

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Estabelecimento de Leguminosas em Pastagens de *Brachiaria humidicola*: Variações Sazonais de Atributos do Dossel Vegetativo

Roberta Cristiane Ribeiro

2006



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

ESTABELECIMENTO DE LEGUMINOSAS EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola*: VARIAÇÕES SAZONAIS DE ATRIBUTOS DO DOSSEL VEGETATIVO

ROBERTA CRISTIANE RIBEIRO

Sob a Orientação do Professor
Roberto Oscar Pereyra Rossiello

e Co-orientação do Professor
João Batista Rodrigues de Abreu

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.

Seropédica, RJ
Setembro de 2006

633.202

R484e

T

Ribeiro, Roberta Cristiane, 1974 -
Estabelecimento de leguminosas em
pastagens de Brachiaria humidicola:
variações sazonais de atributos do dossel
vegetativo / Roberto Cristiane Ribeiro. -
2006.

52 f. : il.

Orientador: Roberto Oscar Pereyra
Rossiello.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Zootecnia.

Bibliografia: f. 45-52.

1. Pastagens - Manejo - Teses. 2.
Leguminosa - Teses. 3. Brachiaria -
Teses. 4. Cultivo consorciado - Teses. 5.
Cultivos de cobertura - Teses. I.
Rossiello, Roberto Oscar Pereyra, 1948-.
II. Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Instituto de Zootecnia. III.
Título.

Bibliotecário: _____

Data: ___/___/___

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

ROBERTA CRISTIANE RIBEIRO

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 ___/09/2006.

Roberto Oscar Pereyra Rossiello. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Bruno José Rodrigues Alves. Dr. EMBRAPA AGROBIOLOGIA

Robert de Oliveira Macedo. Dr. EMBRAPA GADO DE LEITE

DEDICATÓRIA

Em especial:

*Aos meus queridos e amados pais, Neide e Osvaldo, por todo amor e companheirismo,
esperança e apoio que me dedicaram durante toda a minha vida.
Ao meu grande amor e companheiro Élio que me apoiou e me ajudou a procurar o melhor
caminho para conseguir alcançar o meu objetivo.*

E,

*ao meu irmão Yuri e aos meus avós Yoshinori e Santa, que de uma maneira indireta
contribuíram para minha formação superior.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela fé e esperança e por iluminar meus caminhos

Ao Prof. Dr. Roberto Oscar Pereyra Rossiello, meu orientador por sua exigente e valiosa orientação, além de sua credibilidade, apoio, ensinamento transmitido, e principalmente pelo carinho e amizade adquiridos. A sua esposa Iracema pela paciência, carinho e receptividade.

À minha mãe Neide e meu pai Osvaldo pelo amor, incentivo de vencer na vida, e principalmente pela vitória alcançada, sem vocês eu não estaria aqui hoje.

Ao meu grande companheiro e amigo Élio Barbieri Junior que foi fundamental para que eu não desistisse do meu sonho.

Ao professor João Batista que me orientou desde a graduação e me incentivou a prosseguir no meio acadêmico.

Ao grande amigo Josué, pela amizade, incentivo e por sempre estar por perto nos momentos difíceis.

Ao Robert de Oliveira Macedo, um grande amigo que não mediu esforços de me ajudar mesmo distante.

Aos meus grandes amigos Mariah e João Hansen pela amizade e a chance de sonhar.

Ao meu irmão Yuri, que apesar da distância sempre esteve perto.

Ao amigo Dudu por ter ajudado em várias etapas deste trabalho.

Ao casal Silvana e Cleber pelo apoio e amizade nos momentos mais importantes durante esta jornada.

Aos funcionários Betinho, Beth, Nori que sempre estiveram dispostos a ajudar, principalmente ao solícito e amigo Frank Mário Sarubi.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia Pedro Timóteo e Valdecir que para mim foram muito mais que amigos.

Aos funcionários do laboratório de Bromatologia Zootécnica Marquinhos e Emanuel, por sempre estarem dispostos a me ajudar.

Aos amigos Érico, Adilson e Rafael Pavesi pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Aos pesquisadores Jorge Jacob, Carlo Alberto Varella e Sérgio Trabali que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao professor Higino Marcos Lopes e a funcionária Elania do Departamento de Fitotecnia, pela contribuição fundamental ao meu trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Instituto de Zootecnia.

Ao Departamento de Nutrição Animal e Pastagens pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho

RESUMO

RIBEIRO, Roberta Cristiane. **Estabelecimento de Leguminosas em Pastagens de *Brachiaria humidicola*: Variações Sazonais de Atributos do Dossel Vegetativo**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

Como forma de melhorar os índices agronômicos e zootécnicos de desempenho das pastagens cultivadas sobre solos do Estado do Rio de Janeiro, existe a necessidade de maiores estudos para avaliar o impacto da introdução de leguminosas forrageiras nesses ecossistemas. Visando contribuir nessa direção, foi instalado um experimento objetivando pesquisar os efeitos de diferentes métodos de introdução de leguminosas forrageiras numa pastagem de gramínea forrageira em monocultura. A hipótese de trabalho foi a de que tratamentos de natureza química ou mecânica que reduzam o crescimento da gramínea estabelecida, terão efeitos favoráveis sobre o estabelecimento e persistência da leguminosa. O trabalho foi realizado na área experimental de Forragicultura, no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, durante o período de novembro de 2003 a abril de 2005. As leguminosas estudadas foram estilosantes cv. Campo Grande e desmódio (*Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela), instaladas sobre pastagem de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt. Os métodos de introdução comparados foram: *i*) herbicida dessecante (Glyphosate, 0,75%, V/L), um dia antes do plantio; *ii*) roçada: rebaixamento da gramínea, com corte mecânico *iii*) plantio em sulcos e; *iv*) preparo do solo com uso de enxada rotativa, empregando-se um desenho de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. O crescimento das leguminosas nos diversos dosséis formados após a instalação dos tratamentos, foi acompanhado através de contagem do número de plantas e da altura das plantas, estimativas de frequência, absoluta e relativa, de gramínea e leguminosa no relvado, e o Índice de Área Foliar. Em conjunto, foram feitas avaliações de interceptação de radiação fotossinteticamente ativa e grau de cobertura dos dosséis do consórcio. A contribuição da leguminosa à produção da massa de forragem, verde e seca, foi feita através de cortes, aos 157 e 430 dias após a semeadura. O consórcio com estilosantes cv. Campo Grande não prosperou, devido ao fracasso na germinação e ou emergência das plântulas da leguminosa. Em contraste, no caso do consórcio entre a braquiária e o desmódio, a hipótese inicial foi plenamente confirmada, uma vez que todos os métodos de introdução permitiram o estabelecimento e permanência da leguminosa na pastagem. Especificamente, para este consórcio, foi concluído que para fomentar uma rápida cobertura do solo, os tratamentos mais indicados são a enxada rotativa e a roçada, enquanto que para harmonizar o consórcio, resguardando a persistência de ambos componentes, os plantios em sulco e uso de herbicida foram às alternativas mais interessantes.

Palavras-chave: Área foliar. Consorciação. Índice de cobertura vegetal. Radiação fotossinteticamente ativa.

ABSTRACT

RIBEIRO, Roberta Cristiane. **Establishment of Legume in Pastures of *Brachiaria humidicola*: Seasonal Changes of Attributes of the Sward**. 2006. 52p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

In the way to improve the agronomic indexes and animal science of acting in the pastures cultivated on State of Rio de Janeiro soils, it's needing a deeper studies to evaluate the impact of forage legumes in those ecosystems introduction. Seeking to contribute in that direction, an experiment was installed aiming at research the effects with different introduction methods of forage legumes in a pasture forage grass in monoculture. The work hypothesis was the treatments of nature chemical or mechanical that reduces the growth in the established grass, will have favorable effects on the establishment and persistence forage legume. The work was accomplished in the experimental field of Forage study, in the Institute animal science, the Universidade Federal Rural of Rio de Janeiro, from November/2003 to Abril/2005. The studied forage legumes were estilosantes cv. Campo Grande and desmódio (*Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela), installed into grass pasture of *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt. The introduction methods compared were: *i*) herbicide (Glyphosate, 0,75%, V/L), one day before the planting; *ii*) with grass mechanical cut; *iii*) planting in furrows and; *iv*) prepare soil with use of harrowing, being used a design was a randomized block, with four repetitions. The growth of the forage legumes in the several swards formed after the installation of the treatments, it was accompanied through count of the plants number and plants height, frequency estimates, absolute and relative, of grass and legume in the sward, and the Index of Leaf Area. Together, they were made evaluations of interception photosynthetically active radiation and degree of covering of the sward mixed pasture. The contribution forage legume to the production forage mass, green and dry, was done through cuts, to the 157 and 430 days after seeding. The mixed with estilosantes cv. Campo Grande didn't prosper, due the failure in the germination and or plants emergency of the forage legume. In contrast, in the mixed case between the braquiária and the desmódio specie, the initial hypothesis was confirmed fully, once all the introduction methods allowed the establishment and permanence forage legume in the grass pasture. Specifically, for this associate, it was ended that to foment a fast covering of the soil, the most suitable treatments are the harrowing and weeds (mechanical cut), while to harmonize his associate, protecting the persistence of both components, the plantings in furrow and herbicide use was the most interesting alternatives.

Key word: Active radiation. Leaf area. Photosynthetically. Plant cover index.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1.	Resultados da análise de fertilidade do solo da área experimental, sob pastagem de <i>B. humidicola</i> . Amostragem em outubro de 2003.....	10
Tabela 2.	Datas de amostragens de alguns parâmetros descritivos da estrutura da pastagem consorciada de <i>B. humidicola</i> e <i>D. ovalifolium</i>	15
Tabela 3.	Modelo de análise de variância utilizado, considerando-se quatro tratamentos, duas época de coletas dentro de tratamento, quatro blocos e duas repetições por bloco.....	21
Tabela 4.	Níveis de significação estatística (teste F) para as análises de variância de características medidas ou estimadas no experimento de consorciação entre <i>B. humidicola</i> e <i>D. ovalifolium</i> , e o número de amostragens (épocas de coleta) de cada variável.....	26
Tabela 5.	Número da plantas de <i>D. ovalifolium</i> estabelecidas em consórcio com <i>B. humidicola</i> , em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em três épocas de amostragem, no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	27
Tabela 6.	Altura de plantas de <i>D. ovalifolium</i> estabelecidas em consórcio com <i>B. humidicola</i> , em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em três épocas de amostragem, no período abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	29
Tabela 7.	Coefficientes de correlação de Pearson, entre o n° de plantas de <i>D. ovalifolium</i> (NPL) e frequência absoluta ou relativa de espécies (FA ou FR), dentro do consórcio de <i>B. humidicola</i> com <i>D. ovalifolium</i> , em três épocas de coleta.....	33
Tabela 8.	Frequência absoluta (%) de <i>D. ovalifolium</i> , em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa em uma pastagem de <i>B. humidicola</i> , em três épocas de amostragem durante período abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	33
Tabela 9.	Frequência absoluta (%) de plantas de <i>B. humidicola</i> , após a introdução de plantas de <i>D. ovalifolium</i> na pastagem, em função de consorciação, em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	34
Tabela 10.	Frequência relativa (%) de <i>D. ovalifolium</i> , em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	34
Tabela 11.	Frequência relativa (%) de <i>B. humidicola</i> em 4 m ² , em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	35

