, no centro de cada canteiro, foi retirada uma amostra representativa para serem avaliadas as respostas de desempenho das espécies estudadas, em função dos níveis crescentes de sombreamento. Essas amostras também foram cortadas a uma altura de 5 cm do solo. Após a retirada desse material, os canteiros foram inteiramente cortados para possibilitar a rebrota das leguminosas avaliadas. Uma semana após, o corte os canteiros receberam uma adubação de cobertura, sendo efetuada a mesma dosagem realizada na adubação de plantio.

O material retirado do quadrado foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente identificados, e foram encaminhados ao laboratório de Bromatologia (DNAP/IZ). As amostras foram pesadas, sendo retiradas sub-amostras que foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa ventilada ($60 \pm 5^\circ\text{C}$; 72 h). Por fim, as amostras foram novamente pesadas, para efetuar o cálculo da matéria seca das forrageiras, e então foram moídas e armazenadas em recipientes para posterior determinação do teor de matéria mineral (AOAC, 1990) e para os teores de cálcio, fósforo e potássio, segundo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

As análises estatísticas foram realizadas segundo um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F, $\alpha=0,05$). As médias foram comparadas utilizando-se o teste SNK a 5% de probabilidade. Dado o caráter quantitativo da variável sombreamento, os contrastes significativos foram ajustados por análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de probabilidade. Os resultados foram interpretados utilizando o pacote estatístico SAEF, Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), de acordo com a análise de variância (Quadro 1).

O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + B_i + E_j + S_k + (MxD)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$, onde:

Y_{ijk} = variável resposta;

μ = média geral;

B_i = efeito do i-ésimo bloco;

E_j = efeito da j-ésima espécie;

S_k = efeito do k-ésimo nível de sombreamento;

$(MxD)_{jk}$ = efeito da interação da j-ésima espécie com o k-ésimo nível de sombreamento;

ε_{ijk} = erro aleatório, suposto $NID \sim N(0, \sigma^2)$.

$i = 1; 2; 3; 4$;

$j =$ calopogônio, kudzu tropical, macrotiloma, soja perene;

$k = 0; 30; 50; 70$.

Quadro 1. Análise da variância

Fonte de Variação	GL
Bloco	3
Espécie	3
Sombreamento	3
Espécie x Sombreamento	9
Erro	45

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação no Período das Águas

Para o teor de fósforo (P) presente na planta inteira de leguminosas forrageiras tropicais, cultivadas sob níveis crescentes de sombreamento, durante o período das águas, não foi verificado efeito ($P>0,05$) de espécie, entretanto, houve efeito ($P<0,05$) de nível de sombreamento e da interação destes fatores. Os valores médios e respectivos desvios padrão, assim como as equações de regressão com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teor de fósforo (%) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), durante o período das águas

Esp	SOMBREAMENTO				Regressão	R^2 (%)
	0%	30%	50%	70%		
Cal ¹	0,12±0,02 ^a	0,13±0,01 ^{ab}	0,14±0,01 ^a	0,16±0,08 ^a	$Y=0,123-6,6x10^{-5}X+9,0x10^{-6}X^2$	96,4
Kt ²	0,11±0,02 ^a	0,14±0,08 ^{ab}	0,15±0,02 ^a	0,17±0,06 ^a	$Y=0,109+8,57x10^{-4}X$	99,9
Mac ³	0,11±0,03 ^a	0,11±0,01 ^b	0,14±0,05 ^a	0,16±0,09 ^a	$Y=0,096+1,1x10^{-3}X$	90,4
Sp ⁴	0,13±0,01 ^a	0,15±0,03 ^a	0,16±0,02 ^a	0,17±0,02 ^a	$Y=0,126+5,47x10^{-4}X$	99,1

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P>0,05$). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

No desdobramento das interações, estudando espécie dentro de cada nível de sombreamento, somente foi observado efeito ($P<0,05$) quando as leguminosas foram submetidas à condição de 30% de sombra. Neste tratamento a soja perene apresentou a maior média entre as demais (0,15% de P), entretanto esse resultado não diferiu ($P>0,05$) das médias observadas para kudzu tropical e calopogônio (0,14 e 0,13%, respectivamente). O macrotiloma obteve o menor teor de P (0,11%), contudo este resultado somente foi significativo ($P<0,05$) para o valor apresentado pela soja perene.

Os resultados expostos acima sugerem que o macrotiloma apresentou certa resistência quanto ao acúmulo deste mineral sob o nível de 30% de sombreamento, uma vez que os valores obtidos nos tratamentos 0 e 30% de sombra foram semelhantes (0,11% de P para ambos os tratamentos). Sob os demais tratamentos (50 e 70% de sombra) este comportamento não foi observado, sendo, portanto apresentado aumento no teor de P em função dos níveis crescentes de sombreamento, como nas outras espécies estudadas neste experimento. Todavia, como os valores da concentração de P nas plantas são muito baixos (0,11 a 0,17% de P) e o acúmulo percentual médio deste mineral entre dois tratamentos subsequentes foi de apenas 12,00%, a média apresentada pelo macrotiloma sob o nível de 30% de sombreamento pode ter sido subestimada. Sendo assim, novos estudos são necessários para avaliar o comportamento desta forrageira nestas condições de sombreamento.

Poucas informações sobre os teores de minerais presentes nas leguminosas estudadas foram encontradas na literatura. A concentração de P apresentada no presente estudo está próxima a valores referendados na literatura. Valadares Filho et al. (2006), reportam teores de 0,22 e 0,16% de P para as espécies kudzu tropical e soja perene, respectivamente. Vilela (2005) relatou variações de 0,19 a 0,27% e 0,26 a 0,31% de P para as espécies calopogônio e macrotiloma, respectivamente. As pequenas variações apresentadas entre as citações e os resultados desta pesquisa podem estar relacionadas com as diferentes idades das plantas no momento do corte.

No estudo dos níveis de sombreamento dentro de cada espécie, o calopogônio apresentou resposta quadrática para o teor de P, em função dos níveis crescentes de sombra. No tratamento de 70% de sombra foi observado o maior teor de P para esta leguminosa, sendo observado incremento de 33,33% quando comparado ao tratamento sem sombreamento. Para os níveis de 50 e 30% de sombreamento o acúmulo observado correspondeu a 16,67 e 8,33%, respectivamente. Para as demais espécies foram observadas respostas lineares positivas. Os incrementos observados entre os tratamentos extremos (0 e 70% de sombra) para as leguminosas kudzu tropical, macrotiloma e soja perene corresponderam a 54,55; 45,50 e 30,77%, respectivamente.

Estes resultados foram contundentes em apontar o acúmulo de P em função dos níveis crescentes de sombreamento. Entretanto, deve ser destacado que as porcentagens expressadas anteriormente quanto ao incremento no teor de P estão diretamente ligadas à concentração deste mineral sob o tratamento sem sombreamento. Neste caso, o maior acúmulo obtido pelo kudzu tropical (54,55%) se deu em função desta forrageira apresentar teor de P menor do que, por exemplo, o teor apresentado pela soja perene (0,11 e 0,13% de P, respectivamente).

Mesmo não sendo observado efeito ($P > 0,05$) de espécie, a soja perene apresentou as maiores médias entre os tratamentos de 0, 30 e 50% de sombra para todas as espécies, sendo observada somente médias semelhantes para o kudzu tropical sob o tratamento de sombreamento mais intenso. O macrotiloma apresentou incremento nulo e de 27,30% sob os tratamentos de 30 e 50% de sombra, respectivamente.

No presente experimento foram também realizadas análises para determinação de P, K e Ca das frações folha e haste separadamente (Tabela 3), com intuito de identificar a dinâmica de concentração destes minerais no vegetal, em suas diferentes partes, quando submetidos a níveis crescentes de sombreamento.

Para a concentração de P foram observados efeitos ($P < 0,05$) de espécie e de nível de sombreamento nas frações folha e haste, respectivamente, não sendo, contudo, observada interação destes fatores.

Tabela 3. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de potássio (K), fósforo (P) e cálcio (Ca) presentes nas frações folha e haste de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70% de sombra), durante o período das águas

Espécie	P (%)		K (%)		Ca (%)	
	Folha	Haste	Folha	Haste	Folha	Haste
Cal ¹	0,19±0,03 ^b	0,11±0,01 ^b	2,17±0,21 ^a	1,49±0,14 ^a	0,41±0,04 ^a	0,18±0,03 ^b
Kt ²	0,18±0,02 ^b	0,11±0,02 ^b	2,15±0,18 ^a	1,54±0,14 ^a	0,40±0,07 ^a	0,20±0,04 ^a
Mac ³	0,22±0,03 ^a	0,14±0,03 ^a	2,04±0,18 ^b	1,31±0,16 ^c	0,40±0,07 ^a	0,17±0,03 ^b
Sp ⁴	0,21±0,04 ^a	0,13±0,01 ^{ab}	2,02±0,17 ^b	1,40±0,17 ^b	0,41±0,09 ^a	0,20±0,04 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

As espécies macrotiloma e soja perene apresentaram os maiores teores de P para a fração folha (0,22 e 0,21%, respectivamente), diferindo ($P < 0,05$) dos resultados obtidos pelo calopogônio e kudzu tropical (0,19 e 0,18%, respectivamente). Com relação à fração haste, os maiores teores continuaram sendo observados nas espécies macrotiloma e soja perene (0,14 e 0,13%, respectivamente), entretanto diferentemente do ocorrido na fração folha, as leguminosas calopogônio e kudzu tropical (0,11% para ambas) não diferiram ($P > 0,05$) do resultado obtido pela soja perene (0,13% de P). Como ressaltado anteriormente, não houve efeito ($P > 0,05$) de espécie para o teor de P presente na planta inteira.

O efeito de nível de sombreamento, referente à porção planta inteira e as frações folha e haste, para o teor de P presente nas leguminosas estudadas, podem ser observados nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente.

Foi observada resposta quadrática positiva para a porção planta inteira e respostas lineares positivas para as frações folha e haste, em função dos níveis crescentes de sombreamento.

Os incrementos obtidos sob os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombreamento, na porção planta inteira, corresponderam a um acréscimo de 8,33; 25,00 e 41,67%, respectivamente, quando comparados com o valor obtido no tratamento sem sombreamento.

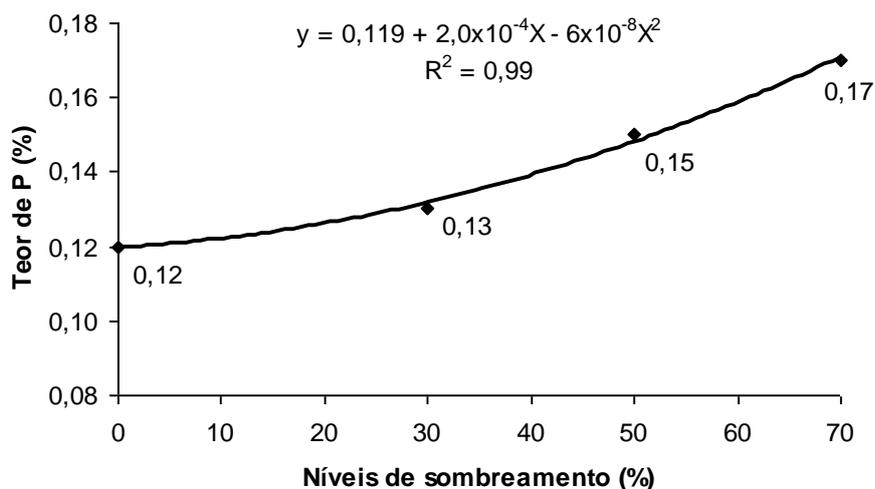


Figura 3. Teor de fósforo (P) de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

O acúmulo no teor de P observado na fração folha para os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombra correspondeu a 18,75; 37,50 e 50,00%, respectivamente, em comparação ao resultado apresentado a pleno sol.