Tabela 12.	Variação sazonal do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) de uma pastagem consorciada de <i>B. humidicola</i> – <i>D. ovalifolium</i> , para quatro métodos de introdução da leguminosa. Maio de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	36
Tabela 13.	Índice de área foliar da gramínea <i>B. humidicola</i> consorciada com <i>D. ovalifolium</i> , em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em duas épocas de amostragem. Maio de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	37
Tabela 14.	Índice de área foliar da leguminosa consorciada com em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em duas épocas de amostragem. Maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	37
Tabela 15.	Produção de massa verde de uma pastagem consorciada de <i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i> , em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	39
Tabela 16.	Produção de massa verde da leguminosa <i>D. ovalifolium</i> , cultivada em consórcio com <i>B. humidicola</i> em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	39
Tabela 17.	Massa verde da gramínea <i>B. humidicola</i> (kg/m ²), em duas épocas de coleta, no período de maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	41
Tabela 18.	Produção de massa seca de uma pastagem consorciada de <i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i> , observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	40
Tabela 19.	Produção de massa seca da leguminosa <i>D. ovalifolium</i> , observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	41
Tabela 20.	Produção de massa seca da gramínea <i>B. humidicola</i> , observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	41
Tabela 21.	Produção de massa seca foliar leguminosa <i>D. ovalifolium</i> , observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	42
Tabela 22.	Tabela 22. Produção de massa seca foliar da gramínea <i>B. humidicola</i> , observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.....	42
Tabela 23.	Matéria seca da liteira do consórcio de <i>B. humidicola</i> com <i>D. ovalifolium</i> , durante os meses de fevereiro a abril de 2005. Seropédica, RJ.....	43

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.	Disposição dos blocos e parcelas na área experimental.....	11
Figura 2.	Dimensões da unidade experimental.....	12
Figura 3.	Vista das parcelas experimentais do consórcio <i>B. humidicola-D. ovalifolium</i> , instalado em Planossolo. Seropédica, RJ, dezembro de 2004.....	12
Figura 4.	Detalhe da preparação das parcelas experimentais para plantio: enxada rotativa em ação.....	14
Figura 5.	Determinação da frequência das espécies consorciadas, usando-se o método das interseções (pontos).....	16
Figura 6.	(A). Exemplo de imagem recortada, correspondente a uma parcela do consórcio com <i>D. ovalifolium</i> , mostrando predominância de leguminosa em relação à gramínea. B). Imagem classificada: as áreas escuras correspondem a solo descoberto e/ou solo coberto com palha, e as áreas claras, à vegetação verde. O Índice de cobertura verde, neste exemplo, é igual a 0,47.....	17
Figura 7.	Relação área/massa do papel vegetal usado na determinação do IAF.....	18
Figura 8.	Impressão (dos folíolos de uma folha composta de <i>D. ovalifolium</i> , sobre papel; B). A impressão foi recortada, e as peças colocadas sobre fundo negro para acentuar o contraste. Repare nas nervuras foliares, claramente reproduzidas.....	18
Figura 9.	Equações de regressão da massa sobre a área foliar, correspondente à primeira amostragem. As pendentes das retas são as estimativas da área foliar específica (AFE) para cada espécie. A). <i>B. humidicola</i> , B). <i>D. ovalifolium</i>	19
Figura 10.	Valores das médias mensais das temperaturas mínimas e máximas do ar, e da precipitação pluviométrica, registradas durante o período experimental (dezembro 2003/abril 2005). Dados registrados na Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO-RJ (22° 46' S; 43° 41' W).....	23
Figura 11.	Valores de insolação (média mensal), registrados no campo experimental entre os meses de dezembro de 2003 e abril de 2005.....	24
Figura 12.	Relação exponencial entre a altura do dossel, de um consórcio <i>D. ovalifolium-B. humidicola</i> , e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no mesmo. Os dados correspondem ao tratamento de introdução da leguminosa através de plantio em sulcos, e foram obtidos em 24 de abril de 2004, entre 11:30 e 12:00 horas. Em destaque: altura média da	

	leguminosa no dossel = 0,23 m (Tabela 6); interceptação de RFA (calculada) pela leguminosa: 19% da incidência no topo do dossel. Os pontos medidos (topo, intermédio e solo) são valores médios de oito repetições.....	28
Figura 13.	Relação entre a altura do dossel, de um consórcio <i>D. ovalifolium</i> - <i>B. humidicola</i> , e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no mesmo. Os dados correspondem ao tratamento de introdução da leguminosa através da aplicação de herbicida dessecante. A) medições feitas em 24/04/2004 (Coleta 1, 126 DAP). Em destaque: altura média da leguminosa no dossel = 0,24 m; Interceptação de RFA (calculada): 18%. B) medições feitas em 12/12/2004 (Coleta 2, 362 DAP). Em destaque: altura média da leguminosa no dossel = 0,42 m; Interceptação de RFA (calculada): 48,6%. Os pontos medidos (topo, intermédio e solo) são valores médios de oito repetições.....	31
Figura 14.	Correlação linear simples (Pearson) entre a altura e número de plantas de <i>D. ovalifolium</i> , aos 12 meses pós-plantio da leguminosa, numa pastagem de <i>B. humidicola</i> . Cada agrupamento de pontos corresponde a um método de introdução, com oito repetições.....	32
Figura 15.	Relação entre o Índice de Cobertura Vegetal e o Índice de Área Foliar, do consórcio de <i>B. humidicola</i> e <i>D. ovalifolium</i> . O valor do IAF representa a soma dos da gramínea e da leguminosa.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 As Pastagens e o Nitrogênio.....	4
2.2 Os Consórcios Gramínea-Leguminosa	5
2.3 Considerações Sobre Estabelecimento.....	5
2.3.1 Estabelecimento sem cultivo mecânico.....	6
2.3.2 Estabelecimento com emprego de implementos agrícolas.....	6
2.4 Considerações sobre a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).....	7
2.5 Considerações Sobre Persistência.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Localização da Área Experimental.....	9
3.2 Características Edafoclimáticas do Local.....	9
3.3 Antecedentes de Estudos na Pastagem.....	9
3.4 Delineamento Experimental.....	10
3.5 Aplicação de Calcáreo e Outras Atividades Pré-Plantio.....	13
3.6 Adubação e Plantio.....	13
3.7 Tratamentos.....	13
3.8 Variáveis Estudadas.....	14
3.8.1 Número de leguminosas por linha.....	14
3.8.2 Altura de plantas.....	14
3.8.3 Freqüência.....	15
3.8.4 Cobertura verde.....	16
3.8.5 Índice de Área Foliar.....	17
3.8.6 Radiação fotossintética ativa.....	19
3.8.7 Matéria seca total e de cada componente do consórcio.....	20
3.8.8 Liteira.....	20
3.9 Análises Estatísticas.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 O Ambiente de Crescimento da Pastagem: Condições Climáticas.....	22
4.2 Consórcio Braquiária-Estilosantes.....	23
4.3 Consórcio Braquiária-Desmódio.....	25
4.3.1 Número de plantas.....	26
4.3.2 Altura de plantas.....	29
4.3.3 Freqüência.....	31
4.3.4 Índice de cobertura vegetal.....	35
4.3.5 Índice de área foliar.....	36
4.3.6 Massa verde.....	38
4.3.7 Massa seca (parte aérea).....	39
4.3.8 Massa seca (Folhas e Liteira).....	41
5 CONCLUSÃO.....	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, estimado em 160 milhões de cabeças (NAKAMAE & PASTRELLO, 2004). A grande maioria desse rebanho é criada de maneira extensiva, tendo o pasto como principal ou único recurso alimentar. Neste sistema, a alimentação básica dos animais é obtida do pastejo de espécies vegetais nativas ou cultivadas, as quais ocupam, 185 milhões de hectares.

As gramíneas forrageiras cultivadas mais importantes em uso foram introduzidas da África, predominando espécies do gênero *Brachiaria* e em menor proporção de *Panicum* e *Andropogon* (MACEDO, 1995).

De modo geral, se devidamente manejadas e adubadas, essas pastagens podem apresentar boa persistência e inclusive elevar o seu nível de produtividade, permanecendo sustentáveis por muitos anos. Entretanto, o mais freqüente é que, alguns anos após a sua instalação, os pastos comecem a evidenciar uma queda no vigor, com perda progressiva de sua capacidade produtiva, dando início assim a um processo conhecido como “degradação de pastagens”.

Estimativas várias indicam que mais da metade dos pastos estabelecidos nas principais regiões pastoris do Brasil, encontram-se degradados ou com algum grau de degradação, causando sérios prejuízos econômicos e sociais nas regiões dependentes da pecuária leiteira e de corte.

Embora não exista um consenso sobre as causas da degradação de pastagens, o processo parece estar relacionado, principalmente, com problemas devidos à superlotação e ao declínio na fertilidade dos solos, principalmente pela deficiência em nitrogênio (N). Aparentemente, a alta relação carbono / nitrogênio (C/N) da liteira das gramíneas, favorece a imobilização, e causa uma ciclagem muito lenta do N inorgânico, comprometendo a disponibilidade do nutriente para as plantas.

Sendo assim, a reversão da degradação das pastagens implica, entre outras medidas, no estabelecimento de estratégias de reposição dos nutrientes em deficiência. Sabe-se que o aumento da disponibilidade de N nos ecossistemas pastoris, pode ser obtido pela aplicação de fertilizantes nitrogenados, ou pela consorciação das gramíneas com leguminosas forrageiras, dada a capacidade dessas plantas para fixar biologicamente o N₂ atmosférico. Todavia, os altos requerimentos desse nutriente por parte das gramíneas forrageiras, aliado à enorme área cultivada, são fatores que inviabilizam, economicamente, uma estratégia de recuperação baseada exclusivamente no uso de adubação de origem industrial. Já o uso de pastagens consorciadas, entre gramíneas e leguminosas, supõe uma via biológica de introdução de N no sistema produtivo, através dos mecanismos de transferência do N₂ atmosférico fixado.

A consorciação reduz o tempo de reciclagem do N no solo, favorecendo, assim, a produtividade e a sustentabilidade das pastagens. Atributos forrageiros da gramínea associada, como vigor de rebrota, valor nutritivo e capacidade de suporte são acentuados, pela transferência do N fixado pela leguminosa, principalmente, através da reciclagem dos resíduos vegetais (liteira). Além dessa forma indireta de repasse, a produtividade animal pode aumentar diretamente, em virtude da melhoria da dieta (maior teor protéico da leguminosa). Em adição, o pasto consorciado com leguminosas apresenta uma maior produção anual e melhor qualidade da forragem em oferta, devido a tolerância à seca que mostram algumas das espécies de leguminosas usadas em consórcio, e que lhes permite manter folhas verdes ao início da estação seca.

Todavia, todos esses inegáveis benefícios, que apontam na direção do aumento da rentabilidade e da sustentabilidade das pastagens consorciadas, poucas vezes são efetivamente

realizados, como atesta o fato de que a utilização de leguminosas nas pastagens brasileiras continua insignificante. Várias razões poderiam justificar esse fato, incluindo as tentativas fracassadas no passado, mas atualmente a visão predominante é que a não adoção dessa tecnologia está na baixa persistência das leguminosas tropicais nas pastagens. Tal fato, realmente pode vir a desencorajar até a continuidade das pesquisas necessárias ao lançamento de novos materiais, conforme observação de PEREIRA (2002).

Tanto o estabelecimento quanto a persistência de uma dada leguminosa, em uma dada localidade, sob condições edafoclimáticas potencialmente estressantes, são dois processos naturalmente complexos, e ainda mais quando ocorrem em um relvado dominado por uma gramínea previamente estabelecida.

Na verdade, sabe-se mais dos fatores que limitam ou prejudicam a convivência entre as espécies em tal situação, do que aquelas que a favorecem. Com efeito, há bastante tempo que se sabe que as famílias *Poaceae* e *Leguminosae* possuem características morfológicas, anatômicas, e fisiológicas diferenciais, que tornam difícil o seu desenvolvimento em conjunto. Uma diferença básica radica na eficiência fotossintética, uma vez que as leguminosas possuem a via C_3 (ciclo fotossintético de fixação de carbono), enquanto que as gramíneas tropicais são do tipo C_4 , o que determina maiores taxas de crescimento nas monocotiledôneas. Da mesma forma, a pesquisa tem identificado e contrastado diferenças em morfogênese, exigências nutricionais, palatabilidade relativa, adaptação a pressões bióticas e abióticas, e outras.

Todavia, há comparativamente menos conhecimento acumulado sobre as características estruturais, morfogenéticas, tróficas, etc. que estão envolvidas nos mecanismos de persistência, tanto no referente a sua localização como a seu modo de atuação. Nessa direção, a pesquisa tem se movido mais lentamente, havendo carência de estudos relativos a aspectos ecológicos e ecofisiológicos da pastagem e do pastejo em consórcios gramínea-leguminosa.

Dado o lento estabelecimento da leguminosa em relação à gramínea, a pesquisa tem dado atenção a aspectos como a forma e o momento do plantio da leguminosa, visando favorecer o seu crescimento inicial. A consideração desse aspecto é de bastante relevância, podendo decidir sobre o sucesso ou não da consorciação especialmente quando as leguminosas forem introduzidas sobre pastagens de gramíneas forrageiras já existentes.

Atualmente, vários grupos de pesquisa vêm desenvolvendo estudos sobre essa temática, já tendo sido realizados estudos em várias regiões do país. Entretanto, para os Planossolos do Estado do Rio de Janeiro, onde o uso da *Brachiaria humidicola* apresenta vantagens adaptativas, não existem ainda estudos mais específicos que contemplem a associação dessa gramínea com leguminosas forrageiras. Entre as leguminosas forrageiras tropicais, o *Desmodium ovalifolium* vem ocupando um lugar de destaque por apresentar associações estáveis com gramíneas. A outra leguminosa estudada, a estilosa cv. Campo Grande foi escolhida em função dos seus vários atributos positivos, entre os quais, produtividade, persistência sob pastejo, em consórcio com *B. decumbens*, resistência à antracnose, alta ressemeadura natural, e boa capacidade de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).

Baseado nesse contexto, estruturou-se a presente pesquisa, assumindo-se a hipótese de que tratamentos de natureza química ou mecânica que visem à redução do ritmo de crescimento da gramínea estabelecida terão efeitos favoráveis sobre o estabelecimento e persistência da leguminosa no consórcio. Esta hipótese está fundamentada na existência de relações competitivas entre as espécies, por fatores de crescimento como luz, nutrientes e disponibilidade hídrica. Portanto, processos ou tratamentos culturais que retrasem o crescimento da gramínea em consórcio com a leguminosa, favorecerão esta última, por melhorar as suas chances competitivas.

Para testar essa hipótese, foi instalado um experimento, cujo objetivo geral foi o de avaliar a efetividade de quatro métodos de introdução de leguminosas, numa pastagem estabelecida de *B. humidicola*.

Por sua vez, constituíram-se os seguintes objetivos específicos:

a) Pesquisar o efeito de quatro métodos de introdução de leguminosas (plantio em sulcos, corte mecânico com roçadeira, uso de herbicida dessecante e preparo do solo com enxada rotativa) sobre o estabelecimento inicial das leguminosas *D. ovalifolium* e estilosantes cv. Campo Grande numa pastagem de *B. humidicola* estabelecida sobre Planossolo da região da Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro;

b) Acompanhar as flutuações sazonais nas populações da gramínea e da leguminosa, através de indicadores de tamanho (densidade e altura de plantas) e distribuição espacial (frequência absoluta e relativa) das espécies consorciadas, analisando ainda as possíveis associações entre os vários indicadores;

c) Estimar a contribuição de cada um dos componentes do consórcio para a cobertura vegetal;

d) Determinar e os padrões de competição por interceptação e utilização da irradiância fotossintética, entre as espécies consorciadas;

e) Obter indicadores de produtividade dos consórcios, ao final do primeiro ano de instalação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 As Pastagens e o Nitrogênio

Não é novidade dizer que a produção de ruminantes, nos trópicos, é dependente, quase exclusivamente, das pastagens (ZIMMER & EUCLIDES, 2000). Quase a metade da área ocupada por pastagens corresponde a monoculturas de gramíneas melhoradas, principalmente espécies do gênero *Brachiaria*. Apesar da boa adaptabilidade mostrada por essas pastagens, evidenciada pelo elevado vigor e alta produção de fitomassa nos primeiros anos de implantação, observa-se, com o passar dos anos, um processo de declínio da produtividade vegetal. Degradação das pastagens é o nome dado ao processo (MACEDO, 1995), indicativo de que o atual manejo dessas pastagens não é sustentável (OLIVEIRA, 2000).

Embora não exista ainda consenso sobre as razões causais da degradação, sabe-se que o mesmo encontra-se associado, entre outros, a fatores como mau manejo, excesso de lotação e não adoção de práticas conservacionistas da sustentabilidade das pastagens, especialmente a não reposição dos nutrientes extraídos do sistema (BODDEY *et al.*, 1993; ZIMMER & CORREA, 1999).

Alguns estudos sugerem que as pastagens perenes podem acumular anualmente, grande quantidade de carbono no seu sistema radicular. Como a decomposição das raízes e a deposição da liteira são as principais vias de ingresso da matéria orgânica ao solo, acredita-se que deva existir uma relação entre a degradação do sistema solo-planta e a redução na quantidade de carbono orgânico que anualmente é reciclado via sistema radicular (BRASIL *et al.*, 2004). URQUIAGA *et al.* (1998) sugeriram que o declínio da produtividade das pastagens após alguns anos, pode resultar de uma ciclagem muito lenta de uma grande fração da massa radicular, conduzindo à conservação ou acumulação de carbono no solo, mas em contrapartida, aumentando a imobilização do N mineral, e por essa via, reduzindo drasticamente a sua disponibilidade para as plantas forrageiras. BODDEY *et al.* (1999) mostraram, em experimentos conduzidos no extremo sul da Bahia, que a reciclagem de N através da liteira da pastagem de *B. humidicola* pura ou em consorciação com *D. ovalifolium* foi reduzida conforme aumentou a taxa de lotação (2, 3 ou 4 animais /ha), sugerindo que a deficiência nutricional (especialmente de N), provocada por altas pressões de pastejo seja um importante fator indutor do declínio da pastagem. Também, notaram que enquanto a introdução da leguminosa não aumentou significativamente o ganho de peso vivo animal, houve um grande efeito benéfico sobre as reservas de N do solo. Em relação a este último aspecto, WERNER (1984) e SANZONOWICZ *et al.* (1987) apontaram a baixa disponibilidade de N no solo, como uma das principais causas da degradação das pastagens, o qual têm ensejado recomendações de adubação tendentes a aumentar a oferta de nutrientes disponíveis às pastagens (GOMIDE, 1985; MATTOS *et al.*, 1986; PAULINO *et al.*, 1995; MILES *et al.*, 1996; CANTARUTTI *et al.*, 2002).

O aumento dos níveis do N mineral disponível às plantas pode ser obtido através de fontes químicas ou biológicas. Embora o N oriundo de cada uma dessas fontes tenha o mesmo valor biológico do ponto de vista da nutrição das forrageiras (JARVIS *et al.*, 1995) a utilização das formas químicas do N, principalmente sob a forma de adubos industriais nitrogenados, sofre restrições, em primeiro lugar, econômicas. Estas se ligam ao alto custo dos adubos nitrogenados, que reflete os dos componentes de sua síntese industrial, obtidos a partir do petróleo (DÖBEREINER, 1997; ANDRADE & KARIA, 2000). Então, considerando-se a extensão territorial das pastagens existentes e o seu nível de degradação (DE FARIA *et al.*, 1997), assim como a linearidade da resposta das gramíneas forrageiras a altas doses de N (FERNANDES & ROSSIELLO, 1986; MARTHA-JUNIOR *et al.*, 2004), parece razoável

concluir que o uso regular de adubos nitrogenados não pode ser concebido como uma solução geral ou exclusiva para o problema da conservação produtiva dos recursos forrageiros do país.

2.2 Os Consórcios Gramínea-Leguminosa

O reconhecimento do N como principal nutriente das gramíneas, é de caráter universal (RUSSELLE, 1992; HUMPHREYS, 1995). Por essa razão, a idéia de usar o potencial de fixação biológica do nitrogênio (FBN) associado a leguminosas como trevos (*Trifolium* spp.), alfafa (*Medicago sativa*) em consórcio com gramíneas forrageiras anuais ou perenes como azevém (*Lolium* spp.) ou festucas (*Festuca* spp.), há bastante tempo foi desenvolvida em ambientes de pecuária de clima temperado, particularmente na Austrália e Nova Zelândia (JARVIS *et al.*, 1995; HODGSON & SILVA, 1999).

No que diz respeito ao Brasil, o tema da introdução de leguminosas forrageiras tem sido abordado constantemente nos eventos técnico-científicos de pastagens e adubos verdes (ALVES & MEDEIROS, 1997), e as vantagens da utilização de consórcios formados por gramíneas e leguminosas são bastante conhecidas entre pesquisadores, extensionistas, e alguns estratos de produtores (PEREIRA, 2001). Ainda de acordo com PEREIRA (2001), a comparação entre a produtividade de pastagens consorciadas e adubadas com N mineral é uma preocupação que remonta o princípio das pesquisas com forrageiras. Embora esta alternativa tenha o atrativo da sua competitividade frente à opção da fertilização química, tanto em termos econômicos como agroecológicos (conservação do N e da matéria orgânica do solo), deve ser observado que os resultados obtidos ao presente, são ainda objetos de certa controvérsia (PEREIRA, 2001). Segundo opinião de alguns pesquisadores da área, isto retrotrae a discussão a mais de três décadas atrás. Com efeito, durante a década de 70, na América Latina buscou-se estimular a produção pecuária, através de planos de incentivo à instalação de pastagens consorciadas, a partir de investimentos governamentais suportados por agências de fomento internacionais. Neste contexto, houve pouca preocupação com a origem dos cultivares a serem utilizadas nos projetos. Esses cultivares foram desenvolvidos, em geral, para solos de alta fertilidade e sob condições ambientais totalmente diversas. Conseqüentemente, com a falta de conhecimento técnico dessas espécies, houve o inevitável fracasso desses projetos (ROLON & PRIMO, 1979). Numa recente avaliação do assunto, NASCIMENTO-JUNIOR *et al.* (2003) observaram que o fracasso dessas tentativas anteriores da introdução de consorciações gramínea-leguminosa, ainda hoje restringem a sua utilização no Brasil.