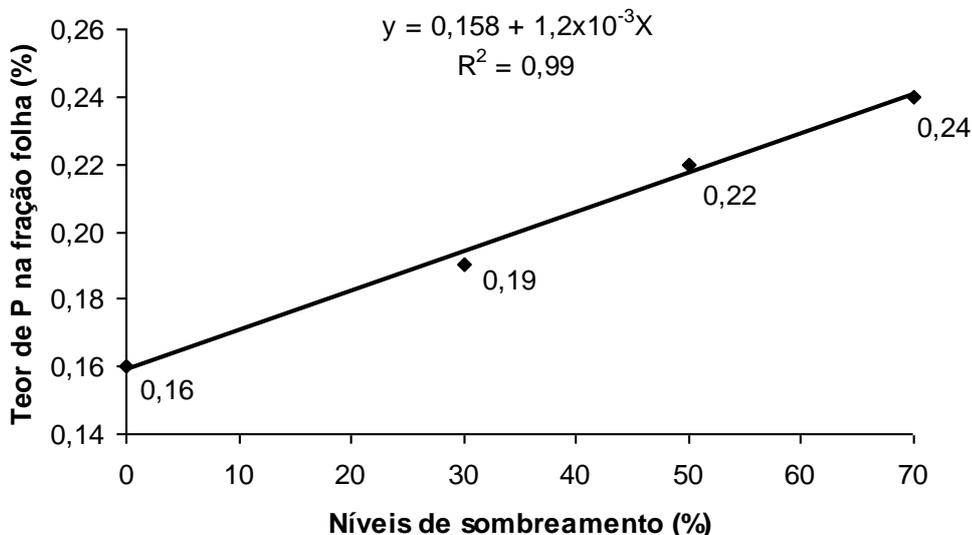


Figura 4. Teor de fósforo (P) na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Na fração haste o acréscimo nos teores de P, em função dos níveis crescentes de sombreamento (30, 50 e 70% de sombra) foram da ordem de 20,00; 40,00 e 50,00%, respectivamente, em relação aos valores obtidos no tratamento sem sombreamento.

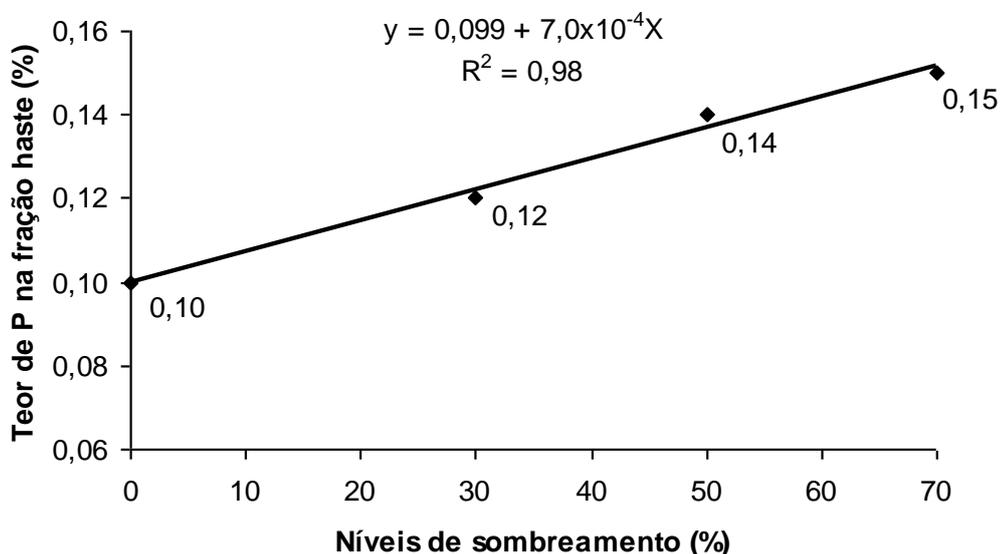


Figura 5. Teor de fósforo (P) na fração haste de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Os resultados obtidos, quanto ao efeito do nível de sombreamento, evidenciaram que o incremento no teor de P ocorreu de forma homogênea entre as diferentes partes da planta (folha e haste). Assim sendo, pode ser observado que a dinâmica de acúmulo deste mineral, em função dos níveis crescentes de sombreamento, não ocorreu somente em uma determinada parte do vegetal, mas sim, na forrageira como um todo.

Quanto ao teor de potássio (K) presente na porção planta inteira das leguminosas estudadas foram observados efeitos ($P < 0,05$) de espécie e do nível de sombreamento, não havendo interação destes fatores. As médias e os respectivos desvios padrão da porção planta inteira de leguminosas, quanto aos teores de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70% de sombra) durante o período das águas

Espécie	P (%)	K (%)	Ca (%)
Cal ¹	0,14±0,02 ^a	1,80±0,21 ^a	0,26±0,04 ^a
Kt ²	0,14±0,01 ^a	1,82±0,18 ^a	0,26±0,07 ^a
Mac ³	0,16±0,02 ^a	1,63±0,18 ^b	0,25±0,06 ^a
Sp ⁴	0,15±0,03 ^a	1,81±0,17 ^a	0,27±0,05 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

Os maiores teores de K foram observados nas espécies kudzu tropical, soja perene e calopogônio (1,82, 1,81 e 1,80%, respectivamente) não havendo diferença ($P > 0,05$) entre

estes resultados. O macrotiloma apresentou o menor teor de K (1,63%) dentre as forrageiras estudadas.

Poucos foram os trabalhos encontrados na literatura sobre o teor de K presente nas leguminosas utilizadas neste estudo. Os valores apresentados neste trabalho estão próximos ao valor reportado por Valadares Filho et al. (2006) para a espécie soja perene (1,70% de P).

Para os teores de K presente na fração folha (Tabela 3), os maiores valores foram observados no calopogônio e no kudzu tropical (2,17 e 2,15%, respectivamente), havendo diferença ($P < 0,05$) para os resultados apresentados pelo macrotiloma e soja perene (2,04 e 2,02%, respectivamente). Na fração haste (Tabela 3), os maiores teores de K foram observados também nas espécies calopogônio e kudzu tropical (1,49 e 1,54%, respectivamente). A soja perene apresentou valor intermediário (1,40% de K) nesta parte do vegetal, diferindo ($P < 0,05$) das demais espécies. O menor valor foi obtido pelo macrotiloma (1,31% de K).

Estes resultados ressaltam que o menor teor de K apresentado na planta inteira de macrotiloma foi ocasionado, principalmente, pela menor concentração deste mineral presente na fração haste desta leguminosa.

O efeito do nível de sombreamento para o teor de K nas diferentes partes do vegetal (planta inteira, folha e haste) podem ser observados nas Figuras 6, 7 e 8, respectivamente.

Foi observada resposta quadrática positiva para o teor de K presente na porção planta inteira de leguminosas em função do aumento do nível de sombreamento. O incremento alcançado no tratamento de sombreamento mais intenso (1,97% de K) correspondeu a um valor 26,28% superior ao resultado obtido nas condições de sol pleno (1,56% de K). Os tratamentos de 30 e 50% de sombra (1,71 e 1,82% de K) obtiveram acréscimo de 9,62 e 16,67%, respectivamente, quando comparados com o resultado obtido no tratamento sem sombreamento.

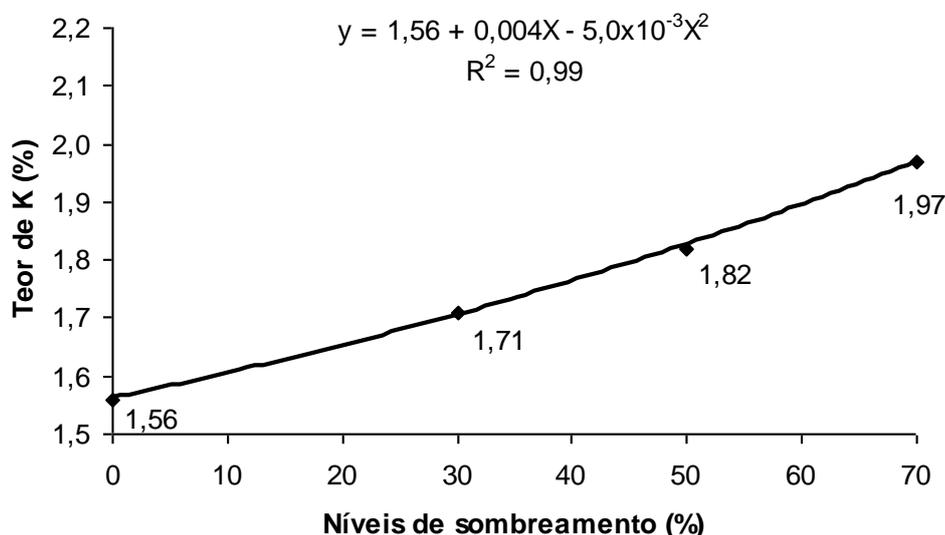


Figura 6. Teor de potássio (K) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Na fração folha foi observada resposta linear positiva, ocasionando assim, acréscimo no teor de K em função dos níveis crescentes de sombreamento. Os tratamentos de 70 e 50% de sombra apresentaram acréscimos de 20,63 e 15,34% quando comparados ao resultado obtido no tratamento de sol pleno. No tratamento de 30% de sombra, o acréscimo correspondeu a 7,41% do teor obtido nas condições de luminosidade plena.