Dado o interesse do presente trabalho, a seguir, serão feitas considerações mais específicas sobre três aspectos da consorciação gramínea-leguminosa: *i*) estabelecimento, *ii*) fixação biológica de nitrogênio e *iii*) persistência da leguminosa na pastagem.

2.3 Considerações Sobre Estabelecimento

É notório que, tanto a formação de pastagens exclusivas de gramíneas, quanto às consorciadas com leguminosas, não tem recebido dos produtores a mesma atenção dada aos cultivos agrícolas (PEREIRA, 2001). Esta situação de má formação das pastagens, (ZIMMER & CORREA, 1993), é um fator importante, pois agrava ainda mais o efeito dos estresses edafoclimáticos, a ausência de técnicas apropriadas e a menor velocidade inicial de estabelecimento da leguminosa, aumentando a susceptibilidade aos agentes bióticos, principalmente na introdução sobre pastagem de gramínea já estabelecida. A não consideração das inter-relações entre as duas espécies envolvidas no consórcio, poderá resultar em erros na adoção de práticas de manejo durante sua implantação. Essas falhas podem levar ao fracasso do sistema, sendo, portanto, de vital importância o conhecimento de técnicas adequadas de estabelecimento de pastagens consorciadas (PEREIRA, 2001). Nesse contexto, uma questão

básica é que, para se obter o sucesso do estabelecimento, o manejo adotado deve propiciar a diminuição do crescimento da gramínea, dando assim condições favoráveis para que a leguminosa se estabeleça (CARVALHO, 1980).

Entre os vários métodos de estabelecimento, podem ser distinguidos aqueles que preconizam alguma movimentação do solo e, conseqüentemente da vegetação e aqueles em que o solo permanece intacto e apenas a vegetação existente sofre algum preparo.

2.3.1 Estabelecimento sem cultivo mecânico

Estes métodos não envolvem a utilização de implementos mecânicos e baseiam-se em controlar a agressividade da gramínea, para que as plântulas recém emergidas de leguminosas tenham melhores chances de competirem por água, luz e nutrientes (LOWE, 1972). O mesmo autor caracteriza os métodos de queima, roçada ou superpastejo antes da semeadura como eficientes na redução da cobertura da gramínea, diminuindo assim o sombreamento para a leguminosa, que também proporcionarão uma razoável sementeira.

ANDRADE & FERREIRA (1981) compararam o estabelecimento das leguminosas *S. humilis*, *S. guianensis*, *Centrosema pubescens* e *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, por meio dos métodos de plantio em sulco, a lanço e em faixa. Relataram que o plantio em faixa foi ligeiramente superior ao de sulco e que ambos foram superiores ao plantio a lanço. Além disso, os autores observaram que apenas o *S. humilis* não persistiu.

Já o método com a aplicação de herbicida, reduziu a competição da vegetação existente, proporcionando um ambiente mais úmido ao redor das plântulas, através da proteção contra a ação direta dos raios solares e dos ventos.

Outro método muito utilizado para diminuir a cobertura vegetal existente, é o superpastejo que, pode ser antes ou após a semeadura da leguminosa (ROBINSON & CROSS, 1961). Conforme LOWE (1972), a entrada dos animais após a semeadura da leguminosa, oferece também a vantagem do enterrio das sementes, por pisoteio, esta prática aumenta a superfície de contato entre a semente e o solo, além de protegê-las contra a ação das intempéries indesejáveis nesta fase inicial (DOWLING *et al.*, 1971).

LOVADINI (1971), comparando três métodos de plantio de soja-perene, concluiu que, embora o plantio em sulcos rasos tivesse possibilitado a ocorrência de maior número de plantas por metro quadrado, a maior produção de massa verde ocorreu no plantio em superfície com leve compactação.

2.3.2 Estabelecimento com emprego de implementos agrícolas

Os tratamentos com aração e a gradagem, têm sido as alternativas mais eficientes para o melhoramento das condições físicas do solo (porosidade, estrutura, taxas de infiltração e capacidade de armazenamento de água), reduzindo, assim, a competição entre as leguminosas estabelecidas e a gramínea existente.

Em um experimento conduzido na Bolívia foram avaliados quatro métodos de preparo do solo (arado de disco, arado de aiveca, gradagem leve e gradagem pesada) na introdução de *Calopogonium mucunoides* em pastagens de *B. decumbens*. Os resultados mostraram que os maiores rendimentos de forragem, foram obtidos com a utilização da aração, embora, todos os métodos avaliados, aumentaram os teores de proteína bruta da forragem (DAZA, 1990).

Em pastagens degradadas de *Hyparrhenia rufa*, SILVA (1974) verificou efeito significativo da grade no estabelecimento de *S. guianensis*, apenas quando esta foi precedida da aplicação de 100 kg de P₂O₅/ha.

DAZA (1990), avaliando o efeito de métodos de preparo de solo na introdução das leguminosas *D. ovalifolium*, *C. mucunoides* e *Pueraria phaseoloides* em pastagens de *B.*

humidicola, conferiu que o revolvimento prévio da gramínea, utilizando gradagens superficiais, propiciou o melhor desenvolvimento de todas as leguminosas introduzidas. Já os resultados apresentados por NORMAN (1961), notaram que a aração ao invés da simples gradagem foi o melhor método para o estabelecimento de *Stylosanthes* ssp. Tal resultado esteve relacionado com a velocidade de recuperação da pastagem natural. No primeiro mês, após a gradagem, a cobertura nativa estava reduzida em 32% enquanto que, após a aração, a redução foi de 79%. No terceiro mês após o plantio da leguminosa, a cobertura original havia aumentado para 84% nas parcelas gradeadas e para apenas 30% nas aradas.

2.4 Considerações sobre a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

Embora a capacidade de FBN das leguminosas utilizadas no presente trabalho, não tenha sido quantificada, esse atributo é central à escolha da leguminosa, uma vez que as quantidades de N transferidas para a gramínea dependem, também, da capacidade de FBN pela leguminosa.

Muitas das leguminosas tropicais transportam o N fixado, dos nódulos até os tecidos da parte aérea, na forma de ureídos, enquanto que o N mineral absorvido do solo, é transportado na forma de nitrato (ALVES *et al.*, 2000). Com base nesse comportamento fisiológico, é possível, através da análise do suco xilemático, quantificar a contribuição da FBN para a leguminosa. Em trabalho realizado no sul da Bahia, ALVES *et al.* (2000) estimaram, utilizando a técnica citada, que a contribuição da FBN para o N total acumulado por plantas de *D. ovalifolium*, inoculadas com estirpe específica de *Bradyrhizobium*, no campo, variou de um mínimo de 33% no mês de julho a um máximo de 52% em janeiro do ano seguinte.

Segundo BARCELOS & VILELA (1994), a capacidade de fornecimento do N promovido pelas leguminosas varia de 40 a 290 kg/ha/ano, e sua grande maioria situa-se entre 70 a 140 kg/ha/ano dos quais apenas 15% a 20% são, de fato, transferidos para as gramíneas associadas.

GONÇALVES & COSTA (1994) estimaram as quantidades fixadas e transferidas de N para seis leguminosas forrageiras tropicais, em experimento realizado em Porto Velho, Rondônia. A maior taxa de FBN foi verificada na consorciação entre *B. humidicola* e *D. ovalifolium* CIAT-350 (154,2 kg/ha/ano), a qual, todavia, não diferiu significativamente da FBN obtida com *S. capitata* CIAT-1019 142,8 kg/ha/ano. Com relação ao N transferido para a gramínea, as maiores quantidades foram fornecidas pelo *S. capitata* CIAT-1097 (46,4 kg/ha/ano) e pela *C. pubescens* CIAT-438 (42,8 kg/ha/ano).

No estudo de VIERA-VARGAS *et al.* (1995), foi quantificada a contribuição da FBN para sete leguminosas forrageiras tropicais e a transferência do N fixado à *B. brizantha* quando em consórcio com *Galactia striata*, *S. guianensis* e um híbrido de *Centrosema*. *S. guianensis* mostrou a mais alta capacidade de FBN, com 75-97 kg N/ha em 97 dias de crescimento, e *P. phaseoloides* e *D. ovalifolium* as menores. Nas pastagens consorciadas, os dados mostraram que até 30% do N acumulado pela *B. brizantha* poderiam ser originários do repasse da leguminosa consorciada, embora os autores fizessem ressalvas aos resultados obtidos em função de possíveis erros decorrentes do uso da técnica de diluição isotópica do ¹⁵N.

O aporte do N fixado pelas leguminosas à pastagem, parece provir dos seguintes mecanismos (TA & FARIS, 1987; RUSSELLE, 1992; VIERA-VARGAS *et al.*, 1995): a) transferência direta de N pela excreção de compostos nitrogenados, a partir de raízes e nódulos; b) decomposição dos tecidos de raízes e nódulos; c) N liberado a partir da decomposição de resíduos de liteira e N lavado das folhas. Além desses caminhos, deve ser adicionada a via animal, decorrente da reciclagem através das fezes e urina. Dessas, a via quantitativamente mais importante, parece ser a reciclagem de resíduos vegetais depositados na superfície do solo (BODDEY *et al.*, 1999; PEREIRA, 2001).

2.5 Considerações Sobre Persistência

Uma das maiores limitantes da fixação de N_2 como fonte de N para pastagens é a baixa persistência da maioria das leguminosas quando em consórcio com as gramíneas tropicais (ANDRADE & FERREIRA, 1981; PERES, 1988; ALVES & MEDEIROS, 1997; ANDRADE & KARIA, 2000; ROSA *et al.*, 2004; HOHNWALD *et al.*, 2005), e que, segundo PEREIRA (2002), por ser um fator tão repetidamente mencionado como causa de fracasso do consórcio, tem se transformado em um dogma entre os pesquisadores que atuam na área.

Em trabalho de revisão, PERES (1988) relacionou 24 itens, representando alguns dos fatores que podem interferir no estabelecimento e na persistência de leguminosas em pastagens consorciadas. A relação, com um reagrupamento dos itens, por afinidade, é a seguinte: 1) adaptação edafoclimática; 2) tolerância ou resistência a estresses abióticos: sombreamento, desfoliação, inundação, seca, fogo e baixas temperaturas; 3) resistência a estresses bióticos: pragas, doenças, herbicidas; 4) exigências nutricionais: conhecimento e correção das deficiências de nutrientes no solo; 5) especificidade de inoculante; 6) densidade e métodos de semeadura; 7) hábito de crescimento; 8) posição e número de pontos de crescimento; 9) habilidade de suportar o pisoteio; 10) longevidade original da coroa da planta; 11) compatibilidade com a espécie consorciada: taxas de crescimento relativa de gramínea e leguminosa; 12) altura máxima da gramínea; 13) intensidade e frequência de cortes; 14) palatabilidade; 15) produção de sementes e regeneração de plântulas; 16) produtividade da leguminosa.

De fato, a relação inclui um conjunto de atributos bastante diversos. Os mecanismos ecofisiológicos responsáveis pela adaptação aos estresses bióticos ou abióticos na fase pós-emergência da planta, cuja disponibilidade de informação é bastante limitada, incluem a expressão e regulação dos genes envolvidos nas respostas a esses desafios ambientais (TAIZ & ZEIGER, 2004). PEREIRA (2002) comentou que o enfoque predominante nos últimos vinte anos, tem sido a seleção de plantas adaptadas a produzirem em solos ácidos e inférteis, com relativa tolerância ao estresse hídrico e pragas.

Outros pontos importantes são os atributos ligados aos processos tróficos do vegetal. Existe atualmente grande interesse na identificação de genótipos eficientes na absorção e utilização de nutrientes, uma vez que tem aumentado a percepção de que uma nutrição mineral inadequada das plantas favorece a degradação das pastagens (MEIRELES, 1999).

Os fatores morfogenéticos são também importantes para a persistência por serem determinantes da recuperação pós-desfolha. A posição do meristema apical e sua localização na biomassa da pastagem condicionam a sua maior ou menor eliminação pelo pastejo (PEREIRA, 2002). Igualmente, a persistência da leguminosa correlaciona-se bem com as suas taxas de crescimento relativo. Contudo, as taxas devem ser relativas em função da gramínea acompanhante, principalmente no que refere a sua interação com os fluxos de radiação direta e difusa, na parte aérea, e com as taxa de crescimento do sistema radicular, em extensão e volume, que regulam a competição por água e nutrientes (BRASIL *et al.*, 2004). As chances de a leguminosa persistir no consórcio, estão fortemente relacionadas com a sua qualidade nutritiva e palatabilidade, que influenciam o seu consumo seletivo por parte do animal em pastejo, embora seja variável em função das estações do ano (LASCANO, 1999). Finalmente, há que considerar ainda os fatores ligados ao sistema de pastejo, que certamente interferirão também na persistência da leguminosa. Nesse sentido, e de uma forma geral, PEREIRA (2002) observou que o pastejo contínuo e o alternado têm favorecido a permanência das leguminosas no consórcio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

2.6 Localização da Área Experimental

O experimento foi conduzido na área experimental de Forragicultura, no Setor de Caprinocultura do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica, RJ (Latitude: 22°46'59'' S, Longitude: 43°40'45'' W e altitude de 33 m).

2.7 Características Edafoclimáticas do Local

O solo da área experimental foi descrito por RAMOS *et al.* (1973), sendo classificado como Hidromórfico Cinzento Distrófico, a moderado, textura média, Série Ecologia, que no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), corresponde ao Planossolo Háptico. Tratam - se de solos que apresentam absoluto predomínio de areias nos primeiros 0,5-0,7 m do perfil (Areia grossa = 60-65%; Areia fina: 30-25%; e Argila total < 4%). A partir dessa profundidade ocorre um horizonte B_{tx} de textura barro-argilo-arenosa, e estrutura maciça e dura quando seca, e friável quando úmida (fragipã). Dadas tais propriedades físicas, a capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais é muito baixa e a altura do lençol freático oscila sazonalmente (RAMOS *et al.*, 1973).

O clima da região é caracterizado como quente e úmido no verão, sem invernos pronunciados, e muito secos. Este tipo climático, embora não corresponda exatamente ao clima de savanas, enquadra-se no tipo Aw da classificação de Köppen. Os dados agrometeorológicos diários, relativos temperatura do ar, chuvas, umidade relativa e nebulosidade do presente experimento foram obtidos junto ao Posto da Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO-RJ, situada a aproximadamente 1,5 Km da área experimental, e são apresentados no início da seção de Resultados e Discussão (página 22).

2.8 Antecedentes de Estudos na Pastagem

A pastagem de *B. humidicola* foi estabelecida em 1985, e desde a sua implantação até agosto de 2002, não há registro de aplicação de adubos ou corretivos na mesma. Eventualmente, até esse ano, foram realizados cortes ou queimas, como prática de renovação da pastagem após o período seco. Em relação ao seu uso, a pastagem tem sido pastejada por bovinos e mais freqüentemente por caprinos (Prof. J.B.R. de ABREU, IZ/ UFRRJ, comunicação pessoal).

A partir de 1997, iniciaram-se pesquisas sobre o sistema radicular da pastagem (BRASIL *et al.*, 1998), que incluíram estudos sobre a distribuição vertical das classes de diâmetro das raízes, e as variações sazonais da densidade radicular (BRASIL *et al.*, 2002; BRASIL *et al.*, 2004), assim como dos efeitos da queima e do corte mecânico na dinâmica radicular (RAPOSO *et al.*, 2000). Em agosto de 2002, foi iniciado um programa de adubação com N e potássio (K), tendo sido realizados cortes para avaliação da produção de matéria seca verde, teor de N da parte aérea, e relação folha/colmo, assim como sobre a variação sazonal dos teores de N mineral e outros nutrientes no solo (ABREU *et al.*, 2003; MAGIERO, 2004; MAGIERO *et al.*, 2005). GONÇALVES *et al.* (2002) estudaram os teores de C contidos na biomassa microbiana da camada superficial da toposequência regional de solos, incluindo o Planossolo da área experimental. Esses autores encontraram que os teores de C contidos na

biomassa microbiana dos Planossolos foram os mais baixos entre as classes presentes na toposequência, em razão dos baixos teores de argila e de C orgânico nesses solos.

Em relação ao nível de fertilidade natural do solo, foi realizada uma amostragem em 30/10/2003, cujos resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise de fertilidade do solo da área experimental, sob pastagem de *B. humidicola*. Amostragem em outubro de 2003.

Prof. (m)	Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	K ⁺ (cmol _c /dm ³)	P ^(*) (mg/dm ³)	M.O. ^(**) (g/kg)	pH (água,1:2,5)
0,0-0,2	1,0	1,0	0,12	3,0	16,5	5,7
0,2-0,4	0,5	0,5	0,05	3,0	13,4	5,2

(*) P disponível (Mehlich-1). (**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72.

2.9 Delineamento Experimental

O planejamento inicial deste experimento previa o uso de duas espécies leguminosas: estilosantes cv. Campo Grande e desmódio (*D. ovalifolium* cv. Itabela CIAT-350). O cultivar estilosantes Campo Grande (VALLE *et al.*, 2001) é composto por uma mistura física de sementes de linhagens melhoradas de *S. capitata* e *S. macrocephala*, que resulta em um cultivar com um alto potencial forrageiro, desenvolvido para consorciação com gramíneas, principalmente braquiárias (EMBRAPA, 2002). O desmódio é uma leguminosa forrageira perene, originária da Ásia, que possui uma boa adaptação a solos de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 1996). Na definição dos tratamentos, essas espécies foram combinadas com quatro alternativas de introdução ver item '3,7', com aplicação (ou não) de um herbicida Fusilade® (FLUAZIFOP-P-BUTIL) no segundo ano, em tratamentos dispostos ao acaso, em blocos repetidos quatro vezes, perfazendo um total de 2 x 4 x 2 x 4 = 64 parcelas. Um arranjo unitário (1 x 4 x 2 x 4) é mostrado na Figura 1.

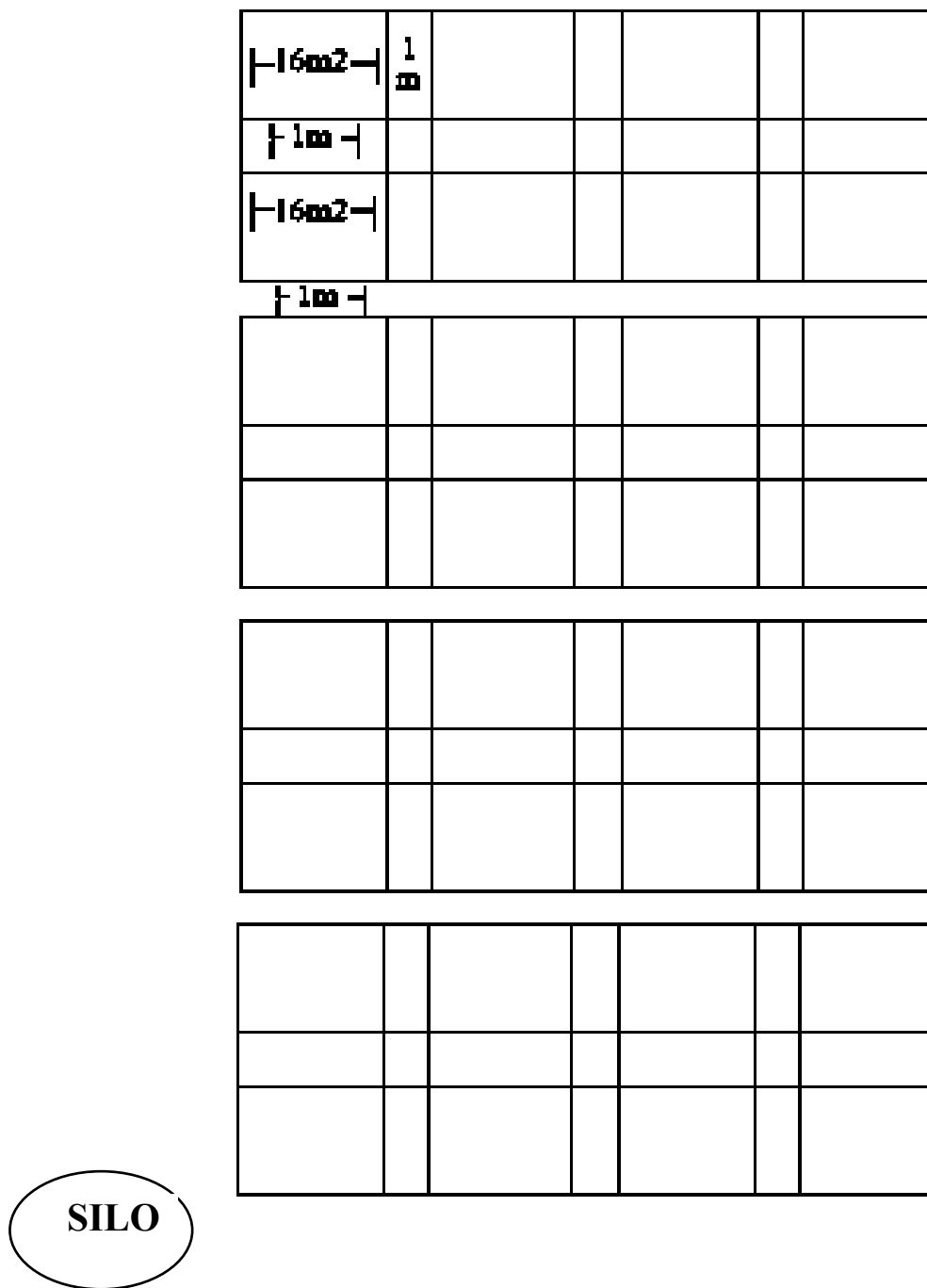


Figura 1. Disposição dos blocos e parcelas na área experimental.