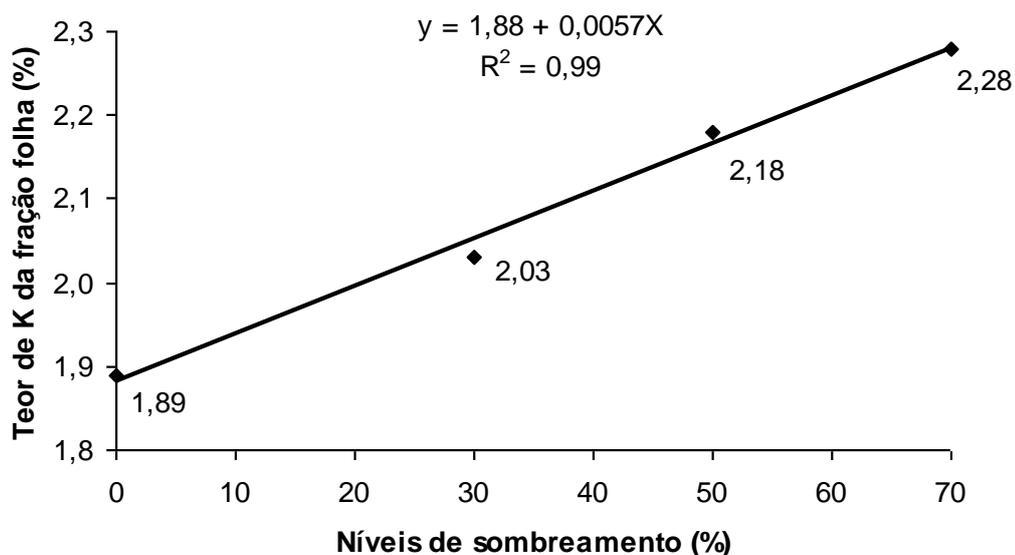


Figura 7. Teor de potássio (K) na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Para o teor de K presente na fração haste das leguminosas estudadas foi observada resposta quadrática positiva. Os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombreamento resultaram em incrementos de 7,03; 16,41 e 25,78%, respectivamente, quando comparados ao tratamento a pleno sol.

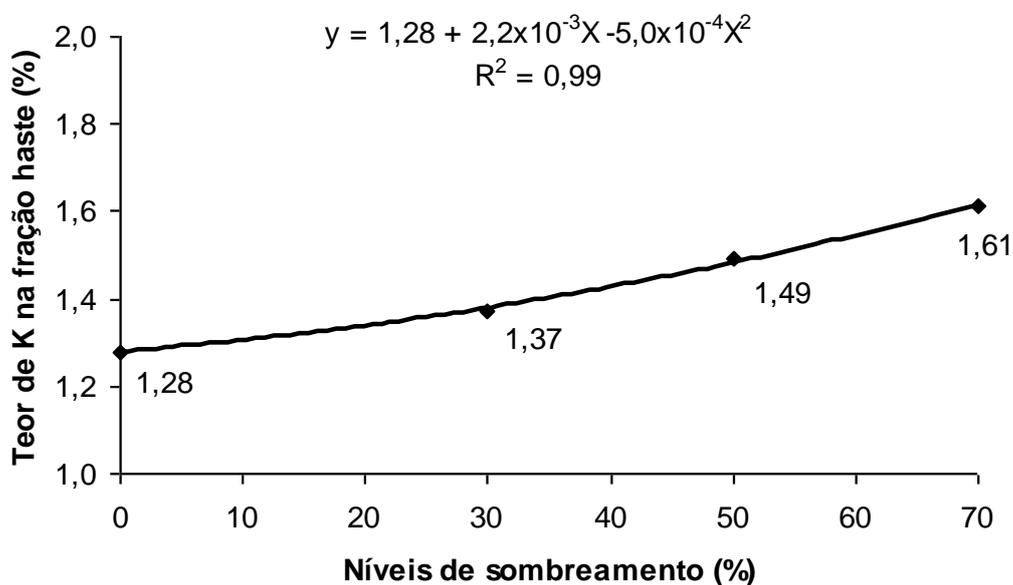


Figura 8. Teor de potássio (K) na fração haste de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Os resultados apresentados nas frações folha e haste apontam para um acúmulo semelhante deste mineral nestas diferentes partes do vegetal, quando estes são submetidos a níveis crescentes de sombreamento. Tal comportamento sugere que o incremento observado no teor de K destas forrageiras, assim como ocorreu com o teor de P, não ocorre apenas em

função do aumento da concentração deste mineral na folha, e sim, de forma homogênea no vegetal. Em corroboração a esta afirmativa, pode ser verificado que o incremento obtido na porção planta inteira foi semelhante aos obtidos nas frações folha e haste.

Com relação ao teor de cálcio (Ca) presente na porção planta inteira, não foram observados efeitos ($P>0,05$) de espécie e da interação, sendo somente apresentado efeito ($P<0,05$) do nível de sombreamento. As médias e os respectivos desvios padrão do teor de Ca podem ser observados na Tabela 3.

Os valores apresentados no presente estudo estão abaixo dos resultados referendados na literatura. Vilela (2005) relatou valores de 0,56; 1,61 e 0,71% de Ca para as leguminosas calopogônio, macrotiloma e kudzu tropical, respectivamente. Valadares Filho et al. (2006) reportaram valores de 0,64 e 1,21% de Ca para as espécies kudzu tropical e soja perene, respectivamente. A diferença encontrada entre o presente estudo (média de 0,26% de Ca) e as citações acima podem estar relacionadas às diferentes idades das plantas, no momento do corte, bem como, a diferença existente na concentração deste mineral no solo.

Quanto ao efeito de espécie nas frações folha e haste, os valores médios e seus respectivos desvios padrão são apresentados na Tabela 4.

Para o teor de Ca, presente na fração folha, não foi observado efeito de espécie ($P>0,05$), todavia foram apresentados efeitos ($P<0,05$) de nível de sombreamento e da interação destes fatores. As médias e os respectivos desvios padrão, assim como as equações de regressão com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Teor de Cálcio (Ca) da fração folha de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), durante o período das águas

Espécie	SOMBREAMENTO				Regressão	R^2 (%)
	0%	30%	50%	70%		
Cal ¹	0,36±0,01 ^a	0,39±0,02 ^a	0,42±0,02 ^a	0,45±0,01 ^b	$Y = 0,358 + 1,4 \times 10^{-3} X$	94,96
Kt ²	0,33±0,03 ^a	0,38±0,02 ^a	0,43±0,04 ^a	0,48±0,06 ^{ab}	$Y = 0,325 + 2,2 \times 10^{-3} X$	98,06
Mac ³	0,32±0,03 ^a	0,36±0,04 ^a	0,42±0,04 ^a	0,49±0,02 ^{ab}	$Y = 0,308 + 2,35 \times 10^{-3} X$	96,87
Sp ⁴	0,31±0,02 ^a	0,35±0,03 ^a	0,44±0,02 ^a	0,53±0,04 ^a	$Y = 0,287 + 3,22 \times 10^{-3} X$	91,89

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P>0,05$). ¹*Calopogonium mucunoides*; ²*Pueraria phaseoloides*; ³*Macrotyloma axillare*; ⁴*Neonotonia wightii*.

No desdobramento das interações, estudando espécie dentro de cada nível de sombreamento, somente foi observado efeito ($P<0,05$) quando as leguminosas foram submetidas à condição de 70% de sombra. Neste tratamento a soja perene apresentou a maior média (0,53% de Ca), entretanto esse resultado não diferiu ($P>0,05$) das médias observadas para macrotiloma e kudzu tropical (0,49 e 0,48%, respectivamente). O calopogônio apresentou o menor teor de Ca (0,45%), contudo essa média não diferiu ($P>0,05$) das apresentadas pelo macrotiloma e kudzu tropical.

Este resultado está relacionado ao elevado incremento no teor de Ca observado pela soja perene no tratamento de 70% de sombra. Neste tratamento o acúmulo deste mineral por esta espécie foi 70,97% superior ao obtido sob o tratamento sem sombreamento. Já o acúmulo apresentado pelo calopogônio, no tratamento de maior sombreamento, correspondeu a apenas 25,00% do valor obtido na condição de sol pleno. Mesmo não tendo sido apresentada diferença estatística, as médias de kudzu tropical e macrotiloma sob o tratamento de 70% de

sombra representaram incrementos intermediários, sendo obtidos acréscimos de 45,45 e 53,13%, respectivamente, sobre o valor do tratamento sem sombreamento.

No desdobramento da interação, estudando nível de sombreamento dentro de cada espécie, quanto ao teor de Ca presente na fração folha, foram apresentadas respostas lineares positivas para todas as leguminosas. A soja perene apresentou acréscimo de 70,97; 41,94 e 12,90% sob os tratamentos de 70, 50 e 30% de sombreamento quando comparados ao tratamento a sol pleno. Sob os níveis crescentes de sombra, o macrotiloma obteve incremento de 12,50; 31,25 e 53,13% em comparação aos resultados observados no tratamento sem sombreamento. No kudzu tropical foi observado aumento de 45,45; 30,30 e 15,15% (70, 50 e 30% de sombra, respectivamente) em relação ao desempenho apresentado no tratamento a sol pleno. Das leguminosas avaliadas o menor acréscimo no teor de Ca, em função dos níveis crescentes de sombreamento foi observado no calopogônio, sendo apresentado aumento de 8,33; 16,67 e 25,00% (30, 50 e 70% de sombra, respectivamente) quando comparados com o valor obtido no tratamento sem sombreamento.

O teor de Ca presente na fração haste apresentou efeito ($P < 0,05$) de espécie e de nível de sombreamento, não sendo observado efeito ($P > 0,05$) de interação destes fatores. No efeito ($P < 0,05$) de espécie, observado na fração haste (Tabela 3), os maiores teores de Ca foram obtidos pelas espécies kudzu tropical e soja perene (0,20% para ambas) e os menores valores para calopogônio e macrotiloma (0,18 e 0,17%, respectivamente).

O efeito do nível de sombreamento para o teor de Ca presente na porção planta inteira e nas frações folha e haste podem ser observados nas Figuras 9, 10 e 11, respectivamente.

O teor de Ca foi intensificado nas leguminosas estudadas à medida que o nível de sombreamento foi aumentado, originando resposta quadrática positiva para este parâmetro. Os resultados observados para os tratamentos de 70, 50 e 30% de sombra (0,32, 0,28 e 0,24% de Ca) corresponderam a um incremento da ordem de 60,00, 40,00 e 20,00%, respectivamente, em relação ao valor obtido sob condições de sol pleno.

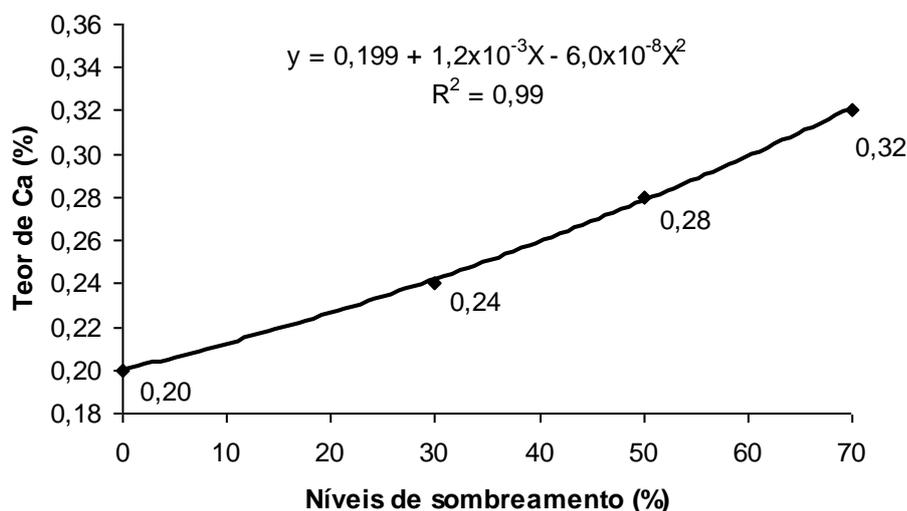


Figura 9. Teor de cálcio (Ca) em leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Na fração folha foi observada resposta quadrática positiva, sendo observados incrementos de 12,12; 30,30 e 48,50% para os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombreamento, respectivamente, quando comparados com o resultado obtido a pleno sol.