Tal como mostra essa figura, cada parcela ou unidade experimental foi representada por um canteiro com 16m² de área total (4 x 4 m). A área útil para avaliações experimentais foi o quadrado central, com área de 4,0 m², considerando-se uma bordadura de 1m (Figura 2). A mesma medida (1,0 m) separou cada unidade experimental dentro de bloco, e também foi à largura da rua de circulação entre blocos (Figura 1). A figura 3 mostra uma vista parcial de parcelas do consórcio braquiária-desmódio, em fotografia tomada no mês de dezembro de 2004.

B O R D		0,50 m Espaçamento	0,50 m Espaçamento		1 m
B O R D A D U R A		Área útil 16 m²			2 m
B O R D					1 m

Figura 2. Dimensões da unidade experimental.



Figura 3. Vista das parcelas experimentais do consórcio *B. humidicola* - *D. ovalifolium*, instalado em Planossolo Háplico. Seropédica, RJ, dezembro de 2004.

2.10 Aplicação de Calcáreo e Outras Atividades Pré-Plantio

Um mês antes do plantio e previamente a delimitação das parcelas, foi realizado um corte de rebaixamento do pasto (até 0,10 m de altura), em toda a área experimental, com auxílio de roçadeira costal. A seguir, foi aplicado o equivalente a 500 kg/ha de calcáreo dolomítico, a lanço e sem incorporação.

O valor cultural (VC) das sementes das leguminosas foi determinado 35 dias antes do plantio, segundo metodologia de rotina do Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ. Os resultados indicaram para as sementes de estilosantes um VC = 87%, enquanto que para as sementes disponíveis de desmódio, 33% delas tinham VC = 56,5%, e o restante, apenas 11%.

No dia anterior ao plantio, apenas as sementes de desmódio foram escarificadas, por imersão em água quente (80° C, 10 min). As sementes de estilosantes não precisaram do tratamento, uma vez que já tinham sido escarificadas no seu local de origem (EMBRAPA-GADO DE CORTE). Subseqüentemente, se procedeu à inoculação das sementes com estirpe de rizóbio específico, fornecido pela EMBRAPA-AGROBIOLOGIA.

2.11 Adubação e Plantio

Nos dias 16 e 17 de dezembro de 2003 foi realizado o plantio das leguminosas. Como uma guia para estabelecer a direção das linhas de plantio, utilizou-se uma régua, de 2,0 m de comprimento, com subdivisões a cada 0,2 m. Em cada parcela foram marcadas cinco linhas, espaçadas em 0,5 m., conforme mostra a figura 2. Em cada linha foram abertas onze covas, com aproximadamente 0,02 m de profundidade, e 0,2 m de espaçamento. Cada parcela recebeu uma dose de superfosfato simples, equivalente a 100 kg de P₂O₅/ha, aplicada no fundo da cova, onde o adubo era misturado com terra, a fim de evitar o seu contato direto com as sementes. Finalizada esta operação, foi feita a semeadura, distribuindo-se as sementes nas covas, a taxas equivalentes 0,29 g/m² (2,5 kg SPV/ha) para estilosantes, e 2,16 g/m² para o caso do desmódio. Neste último caso, utilizou-se uma quantidade maior, como margem de segurança, dado o baixo VC da semente disponível.

2.12 Tratamentos

Foram comparados quatro tratamentos, representando métodos alternativos de introdução da leguminosa na pastagem de *B. humidicola*.

- **Herbicida (H)**. Este tratamento consistiu na aplicação do herbicida dessecante Roundup[®] (GLIFOSATO) a uma concentração de 0,75% ml/L, com o auxílio de bomba costal, um dia antes do plantio.

- **Roçada (R)**. Rebaixamento da gramínea a uma altura de 0,15 m por meio de roçadeira costal.

- **Sulco (S)**. Foram abertos sulcos, com auxílio de enxada, com espaçamento de 0,5m.

- **Enxada rotativa (ER)**. Foi realizado o revolvimento do solo por meio de enxada rotativa (Figura 4).



Figura 4. Detalhe da preparação das parcelas experimentais para plantio: enxada rotativa em ação.

2.13 Variáveis Estudadas

2.13.1 Número de leguminosas por linha

Consistiu da contagem do número total de plântulas de leguminosa estabelecidas nas linhas de plantio (NPL), expressando-se o resultado como n° plantas/10 m de linha. Como indica a tabela 2, houve três avaliações, nos meses de abril e dezembro de 2004 e em fevereiro de 2005.

2.13.2 Altura de plantas

Refere-se à altura, medida com régua graduada, desde o nível do solo até o ponto de inserção da primeira folha expandida. O valor apresentado é a média de três medições por parcela, realizadas em conjunto com a contagem do número de plantas leguminosas nas linhas de plantio.

Tabela 2. Datas de amostragens de alguns parâmetros descritivos da estrutura da pastagem consorciada de *B. humidicola* e *D. ovalifolium*.

	Abr 2004	Mai 2004	Dez 2004	Fev 2005	Mar 2005
Número de plantas de leguminosa	24/04/04		12/12/04	18/02/05	
Índice cobertura vegetal		22/05/04	12/12/04	18/02/05	30/03/05
Índice Área foliar		20/05/04		17/02/05	
Frequência	25/04/04		14/012/04	19/02/05	27/03/05
Fitomassa		23/05/04		20/02/05	
Liteira				21/02/05	28/03/05

2.13.3 Frequência

Refere-se à estimativa da ocorrência de plantas de leguminosa ou gramínea dentro de áreas (ou pontos) preestabelecidos, em relação à área total, ou área útil da parcela.

Em estudos fitossociológicos, a avaliação da frequência de uma dada espécie *i* dentro de uma comunidade vegetal, é feita, detalhadamente, pelo método de pontos, através da expressão (VIEIRA & PESSOA, 2001):

$$\text{Frequência} = 100 \cdot NP_i / NTP \dots \dots \dots [1]$$

onde, NP_i é o número de pontos em que a espécie ocorre e NTP é o número total de pontos ou áreas amostradas. No presente caso, o toque da agulha foi substituído pela interseção espécie vegetal com uma linha. Para tal, foi confeccionada um quadrante de PVC, de 2 x 2 m, dividido em quadrículas de 0,2 x 0,2 m, por meio de fiação de linha sintética, totalizando 81 pontos de interseção (= NTP , eq. [1]). A quadrícula então era disposta sobre a superfície da parcela, registrando-se a presença de plantas de cada espécie, através da interseção da lâmina foliar ou do caule com a linha. A ocorrência de não interseção (ponto vazio) também era registrada. Conjuntamente, anotou-se a altura da interseção, com auxílio de uma régua disposta verticalmente. A partir dessas observações, calculou-se a frequência de ocorrência da gramínea ou da leguminosa, conforme a equação [1].

A frequência relativa de cada espécie é dada pela expressão (VIEIRA & PESSOA, 2001):

$$\text{Frequência relativa} = 100 \cdot NP_i / \sum NP \dots \dots \dots [2]$$

onde, $\sum NP$ é a somatório do NP_i de cada espécie considerada (leguminosa e gramínea, no caso).

O local onde foi colocado o quadrante, dentro da área útil de cada parcela, foi demarcado com estacas de madeira. Essas estacas permaneceram fixas, sendo o quadrante encaixado entre elas, em sucessivas avaliações, de forma a assegurar que as amostragens fossem feitas sempre no mesmo local. A figura 5 ilustra um momento da amostragem, na utilização desta metodologia.



Figura 5. Determinação da frequência das espécies consorciadas, usando-se o método das interseções (pontos).

2.13.4 Cobertura verde

Esta variável foi aferida, por meio de técnica de sensoriamento à distância (SCURLOCK & PRINCE, 1993), combinada com análise digital de imagens.

A aquisição das imagens foi feita com uma câmera digital Sony, modelo DSC-P52, a partir de uma altura padrão de 1,60 m (PERIN, 2001), utilizando-se para tal, uma escada do tipo doméstico. A escada foi posicionada sempre na mesma direção, evitando a projeção de sombras. A área da imagem correspondeu a 1,0 m², demarcada por um quadrante de PVC branco, posicionado no centro da área útil de cada parcela (Figura 2). As imagens foram captadas sempre entre as 16:00 e 17:00 horas.

A programação da câmera digital foi sempre a mesma para todas as imagens obtidas, as quais foram transferidas para um computador e armazenadas em formato JPEG. As imagens originais foram recortadas de '2048C x 1536L' para '1191C x 1191L', e do conjunto armazenado, foram separadas dez imagens representativas de pixels de vegetação verde e outras dez, relativas à pixels de solo nu ou com vegetação seca. Dessa forma, foi criada uma imagem classificadora (Figura 6), dentro do programa computacional MATLAB (MATHWORKS, 2000). Subseqüentemente, as imagens foram organizadas e processadas para obtenção da estimativa do índice de cobertura, conforme descrito por VARELLA *et al.* (2002), com modificações recentes (Prof. Dr. C. VARELLA, Departamento de Engenharia/UFRRJ, comunicação pessoal).

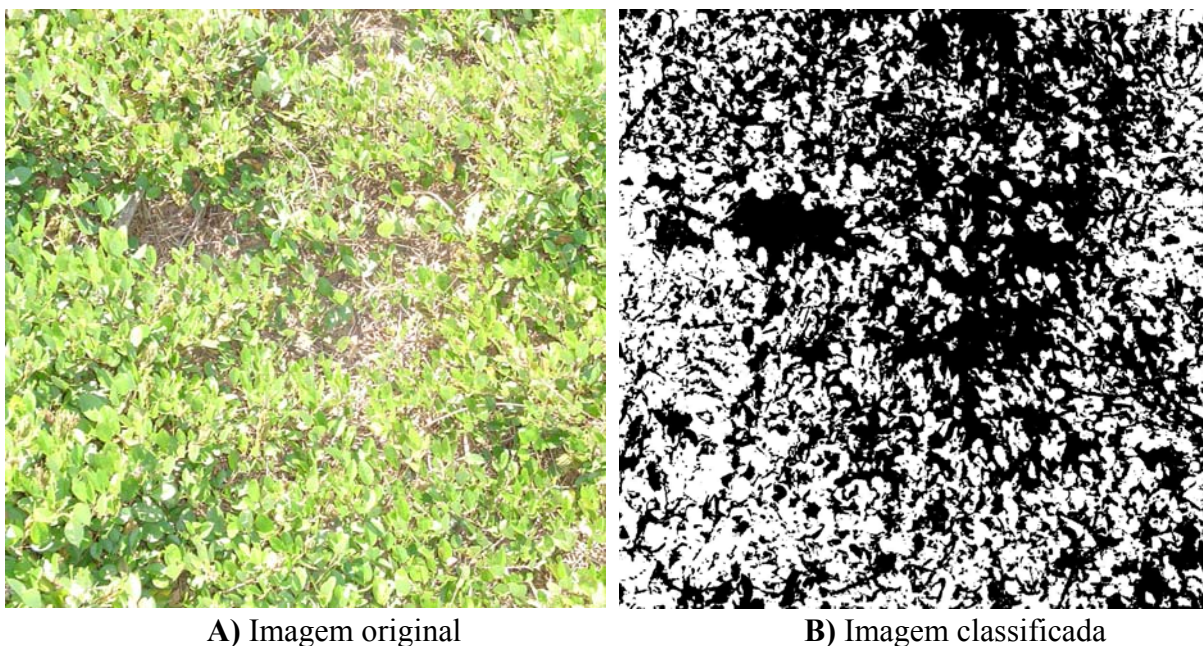


Figura 6. A). Exemplo de imagem recortada, correspondente a uma parcela do consórcio com *D. ovalifolium*, mostrando predominância de leguminosa em relação à gramínea. **B).** Imagem classificada: as áreas escuras correspondem a solo descoberto e/ou solo coberto com palha, e as áreas claras, à vegetação verde. O Índice de cobertura verde, neste exemplo, é igual a 0,47.