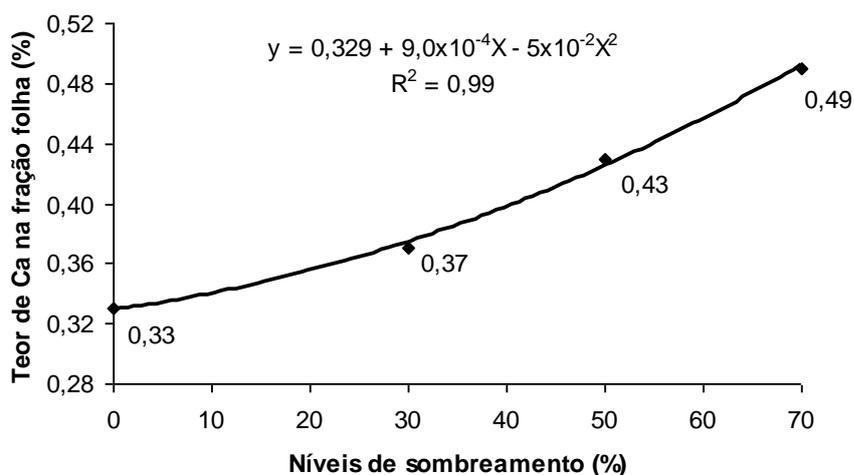


Figura 10. Teor de cálcio (Ca) na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

Foi observada resposta linear positiva, resultando assim no incremento do teor de Ca à medida que o nível de sombreamento foi intensificado. Sob os tratamentos de maior retenção luminosa (50 e 70% de sombra) foram apresentados incrementos de 33,33 e 53,33%, respectivamente, quando comparados ao resultado obtido sob condições de sol pleno. O acréscimo obtido no nível de 30% de sombreamento foi 20% superior ao valor apresentado no tratamento sem sombreamento.

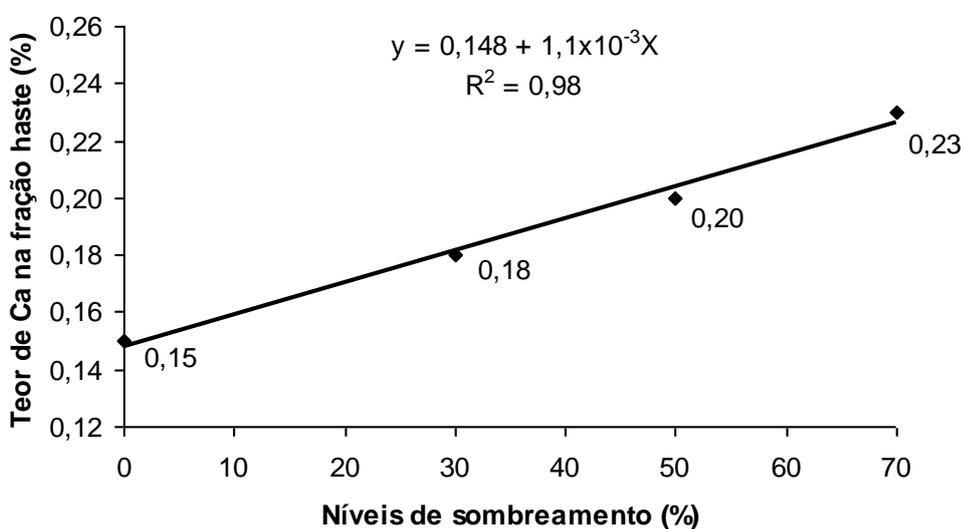


Figura 11. Teor de cálcio (Ca) na fração haste de leguminosas submetidas à sombra no período das águas.

O acúmulo de Ca observado, em função dos níveis crescentes de sombreamento, seguiu o mesmo comportamento apresentado pelos outros minerais aqui estudados (P e K), ou seja, o incremento nos teores destes minerais ocorreu de forma uniforme tanto na fração folha, como também na fração haste.

A influência do sombreamento sobre o vegetal ainda não estão totalmente definidos na literatura. Carvalho et al. (1994) reportaram incremento no teor de cálcio, potássio e

magnésio. Souto e Aronovich (1990) relataram que o sombreamento, de forma geral, não afetou a composição mineral de leguminosas, sendo somente observado aumento no teor de potássio. Clark (1981) relatou que a luminosidade não tem efeito direto na absorção de minerais nos vegetais, todavia influencia os processos metabólicos passíveis de alterar a sua composição mineral, tais como: fotossíntese, transpiração e respiração.

O incremento nos teores de minerais encontrados no presente estudo, resultantes dos níveis crescentes de sombreamento, estaria provavelmente, relacionado a um efeito proporcionado pela ação adaptativa que estes vegetais desenvolveram para suprir a redução luminosa. Uma possível hipótese que pode ser levantada, diz respeito ao aumento da área foliar. Ribaski et al. (1998) reportaram alterações na morfologia de vegetais submetidos a condições de sombreamento, sendo o aumento da área foliar e o alongamento das hastes os principais efeitos observados. Neste sentido, como alternativa para suprir o déficit luminoso acarretado pelo sombreamento, principalmente sob os níveis de maior retenção luminosa, o vegetal teria aumentado a área foliar para obter maior eficiência na captação de luz. Ainda que não quantificado no presente estudo foi observado aumento no tamanho das folhas em todas as leguminosas, sendo este maior a medida que o nível de sombreamento foi intensificado (Anexo II). Desta forma, como a maior concentração de minerais está presente na fração folha, o aumento da área foliar resultaria em acréscimo nos constituintes foliares, tais como, teores de clorofila, proteína bruta (através do N₂) e minerais, entre outros fatores. Já o alongamento das hastes, através da resposta adaptativas pela busca de luminosidade, poderia explicar o acúmulo observado nos minerais aqui estudados (P, K e Ca).

3.2 Avaliação no Período Seco

A espécie calopogônio não apresentou rebrota após a primeira avaliação, sendo, portanto, extinta do experimento. Embora a literatura aponte um ciclo perene para essa leguminosa, foi evidenciado um comportamento anual para essa forrageira, onde se mostrou produtiva apenas no período das águas e intolerante às condições do período seco. Pádua (2005) reportou a mesma característica para o calopogônio, indicando que essa leguminosa somente apresenta potencial para ser utilizada no período das águas. Esse resultado pode estar relacionado às condições climáticas características da região, uma vez que os dois estudos foram conduzidos no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica - RJ.

Na avaliação do teor de P presente na porção planta inteira das leguminosas estudadas durante este período foram observados efeitos ($P > 0,05$) de espécie e de nível de sombreamento, bem como, para interação destes fatores. Os valores médios e respectivos desvios padrão, assim como as equações de regressão com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Teor de fósforo (P) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), durante o período seco

Espécie	SOMBREAMENTO				Regressão	R^2 (%)
	0%	30%	50%	70%		
Kt ¹	0,11±0,01 ^a	0,12±0,01 ^a	0,15±0,02 ^a	0,16±0,01 ^b	Y= 0,107+7,58x10 ⁻⁴ X	93,90
Mac ²	0,12±0,01 ^a	0,14±0,02 ^a	0,16±0,01 ^a	0,19±0,02 ^a	Y= 0,118+9,19x10 ⁻⁴ X	96,26
Sp ³	0,13±0,02 ^a	0,14±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,13±0,01 ^c	Y= 0,131+3,1x10 ⁻⁴ X-6x10 ⁻⁶ X ²	58,00

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Pueraria phaseoloides*; ²*Macrotyloma axillare*; ³*Neonotonia wightii*.

No desdobramento das interações, estudando espécie dentro de cada nível de sombreamento, foram observados efeitos ($P < 0,05$) para os níveis de 50 e 70% de sombra. No nível de 50% de sombreamento o macrotiloma e o kudzu tropical apresentaram os maiores teores (0,16 e 0,15% de P, respectivamente) não havendo diferença ($P > 0,05$) entre estes valores. O macrotiloma e o kudzu tropical apresentaram incremento de 25,00 e 14,28%, respectivamente, sobre o valor obtido no nível de 30% de sombra. O menor teor de P deste nível de sombreamento foi observado na soja perene (0,12%). Contrariamente aos resultados obtidos até o presente momento foi observado decréscimo de 14,28% para a soja perene em relação ao valor apresentado no tratamento de 30% de sombra.

Sob o tratamento de 70% de sombra o macrotiloma apresentou o maior teor de P (0,19%), tendo o kudzu tropical apresentado teor intermediário (0,16% de P), havendo diferença ($P < 0,05$) para estes resultados. A soja perene obteve o menor valor dentre as leguminosas estudadas neste nível de sombreamento (0,13% de P). O acúmulo total de P, neste tratamento, para as leguminosas macrotiloma, kudzu tropical e soja perene foram de 58,33; 45,45 e 0%, respectivamente, quando comparados com a resposta obtida no tratamento sem sombreamento.

Os resultados relatados acima sugerem que o macrotiloma apresentou maior potencial para acumular este mineral do que as demais espécies, quando submetidas a condições de sombreamento. Em contra partida, os resultados observados para a espécie soja perene revelaram que esta forrageira não apresentou incremento deste mineral sob os níveis de 50 e 70% de sombra.

Embora não tenham sido comparados estatisticamente os resultados entre os dois períodos de avaliação, o comportamento apresentados pelas forrageiras foi diferente entre cortes. De maneira geral os valores apresentados entre os períodos foram semelhantes, sendo observados intervalos de 0,11 a 0,17% e 0,11 a 0,19% de P, para os períodos das águas e seca, respectivamente. Contudo a dinâmica de acúmulo, observada em função dos níveis crescentes de sombreamento, foi diferente, principalmente sob os níveis de maior retenção luminosa (50 e 70% de sombra). O macrotiloma obteve o maior teor de P, dentre as leguminosas estudadas, sendo este valor obtido sob o tratamento de sombreamento mais intenso, durante o período seco. Este resultado sugere que o macrotiloma seja mais tolerante a este período crítico do que as demais espécies. A soja perene apresentou comportamento diferenciado entre os dois períodos, sendo observado acréscimo e decréscimo nos teores de P em função dos níveis crescentes de sombreamento para as épocas das águas e seca, respectivamente. Este comportamento sugere que os efeitos adversos ao desenvolvimento da planta durante o período seco, tais como pluviosidade, fotoperíodo e temperatura, podem estar influenciando no resultado obtido neste estudo. O kudzu tropical obteve comportamento semelhante entre os dois períodos.

No estudo dos níveis de sombreamento dentro de cada espécie, foram observadas respostas lineares positivas para o teor de P nas leguminosas macrotiloma e kudzu tropical, sendo, portanto os maiores teores deste mineral encontrados sob o tratamento de sombreamento mais intenso. Todavia, sob o nível de 70% de sombreamento o kudzu apresentou um pequeno acréscimo deste mineral (6,67%), quando comparado ao incremento obtido sob o tratamento de 50% de sombra (25,00%), sugerindo assim que, quando submetido a condições de sombreamento mais intenso este valor tenderia a sofrer redução.

A soja perene apresentou comportamento quadrático, sendo observado no nível de 30% de sombra acúmulo de 7,70% e decréscimo de 14,28% deste mineral sob o tratamento de 50% de sombra em relação à condição de sol pleno. Sob o tratamento de maior retenção luminosa foi observado o mesmo teor de P obtido no tratamento sem sombra.

Para as frações folha e haste foram observados efeitos ($P < 0,05$) de espécie e de nível de sombreamento para o teor de P, não sendo, entretanto observada interação destes fatores.

As médias para o efeito de espécie, para os teores de P, K e Ca podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de potássio (K), fósforo (P) e cálcio (Ca) presentes nas frações folha e haste de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a sombreamento, durante o período seco

Espécie	P (%)		K (%)		Ca (%)	
	Folha	Haste	Folha	Haste	Folha	Haste
Kt ¹	0,18±0,02 ^b	0,12±0,02 ^b	2,17±0,18 ^a	1,54±0,14 ^a	0,40±0,07 ^a	0,21±0,04 ^a
Mac ²	0,21±0,03 ^a	0,13±0,03 ^{ab}	2,05±0,18 ^a	1,32±0,16 ^c	0,40±0,07 ^a	0,15±0,03 ^b
Sp ³	0,16±0,04 ^c	0,14±0,01 ^a	2,07±0,17 ^a	1,42±0,17 ^b	0,41±0,09 ^a	0,21±0,04 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Pueraria phaseoloides*; ²*Macrotyloma axillare*; ³*Neonotonia wightii*.

No estudo segmentado das diferentes partes da planta, o maior teor de P presente na fração folha das leguminosas estudadas foi observado no macrotiloma (0,21%). O kudzu tropical obteve valor intermediário (0,18% de P), sendo o menor teor observado na soja perene (0,16% de P). Na fração haste a soja perene e macrotiloma apresentaram os maiores teores de P (0,14 e 0,13%), não havendo diferença ($P > 0,05$) para estes valores. O menor teor de P na fração haste foi observado no kudzu tropical (0,12%), entretanto este resultado somente apresentou diferença ($P < 0,05$) para o valor obtido pela soja perene.

Os resultados acima dão subsídios para compreensão do comportamento observado pelas leguminosas nos dois períodos. O macrotiloma apresentou um leve acréscimo dos teores de P nas frações folha e haste durante o período seco, resultando assim, em maior teor deste mineral na porção planta inteira. Para a soja perene foi observado decréscimo efetivo deste mineral na fração folha, sendo este efeito pouco evidenciado na fração haste. Logo, o decréscimo do teor de P observado na soja perene pode ser atribuído à fração folha. O kudzu tropical apresentou respostas semelhantes para as duas frações distintas nos dois períodos avaliados, justificando assim a uniformidade dos resultados apresentados nos períodos das águas e de seca.

O efeito do nível de sombreamento sobre o teor de P das leguminosas avaliadas, para as diferentes partes do vegetal (planta inteira, folha e haste) são apresentados nas Figuras 12, 13 e 14, respectivamente.

Os níveis crescentes de sombreamento acarretaram em incremento do teor de P nas leguminosas, sendo observada resposta linear positiva para esta característica. Sob os tratamentos de 50 e 70% foram obtidos acréscimos de 20,00 e 33,33% em relação ao tratamento sem sombreamento. O nível de 30% de sombra resultou em acúmulo de 16,67% deste mineral quando comparado ao valor obtido no tratamento a pleno sol.

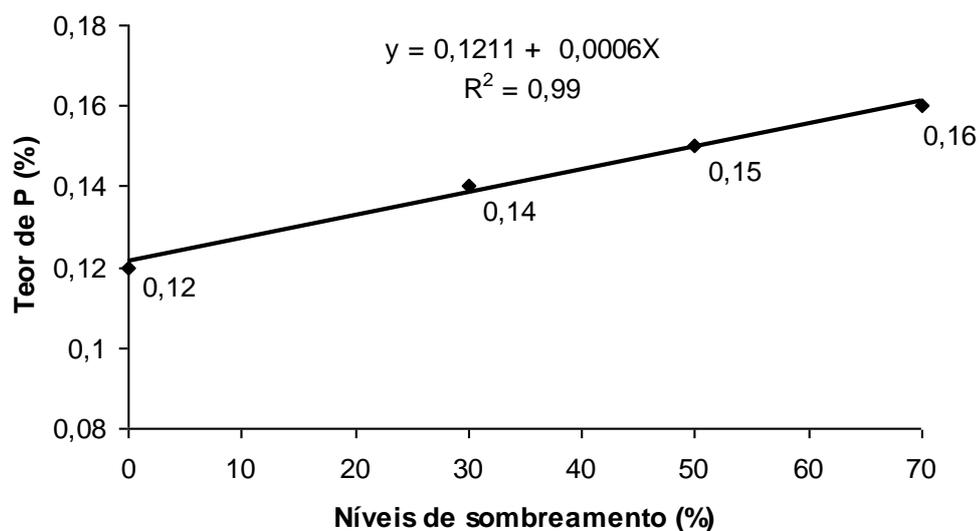


Figura 12. Teor de fósforo (P) de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Foi observada resposta linear positiva para o teor de P presente na fração folha, em função dos níveis crescentes de sombreamento. Observou-se incremento de 28,57; 42,86 e 57,14% sob os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente, quando comparados aos resultados apresentados no tratamento à pleno sol.

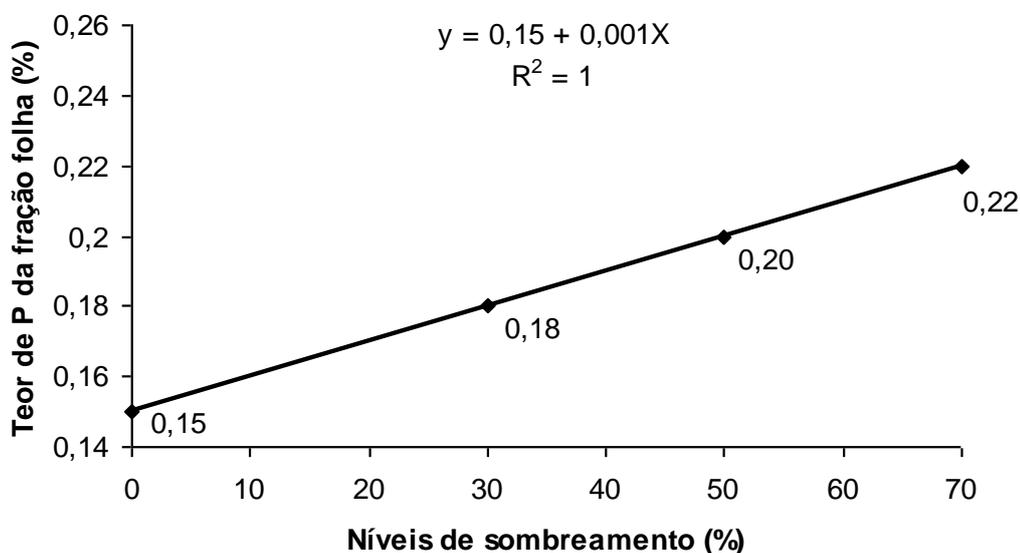


Figura 13. Teor de fósforo (P) presente na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Para fração haste foi apresentada resposta quadrática positiva, sendo observado incremento de 25,00; 50,00 e 62,50% em relação aos valores obtidos no tratamento sem sombreamento.

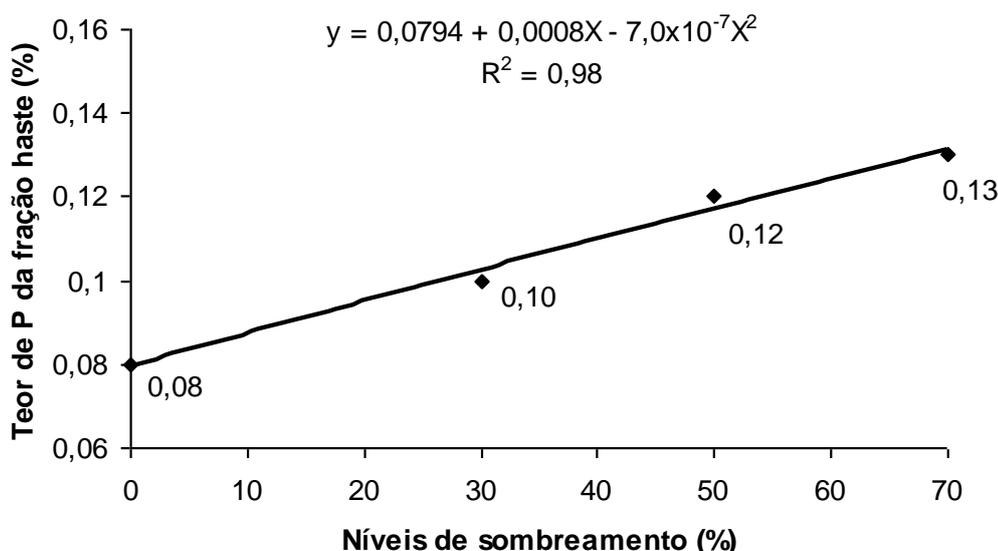


Figura 14. Teor de fósforo (P) presente na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Semelhante ao ocorrido no período das águas o incremento da concentração deste mineral ocorreu de forma homogênea na planta, ou seja, o teor de P foi acrescido tanto na folha quanto na haste.

Quanto ao teor de K presente na porção planta inteira das leguminosas foi observado efeito ($P < 0,05$) da espécie e do nível de sombreamento, não havendo interação destes fatores, durante a época seca do ano. As médias e os respectivos desvios padrão, para os teores de P, K e Ca podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70% de sombra) durante o período seco

Espécie	P (%)	K (%)	Ca (%)
Kt ¹	0,13±0,01 ^b	1,82±0,18 ^a	0,27±0,07 ^b
Mac ²	0,15±0,02 ^a	1,64±0,18 ^b	0,24±0,06 ^c
Sp ³	0,13±0,03 ^b	1,84±0,17 ^a	0,30±0,05 ^a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). ¹*Pueraria phaseoloides*; ²*Macrotyloma axillare*; ³*Neonotonia wightii*.

Os maiores teores de K foram observados nas espécies soja perene e kudzu tropical (1,84 e 1,82%, respectivamente) não havendo diferença ($P > 0,05$) entre estes resultados. O macrotiloma apresentou o menor teor de K (1,64%) dentre as forrageiras estudadas.

O teor de K presente nas leguminosas foi semelhante entre os dois períodos, sendo este fato influenciado pela mesma idade das plantas no momento dos cortes. Todavia, na época seca a concentração de K no macrotiloma diferiu das demais espécies. Esta resposta pode estar relacionada à maior resistência ao período seco desta forrageira sobre as outras espécies estudadas. O kudzu tropical apresentou resultados semelhantes nos dois períodos de avaliação, enquanto a soja perene obteve decréscimo do teor deste mineral no período seco.