Durante o período experimental foram feitas quatro determinações desta variável, nas datas indicadas na tabela 2.

2.13.5 Índice de Área Foliar

O Índice de Área Foliar (IAF) foi determinado a partir do produto do peso da biomassa foliar verde (seca em estufa) pela área foliar específica (AFE, cm^2/g massa seca foliar) de cada espécie. Dessa forma foi possível estimar o IAF total por parcela, assim como a contribuição de cada um dos componentes do consórcio.

Para a determinação da AFE de cada espécie, em cada data de amostragem, foram separadas lâminas foliares de folhas consideradas pequenas, médias e grandes (quinze de cada classe). O material foi levado rapidamente ao laboratório, onde foram obtidas cópias, em relevo negativo, ao cobrir e pressionar a superfície adaxial das folhas com papel vegetal de relação área/massa previamente conhecida ($266 \text{ cm}^2/\text{g}$, Figura 7). As cópias foram recortadas (Figura 8B) e pesadas individualmente, em balança analítica com quatro casas decimais.

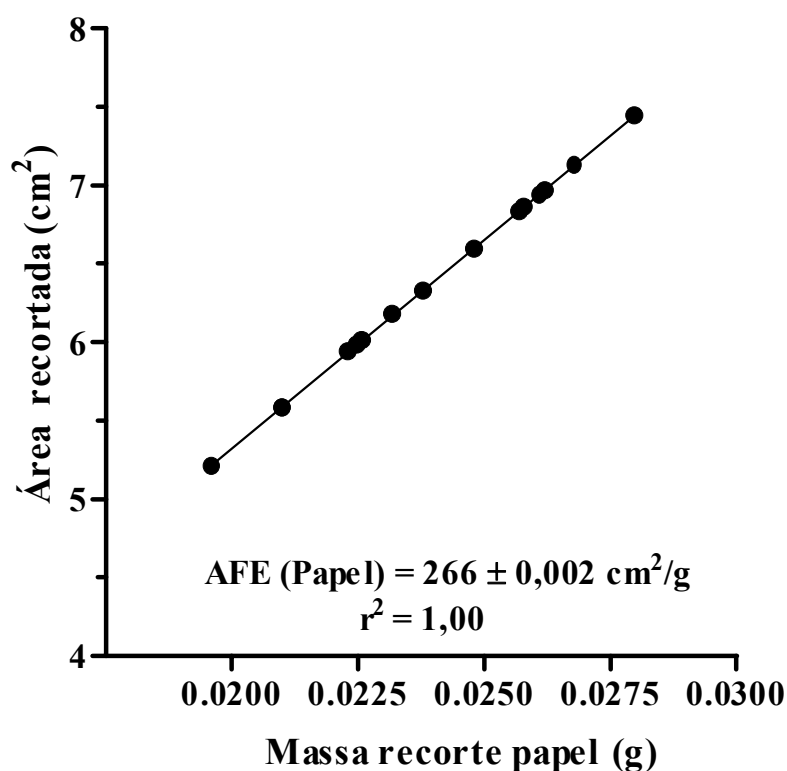


Figura 7. Relação área/massa do papel vegetal usado na determinação do IAF.

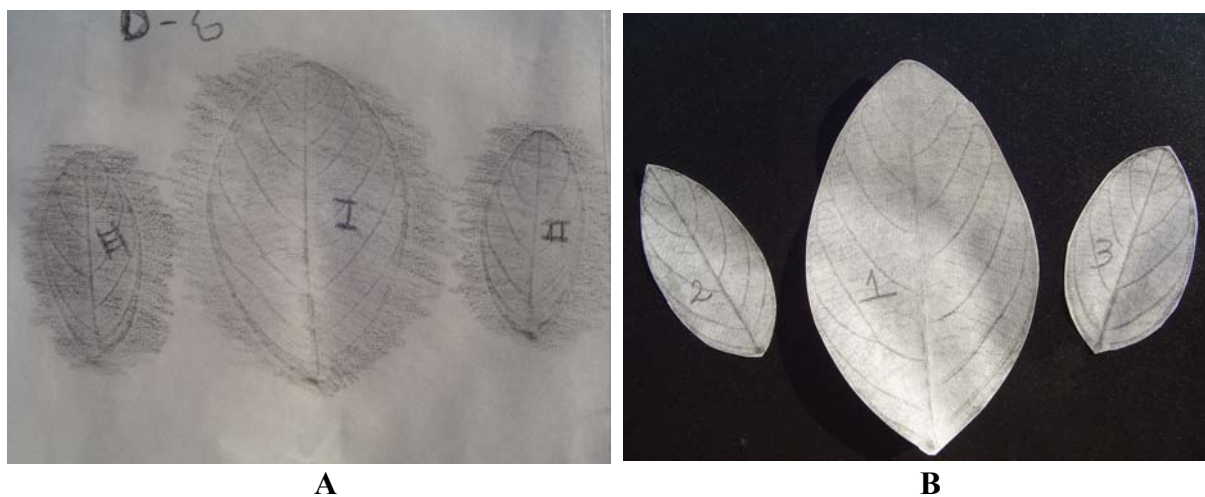


Figura 8. A). Impressão dos folíolos de uma folha composta de *D. ovalifolium*, sobre papel; **B).** A impressão foi recortada, e as peças colocadas sobre fundo negro para acentuar o contraste. Repare nas nervuras foliares, claramente reproduzidas.

A partir desses dados, foram calculadas as equações de regressão linear entre o peso da massa seca foliar e sua correspondente área, obtendo-se as seguintes relações:

1a. amostragem (156 dias após plantio):

Braquiária: AF = 1,15+190,2 (cm²/g) MF (r² = 0,815, Figura 8A)

Desmódio: AF = 2,19+160,9 (cm²/g) MF (r² = 0,831, Figura 8B)

2a. amostragem (429 dias após plantio):
 Braquiária: $AF = 1,78 + 143,6 (MF) (r^2 = 0,906)$
 Desmódio: $AF = 2,42 + 106,1 (MF) (r^2 = 0,377)$

onde, (AF) = área de folha e (MF) = massa de folha. Todas as regressões foram significativas a $p \leq 0,0001$, exceto para desmódio na segunda amostragem ($p \leq 0,05$). As interseções não diferiram significativamente de zero e se mantiveram dentro dos limites de erro do método ($\pm 2\%$, NOBEL *et al.*, 1993). Para as duas espécies, as equações mostraram que os valores de AFE declinaram sistematicamente da primeira para a segunda amostragem, de acordo com a conhecida tendência de redução da AFE com a idade das plantas (BEADLE, 1993). Para a *B. humidicola*, os valores de AFE são muito similares aos encontrados por PACIULLO *et al.* (2004) numa pastagem de *B. decumbens*. Para *D. ovalifolium* não foram encontrados valores para comparação.

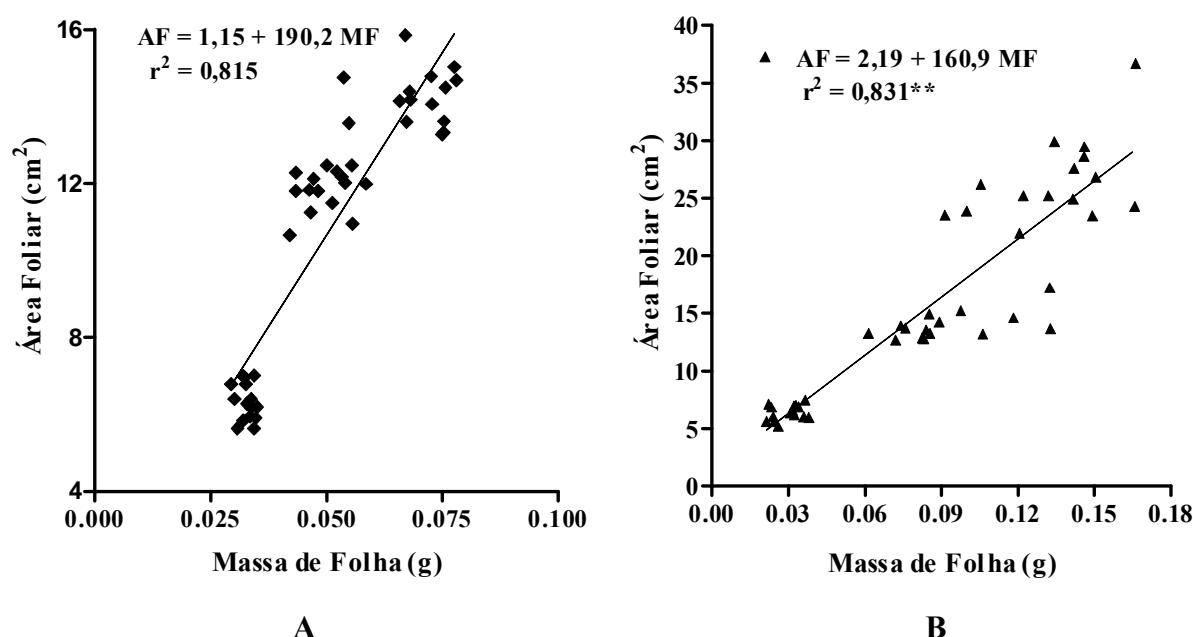


Figura 9. Equações de regressão da massa sobre a área foliar, correspondente à primeira amostragem. As pendentes das retas são as estimativas da área foliar específica (AFE) para cada espécie. **A).** *B. humidicola*, **B).** *D. ovalifolium*.

2.13.6 Radiação fotossinteticamente ativa

A irradiância fotossinteticamente ativa (400-700 nm) incidente sobre o dossel, foi aferida em várias datas durante o período experimental, com o intuito de estimar a fração de radiação luminosa interceptada pelo dossel, assim como fazer inferências sobre proporção da radiação solar incidente sobre a leguminosa, de forma direta ou difusa.