Para o teor de K presente na fração folha das leguminosas estudadas, durante este período (Tabela 7), não foi observado efeito ($P > 0,05$) de espécie, todavia, na fração haste

houve diferença na concentração deste mineral ($P < 0,05$), sendo o maior teor observado pelo kudzu tropical (1,54%), seguido pela soja perene (1,42%) e pelo macrotiloma que obteve o menor teor (1,32%), ambas as médias diferindo entre si.

Estes resultados apontam para uma forte influência do teor de K existente na fração haste destas leguminosas, sendo estes valores determinantes para conferir a maior (kudzu tropical) e a menor (macrotiloma) concentração deste mineral nos vegetais analisados.

Quanto ao efeito do nível de sombreamento para a concentração de K, as Figuras 15, 16 e 17 apresentam as respostas da porção planta inteira e as frações folha e haste, respectivamente.

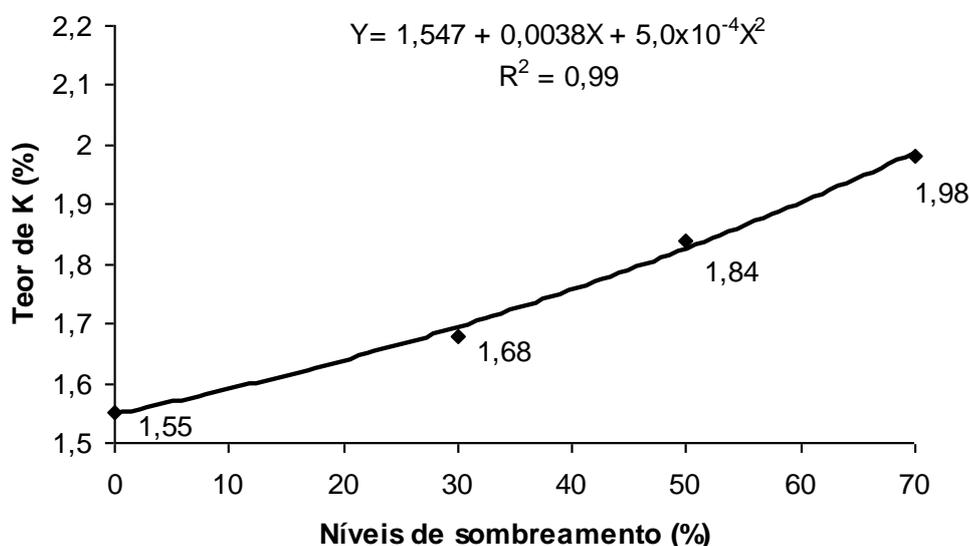


Figura 15. Teor de potássio (K) de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

A porção planta inteira apresentou resposta quadrática positiva para o teor de K presente nas leguminosas em função do aumento do nível de sombreamento. Os incrementos obtidos com os tratamentos de 70, 50 e 30% de sombreamento foram 27,74; 18,71 e 8,39%, respectivamente, superiores quando comparados ao tratamento controle.

A fração folha apresentou resposta linear positiva, onde os tratamentos de 70 e 50% de sombra apresentaram valores 19,47 e 14,21% superiores ao resultado obtido no tratamento de sol pleno. Para o tratamento de 30% de sombra foi observado incremento de 7,90% em relação ao teor obtido no tratamento sem sombra.

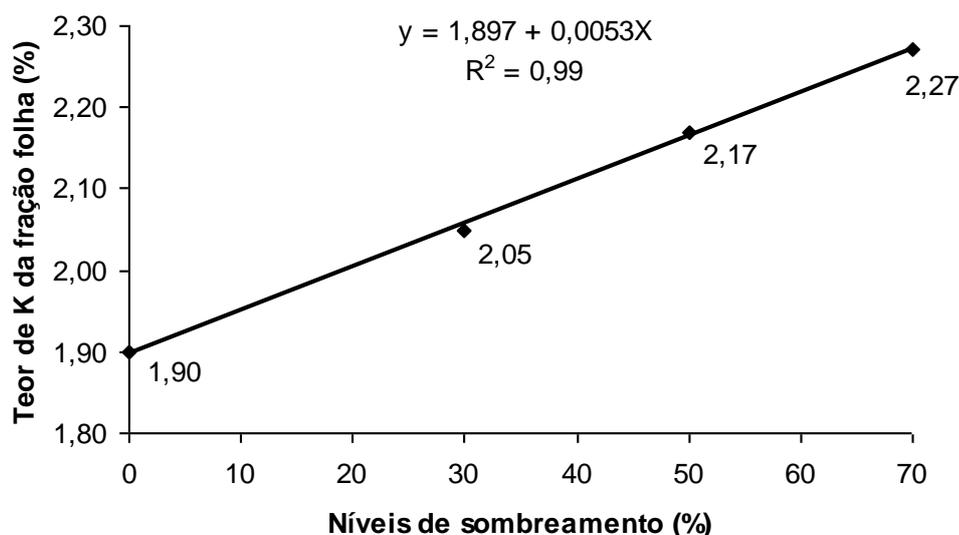


Figura 16. Teor de potássio (K) presente na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

A fração haste obteve resposta quadrática positiva quanto ao aumento do nível de sombreamento, resultando em incremento de 7,09; 17,32 e 25,20% para os tratamentos 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente em relação ao tratamento sem sombreamento.

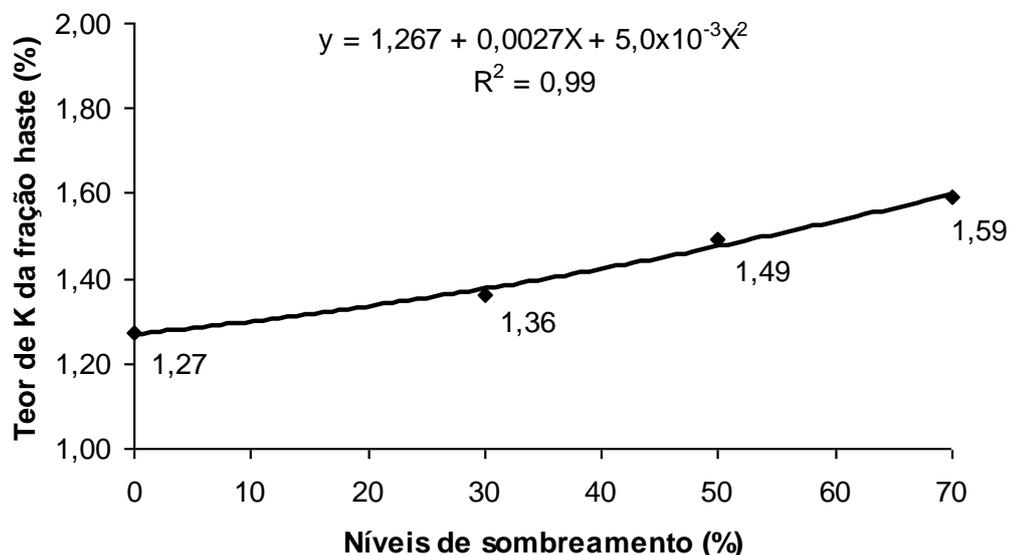


Figura 17. Teor de potássio (K) presente na fração haste de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Os resultados do efeito de nível sombreamento indicam acúmulo no teor de K, em função dos níveis crescentes de sombreamento, sendo observado porcentagem de incremento semelhante para as frações folha e haste nos diferentes tratamentos. Assim, para as frações folha e haste, sob os tratamentos 30, 50 e 70% de sombra, foram obtidos incrementos de 7,9 - 7,09%, 14,21 e 17,32% e 19,47 e 25,20%, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para os dois períodos.

Quanto ao teor de Ca das leguminosas estudadas, foram observados efeitos ($P < 0,05$) de espécie e de nível de sombreamento, não havendo interação ($P > 0,05$) destes valores, durante o período seco.

Para o efeito de espécie da porção planta inteira (Tabela 8) foi observada diferença ($P < 0,05$) entre as espécies, onde a soja perene apresentou o maior teor deste mineral (0,30%). O kudzu tropical apresentou teor intermediário de Ca (0,27%), sendo o menor teor deste mineral obtido pelo macrotiloma (0,24% de Ca), durante a época seca do ano.

Diferentemente da época das águas, houve efeito de espécie no período seco. Os teores de Ca apresentados nos dois períodos foram semelhantes, sendo justificado pela mesma idade das plantas no momento dos cortes. Todavia, a concentração de Ca presente na soja perene foi superior às demais, sugerindo assim que possa ter havido influência do período seco neste resultado.

Na análise da fração folha não foi observado efeito de espécie ($P > 0,05$) para este mineral, todavia, houve diferença ($P < 0,05$) para a fração haste (Tabela 7). A soja perene e o kudzu tropical apresentaram os maiores teores (0,21% de Ca para ambas) e o macrotiloma apresentou o menor teor (0,15% de Ca). Estes resultados apontam para uma forte influência do teor de Ca existente na fração haste destas leguminosas, assim como ocorreu para o teor de K, sendo estes valores determinantes para conferir a maior (kudzu tropical) e a menor (macrotiloma) concentração deste mineral nos vegetais analisados.

O efeito de nível de sombreamento para o teor de Ca, na porção planta inteira e nas frações folha e haste, podem ser observados nas Figuras 18, 19 e 20, respectivamente.

Foi observada resposta quadrática positiva para o teor de Ca na porção planta inteira de leguminosas submetidas a níveis crescentes de sombreamento. Foram observados incrementos de 18,18; 31,81 e 54,54% nos tratamentos de 30, 50 e 70% de sombreamento, respectivamente, quando comparados com o tratamento sem sombreamento.

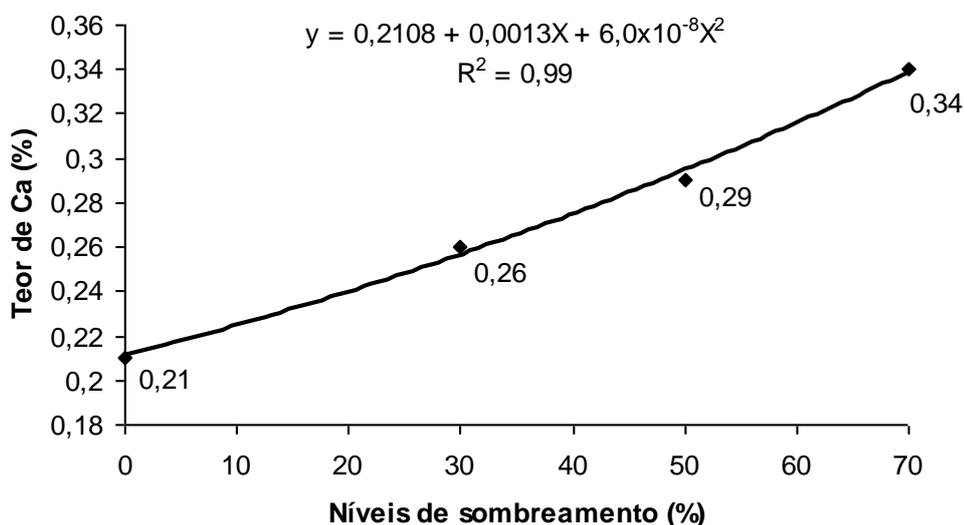


Figura 18. Teor de cálcio (Ca) em leguminosas submetidas à sombra no período seco.

A fração folha apresentou resposta quadrática positiva, onde os tratamentos de 70, 50 e 30% de sombra apresentaram incrementos de 54,54; 30,30 e 15,15%, respectivamente, quando comparados com o resultado obtido no tratamento de sol pleno.

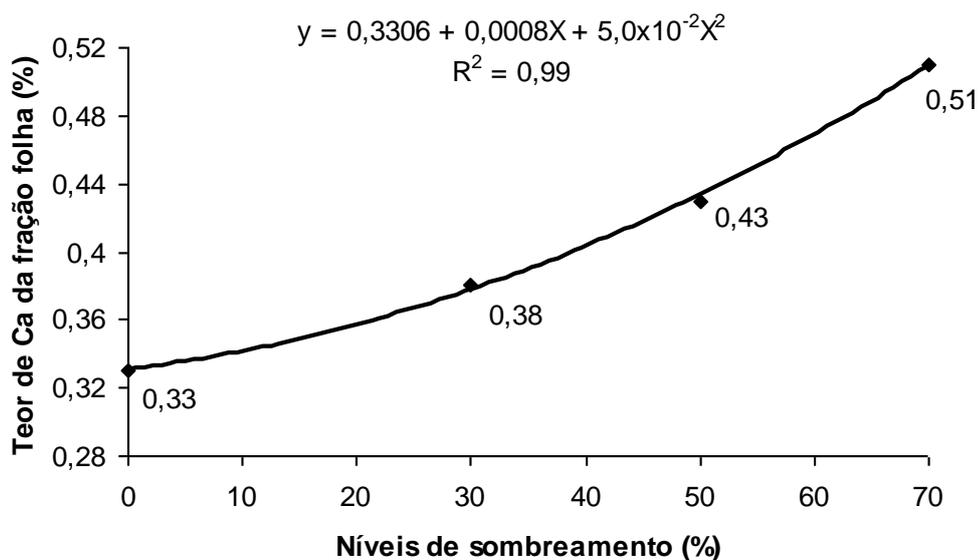


Figura 19. Teor de cálcio (Ca) na fração folha de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

A fração haste obteve resposta quadrática positiva quanto ao aumento do nível de sombreamento, resultando em incremento de 21,43; 42,86 e 78,58% para os tratamentos 30, 50 e 70% de sombra, respectivamente em relação ao tratamento sem sombreamento.

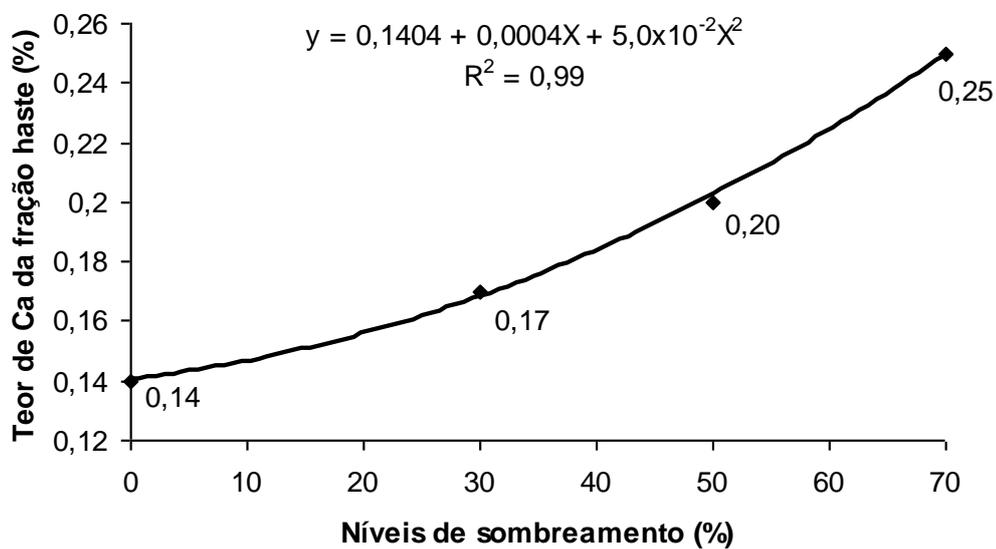


Figura 20. Teor de cálcio (Ca) na fração haste de leguminosas submetidas à sombra no período seco.

Os resultados indicam incremento de Ca em função dos níveis crescentes de sombreamento. O acúmulo observado para o teor de Ca da porção planta inteira foi decorrente do incremento nas frações folha e haste.

Vale ressaltar que, embora não tenham sido comparadas as médias dos dois períodos, os valores apresentados para o efeito de sombreamento, entre as diferentes partes do vegetal (planta inteira, folha e haste), foram semelhantes para todos os minerais estudados. Estes

resultados indicam que a composição destes minerais não foram afetadas pelas diferentes épocas estudadas. Já os teores semelhantes encontrados entre os dois períodos estão relacionados a mesma idade das forrageiras no momento do corte.

Com este estudo pode ser concluído que o sombreamento resulta em incremento na concentração de P, K e Ca em leguminosas forrageiras tropicais, sendo este efeito maior à medida que o nível de sombreamento é intensificado. Estes resultados estão de acordo com o trabalho realizado por Garcia e Couto (1997), onde estes autores reportam incremento de minerais, entre eles Ca, P e K, em função da redução da luminosidade incidente. Contudo os mecanismos resultantes deste comportamento não estão completamente elucidados na literatura. Neste trabalho, o acúmulo destes minerais, em especial nas diferentes frações do vegetal, está associado ao aumento da área foliar e ao alongamento das hastes. Estas duas respostas, influenciadas pelos níveis crescentes de sombreamento, correspondem a estratégias adaptativas para buscar melhor aproveitamento da luz incidente, nestas condições de luminosidade reduzidas. Novos estudos devem ser conduzidos para subsidiar o complexo mecanismo envolvendo a resposta de leguminosas forrageiras tropicais cultivadas em condições de sombreamento.

4 CONCLUSÕES

Durante o período das águas não houve diferença entre as leguminosas para os teores de cálcio e fósforo, entretanto quanto ao teor de potássio o macrotiloma apresentou menor concentração deste mineral frente as demais.

Na estação seca o macrotiloma obteve maior teor de fósforo e menores teores de potássio e cálcio. Não houve diferença entre os teores de fósforo e potássio para o kudzu tropical e a soja perene. A soja perene obteve o maior teor de cálcio deste período.

O sombreamento acarretou incremento na composição mineral de leguminosas forrageiras tropicais quando submetidas a níveis crescentes de redução luminosa, durante os períodos das águas e seca.

No nível de 70% de sombreamento foram observados os maiores incrementos para a composição mineral das leguminosas estudadas, em ambos os períodos.

3 CONCLUSÕES GERAIS

As leguminosas estudadas demonstraram grande potencialidade para serem cultivadas em ambientes de luminosidade reduzida.

Os níveis de sombreamento crescentes proporcionaram incremento nos teores de produção de matéria seca, teor de proteína bruta e na composição mineral das leguminosas avaliadas.

Houve incremento da fração fibrosa, em função do sombreamento, entretanto o teor de lignina não foi influenciado em nenhum período avaliado.

Sob o nível de 50% de sombreamento foram observados os melhores resultados, onde aliaram alta produção de matéria seca, intermediários acréscimos na fração fibrosa e satisfatórios incrementos na composição mineral de leguminosas forrageiras tropicais.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- ABAUNZA, M. A., LASCANO, C. E., GIRALDO, H., TOLEDO, J. M. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. **Pasturas Tropicales**, v. 13, n. 3, p. 02-09, 1991.
- ANDRADE, C.M.S., VALENTIM, J.F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pinto* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 439-445, 1999.
- ANDRADE, C. M. S., GARCIA, R., COUTO, L., PEREIRA, O. G., SOUZA, A. L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003.
- ANDRADE, C.M.S., VALENTIM, J.F., CARNEIRO, J.C., VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 150p. il 1983.
- ALLEN, O.N.; ALLEN, E. K. The Leguminosae: a source book of characteristics, uses and nodulation. London: MacMillan Publishers, p.127-128, 1981.
- AROEIRA, L. J. M.; PACIULLO, D. S. C., LOPES, F. C. F., MORENZ, M. J. F.; SALIBA, E. S.; SILVA, J. J.; DUCATTI, C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 413-418, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 684p., 1990.
- BARCELLOS, A. O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado da arte e perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 1-56, 1994.
- BARCELOS, A. O.; VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Utilização de banco de proteína como alternativa para a suplementação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS, PROCESSUAIS E DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PRODUÇÃO DE LEITE EM BASES SUSTENTÁVEIS, 5, 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 93-119, 2003.
- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. New York: Logman Inc., 475p. 1977.
- CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; RESENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; BRAGA, J.M.; GOMEDE, J.A.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage

legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, v.64, p.257-271, 2002.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. P. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenathera macrocarpa* Benth). **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 17, n. 1, p. 24-30, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S. Efeito das árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral das forrageiras em pastagens de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, p. 709-718, 1995.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O. CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição mineral de 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.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; FRANCO, E. T. Comportamento de gramíneas forrageiras tropicais em associação com árvores. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. Embrapa-CPATU, p. 204-206, 1998.

CASTRO, C. R.; CARVALHO, M. M.; GARCIA, R.; COUTO, L. Efeito do sombreamento artificial sobre o valor nutritivo de seis gramíneas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998. Belém. Embrapa-CPATU, p. 198-200, 1998.

CLARK, R. B. Effect of light and water stress on mineral element composition of plants. **Journal Plant Nutrition**, 3(5): p. 853-885, 1981.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of tree tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forestry Ecology and Management**, v. 80, p. 245-255, 1996.

COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R.C.; MAGALHÃES, J.A.; LEÔNIDAS, F.C. **Produção e composição química de leguminosas forrageiras em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa-UEPAE Porto Velho. 7p. (Embrapa-UEAPE Porto Velho. Comunicado Técnico, 105), 1995.

COSTA, N. L., TOWNSEND, C. R., MAGALHÃES, J. A., PEREIRA, R. G. A. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998. Belém. Embrapa-CPATU, p. 201-203, 1998.

COSTA, N. L., TOWNSEND, C. R., MAGALHÃES, J. A., PEREIRA, R. G. A. **Formação e manejo de pastagens de calopogônio em Rondônia**. Porto Velho. 2p. (Embrapa-UEAPE Porto Velho. Comunicado Técnico, 34), 2001.

DAROS, E.; RONZELLI JÚNIOR, P.; COSTA, J. A.; KOEHLER, H. S. Estresses por sombreamento e desfolhamento no rendimento e seus componentes da variedade de feijão "carioca". **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 55-61, 2000.

DE-POLLI, H. **Inoculação de sementes de leguminosas**. Seropédica-RJ: Embrapa-UAPNPBS, 31p. (Embrapa-UAPNPBS. Circular Técnica, 1.) 1985.

ERIKSEN, F. I., WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 73, n. 3, p. 427-433, 1981.

ERIKSEN, F. I., WHITNEY, A. S. Growth and fixation of some tropical forage legumes as influenced by solar radiation regimes. **Agronomy Journal**, v. 74, n. 4, p. 703-709, 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA-. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 412p., 1999.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. Consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.238-245, 1998.

FRANKE, I.L.; LUNZ, A.M.P.; VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F.; MIRANDA, E.M. Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; FAO, p.19-40, 2001.

FERREIRA, M. G. M.; CÂNDIDO, J. F.; CANO, M. A. O.; CONDÉ, A. R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 121-134, 1997.

GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, p. 446-471, 1997.

GARCIA, R.; ANDRADE, C.M.S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; FAO, p. 173-187, 2001.

GINGER-REVERDIIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interst and limits for ruminants. **Animal Feed Science Technology**, v. 55, n. 4, p. 295-334, 1995.

GOMIDE, D. N. Leguminosas - espécies disponíveis, fixação de nitrogênio e problemas fisiológicos para manejo da consorciação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS 86 e SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 8. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ. p. 389-411, 1986.

JINGURA R. M., SIBANDA, S., HAMUDIKUWANDA, H. Yield and nutritive value of tropical forage legumes grown in semi-arid parts of Zimbabwe. **Tropical Grassland**, v. 35, n. 3, p. 168- 174, 2001.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALTARDY, S. G. **The physiological ecology of wood plants**. Academic Press, San Diego, 657p., 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa. São Paulo.529p., 2004.

LUZIERI, R.S., DIAS, R. E., SOUTO, M. S. Desempenho de leguminosas tropicais na sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, p. 267, 1994a.

LUZIERI, R.S., DIAS, R. E., SOUTO, M. S. Comportamento de gramíneas forrageiras na sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 265p., 1994b.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. **Anais...** SBZ, 188p.,1992.

MOCHIUTTI, S.; MEIRELLES, P. R. S. **Utilização das paisagens nativas do Amapá**. In: PUIGNAU, J. P. Utilización e manejo de pastizales. Montevideo, IICA, p. 127-133, 1994.

MOCHIUTTI, S.; MEIRELLES, P. R. S. Sistema silvipastoris no Amapá: situação atual e perspectivas. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. Sistemas agrofloretais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 414p., 2001.

MOCHIUTTI, S.; MELLÉN JUNIOR, N. J.; FARIAS NETO, J. T.; QUEIROZ, J. A. L. **Taxi-branco** (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): **leguminosa arbórea para recuperação de áreas degradadas e abandonadas para agricultura migratória**. Macapá: Embrapa Amapá. 1999, 5p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 28).

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; BARBOSA, R.B., MARCELINO, K.R.A., GARCEZ NETO, A.F., DIFANTE, G.S.; ADESE, B. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., Da SILVA, S.C., De FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ., p. 1-82, 2003.

NASCIMENTO, J. T., SILVA, I. F. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para uso como cobertura de solo. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 947-949, 2004.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; CARVALHO, C.A.B.; MORENZ, M.J.F. Taxa de acúmulo de forragem de *Stylosanthes guianensis* em pastagem consorciada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD- ROM).

PÁDUA, F. T. **Produção e qualidade do feno de quatro leguminosas tropicais em dois sistemas de cultivo**. Seropédica – RJ: UFRRJ, 2005. 30p Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005).

PEDREIRA, J. V. S., CONSENTINO, J. R. Avaliação de leguminosas forrageiras sob condições de várzea parcialmente drenada. **Boletim da Indústria Animal**, v. 1, n. 49, 1992.

PEREIRA, J.M.; MORENO, R.M.A.; CANTARUTTI, R.B. et al. **Crescimento e produtividade estacional de germoplasma forrageiro**. In: CEPLAC/CEPEC (ed.) Informe de Pesquisa -1987/1990. Ilhéus: CEPLAC, p. 307-309, 1995.

PEREIRA, J.M., REZENDE, C.P. Sistemas silvipastoris: fundamentos agroecológicos e estado da arte no Brasil. In: Produção de bovinos a pasto. **Anais...XIII Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, Piracicaba: FEALQ, p.199-219, 1999.

PEREIRA, J.M. Leguminosas forrageiras em sistema de produção de ruminantes: Onde estamos? Para onde vamos? I Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, Viçosa, 2002. **Anais... Viçosa: UFV**, p. 197-234, 2002.

QUEIROZ, A.C.; SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235p., 2002.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). 2. Ed.rev. Campinas: IAC. p. 121-125 (Boletim Técnico, 100), 1996.

RIBASKI, J.; INOUE, M. T.; LIMA FILHO, J. M. P. Influência da Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) Dc.) sobre alguns parâmetros ecofisiológicos e seus efeitos na qualidade de uma pastagem de Capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.), na região semi-árida do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., Belém Embrapa-CPATU, p. 219-220, 1998.

SHELTON, H. M., HUMPRHEYS, L. R., BATELLO, C. Pasture in the plantations of Asia and the Pacific performance and prospect. **Tropical Grassland**, v. 21, n. 4, p. 159-168, 1987.

SILVA, S.C. Desafios e perspectivas para a pesquisa e uso de leguminosas em pastagens tropicais: uma reflexão. In: Encontro sobre leguminosas, 2, Nova Odessa, 2008. **Anais... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia**, 2008 (CD-ROM).

SMYTH, T.J., CRAVO, M.S., MELGAR, R.J. Nitrogen supplied to corn by legumes in a Central Amazon Oxisol. **Tropical Agriculture**, v.68, n.4, p. 366-372, 1991.

SOUTO, S. M.; CARVALHO, S. R.; FRANCO, A. A. Comportamento de leguminosas forrageiras em diferentes níveis de sombreamento. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, 1976. **Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p. 283-284, 1976.

SOUTO, S. M.; ARONOVICH, S. **Sombreamento em forrageiras: Aspectos Agronômicos e Microbiológicos**. Seropédica: EMBRAPACNPBS, Documentos10, p.43, 1992.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.

TIESZEM, L. L. Photosynthetic systems: implications for agroforestry. In: HUXLEY, P. A. (Ed.) **Plant research and agroforestry**, Nairobi: ICRAF, 323P., 1983.

TOLEDO, J. M.; TORRES, F. Agroforestry land-use sistem. In: SPECIAL SECTION ON AGROFORESTRY LAND-USE SYSTEMS IN INTERNATION AGRONOMY; AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY MEETING, 1988, Anaheim. **Proceedings...** Hawaii, 112p. (A special publication of Nitrogen Fixing Tree Association), 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG – **Sistema de análise estatística e genética**. Viçosa – MG: UFV, 96p., 2001.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas Brasileira de Composição de Alimentos para Bovinos**. Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 141p., 2005.

VEIGA, J. B.; ALVES, C. P.; MARQUES, L. C. T.; VEIGA, D. F. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 414p., 2001.

VILELA, H. **Pastagem: Seleção de plantas forrageiras – Implantação e adubação**. Editora Aprenda Fácil, Viçosa, MG, 283 p. 2005.

WEISS, W. P. Predicting energy values of feeds. **Journal Dairy Science**, v. 76, 1802p., 1993.

WILSON, J. R., WONG, C.C. Effect of shade on some factors influencing nutritive quality of green panic and siratro pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 33, n.10, p. 937-949, 1982.

WONG, C. C.; WILSON, J. R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencys. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 31, p. 269-285, 1980.

5 ANEXOS

Anexo 1. Área experimental em início de crescimento antes da colocação dos sombrites.



Anexo 2. Parcelas Experimentais em início de crescimento antes da colocação dos sombrites.



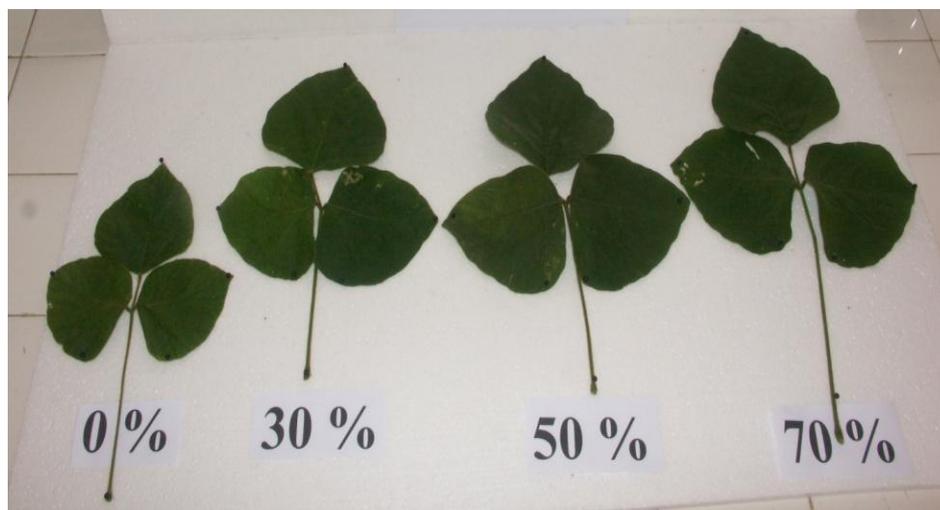
Anexo 3. Parcelas Experimentais em crescimento durante o período das águas.



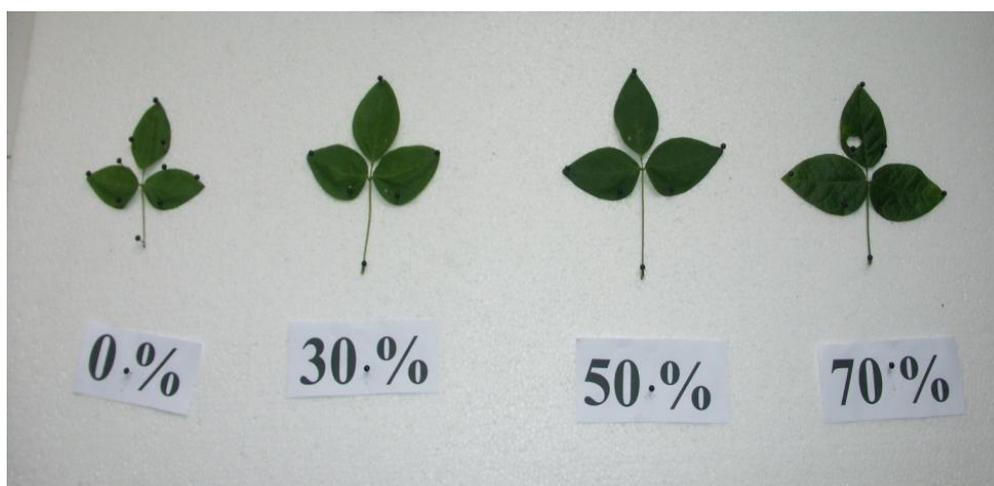
Anexo 4. Bloco experimental constituído pelos níveis de sombreamento durante a seca.



Anexo 5. Aumento foliar do kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) em função dos níveis de sombreamento.



Anexo 6. Aumento foliar no macrotiloma (*Macrotyloma axillare*) em função dos níveis de sombreamento.



Anexo 7. Aumento foliar da soja perene (*Neonotonia wightii*) em função dos níveis de sombreamento.