As medições foram feitas utilizando-se um sensor quântico LI 190 SA (LICOR, NEBRASKA, EUA) conectado a um medidor digital portátil LI 250 (LI-COR, NEBRASKA, EUA). A coleta de dados seguiu os procedimentos recomendados para o uso desse tipo de equipamento (NOBEL *et al.*, 1993), posicionando-se o sensor acima do dossel e subsequentemente ao nível da superfície solo. Para reduzir a variabilidade espacial do fluxo incidente, especialmente abaixo do dossel, o aparelho foi operado sempre na modalidade “AVERAGE”, que fornece um valor médio, após 15 segundos de medição contínua, durante o qual o sensor era deslocado aleatoriamente sobre a superfície monitorada. As medições foram

tomadas na modalidade de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos ($\mu\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). A radiação solar fotossinteticamente ativa, interceptada pelo dossel, foi calculada como:

$$\text{RFA}_{\text{Int}} (\%) = 100 \times \frac{\left(\text{RFA}_{\text{incidente no topo}} - \text{RFA}_{\text{transmitida até o solo}} \right)}{\text{RFA}_{\text{incidente no topo do dossel}}}$$

2.13.7 Matéria seca total e de cada componente do consórcio

Foram feitas duas coletas para avaliar a produção de massa seca total, a primeira aos 159 DAP (dias após plantio) e a segunda aos 431 DAP. Foi utilizado um quadrante de 1,0 m x 1,0 m, colocado no centro da área útil da parcela (Figura 2). O material existente (em pé), acima de 0,1 m. da superfície do solo, foi coletado manualmente, com auxílio de uma tesoura de jardim. Imediatamente após a coleta, o material foi pesado na sua totalidade, ou conservado, temporariamente, dentro de sacos plásticos mantidos sobre gelo seco, num isopor. De cada amostra foi retirada uma sub-amostra, a qual foi fracionada em gramínea e leguminosa. Após registro do peso verde de cada uma das frações, as mesmas foram desagregadas em folhas e hastes, e ensacadas para transporte. Todas as operações foram feitas à sombra, em área adjacente à área experimental, contando-se com o auxílio de quatro operadores treinados, de forma a minimizar as perdas de massa seca decorrentes do estresse do corte e desidratação nos tecidos verdes (MACNICOL, 1976). No laboratório, as amostras foram postas a secar em estufa com circulação forçada de ar (70°C , 72 horas). Após secagem, foi registrado o peso da massa seca de cada uma das frações. A partir desses dados, e fazendo-se as correções devidas, ao final de cada amostragem, tinham-se determinado os seguintes valores de fitomassa, todos expressos em kg/m^2 : massa verde total de gramínea mais leguminosa (MVT); massa seca total de gramínea mais leguminosa (MST); massa verde de gramínea (MVG); massa seca de gramínea (MSG); massa verde de leguminosa (MVL); massa seca de leguminosa (MSL); massa seca de folha de gramínea (MSFG); massa seca de folha de leguminosa (MSFL).

2.13.8 Liteira

As coletas foram executadas nos meses de fevereiro, março e abril de 2005. Foi recolhido manualmente, todo o material morto despreendido das plantas e depositado sobre a superfície do terreno, dentro de um quadrante de 0,5 x 0,5 m colocado no centro da parcela. A posição da amostragem não foi variada entre as colheitas, de forma a se recolher apenas o material acumulado a cada 28 dias.

No momento da coleta, em que a liteira era coletada da superfície do solo, retirava-se o excesso de terra aderido aos resíduos vegetais que posteriormente eram levados para a estufa de ventilação forçada à 65°C por 72 horas. Se necessário era novamente retirado o excesso de solo do material, para não superestimar o seu peso seco, além de evitar possíveis contaminações pela adesão de solo ao material coletado.

2.14 Análises Estatísticas

Devido ao fato da introdução do estilosantes Campo Grande não ter prosperado, como será visto posteriormente item '4.2', somente puderam ser analisados os dados correspondentes à introdução de *D. ovalifolium*.

A análise primária dos dados consistiu na avaliação da normalidade da distribuição amostral (KOLMOGOROV-SMIRNOV) e do nível de homogeneidade das variâncias residuais (BARTLETT). Para efeitos de análise de variância, o experimento foi tratado como um fatorial com as parcelas dispostas em blocos casualizados (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002). Dentro da parcela (tratamento), as épocas de coleta foram consideradas sub-parcelas, cujo número variou de acordo com o atributo do dossel estudado (Tabela 2). Na tabela 3 se apresenta o modelo geral de ANOVA utilizado, para o caso de duas épocas de coleta. Conforme mencionado no item '3.4', o desenho preliminar contemplou a alternativa de aplicação de herbicida durante o segundo ano do experimento, de forma que havia duas parcelas repetidas por tratamento, dentro de cada bloco (Figura 1), ou oito repetições por tratamento, e um total de 31 graus de liberdade (GL) para as parcelas (Tabela 3).

Em adição a essas análises básicas, foram realizadas análises de correlação linear simples (r de Pearson) entre variáveis selecionadas, das quais houve interesse em averiguar o seu grau de associação. Todas as análises mencionadas foram feitas com auxílio do "software" SAEG v. 5.0 (FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES, UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA).

Tabela 3. Modelo de análise de variância utilizado, considerando-se quatro tratamentos, duas época de coletas dentro de tratamento, quatro blocos e duas repetições por bloco.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	
Tratamento (T)	3	QMT
Resíduo (a) (Parcelas)	25	QMR (a)
Época (E)	1	QME
Trat*Época	3	QMT*E
Resíduo (b)	28	QMR (b)
Total	63	

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dado que o crescimento das pastagens depende das condições ambientais prevalentes, considerou-se adequado iniciar este capítulo apresentando os valores das variáveis climáticas vigentes durante o período experimental. A seguir, serão considerados os efeitos dos métodos de introdução sobre o crescimento das espécies consorciadas, com ênfase na capacidade competitiva da leguminosa. Finalmente, são considerados os resultados relativos ao acúmulo de matéria seca por parte do consórcio e de cada uma de suas partes, assim como da massa seca de liteira acumulada durante o período estudado.

2.15 O Ambiente de Crescimento da Pastagem: Condições Climáticas

A figura 10 mostra os valores médios mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), e de precipitação pluviométrica, ocorridas durante o período novembro 2003 a abril de 2005. A precipitação pluviométrica total nesse período foi de 2075 mm, valor próximo a 2160 mm, correspondente ao total acumulado em igual período, de acordo com os dados médios mensais apresentados por MARTORANO *et al.* (1997), com base nos registros pluviométricos de 37 anos (série 1960-1996).

Durante o mês de novembro de 2003 (corte de uniformização prévio ao plantio), a precipitação totalizou 225,9 mm (um excesso de 80% sobre o valor normal). Nas primeiras duas semanas de dezembro, houve precipitações mais ou menos contínuas de baixa intensidade. Dessa forma, havia suficiente umidade acumulada no perfil do solo, por ocasião do plantio das leguminosas, o qual foi feito também em dias chuvosos. Outros meses atípicos foram julho de 2004, com 102,3 mm (excesso de 341%) e fevereiro de 2005, com 61,8 mm (déficit de 238%), sendo que neste último mês aconteceu o maior período seco dentro da estação chuvosa, com 17 dias contínuos sem chuva.

Com relação às temperaturas do ar, observa-se que entre os meses de maio e outubro de 2004, as mínimas mensais estiveram abaixo de 20° C, sendo agosto o mês mais frio. As temperaturas máximas tiveram menor variabilidade, passando por um mínimo no mês de julho de 2004 (25,3 °C), e aumentando progressivamente, até se estabilizar entre 31-32° C no verão de 2005 (Figura 10).

A figura 11 mostra a distribuição dos valores médios mensais de insolação (brilho solar efetivo). O menor valor (3,40) foi registrado justamente no início do período experimental (dez/2003), devido à prevalência de um alto índice de nebulosidade. O maior valor ocorreu no mês de junho (7,1), o qual teve apenas seis dias de chuvas fracas, seguido dos meses de agosto (6,9) e fevereiro de 2005 (7,0).

Tomados em conjunto, os dados climáticos indicam que as principais limitações ambientais ao crescimento das espécies forrageiras foram às baixas temperaturas no inverno e a distribuição irregular das chuvas nos meses do verão, particularmente em fevereiro.

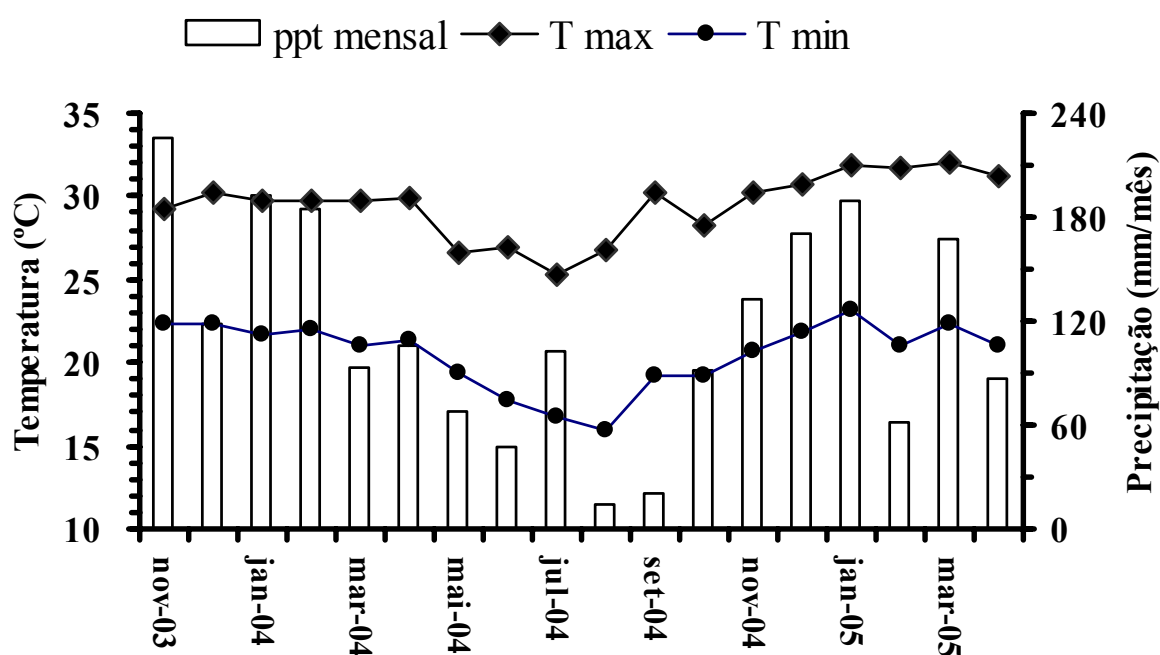


Figura 10. Valores das médias mensais das temperaturas mínimas e máximas do ar, e da precipitação pluviométrica, registradas durante o período experimental (dezembro 2003/abril 2005). Dados registrados na Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO-RJ (22° 46' S; 43° 41' W).

2.16 Consórcio Braquiária-Estilosantes

Contrariamente à expectativa, o consórcio com estilosantes cv. Campo Grande não prosperou. Aparentemente, houve fracasso na germinação e ou emergência das plântulas da leguminosa.

Apenas nas parcelas correspondentes ao tratamento de enxada rotativa foi observado um maior número de plantas emergidas, mas essa emergência foi desigual e concentrada em poucas covas. Mesmo assim, essas plantas tinham desaparecido quase completamente no mês de maio de 2004, por ocasião da primeira coleta de forragem.

Mesmo se considerando o lento desenvolvimento inicial das leguminosas em relação às gramíneas (ZIMMER, 1987; SKERMAN *et al.*, 1991; PEREIRA, 2002), e o fato de *Stylosanthes* ser considerado como um gênero de baixa tolerância ao sombreamento (RODRIGUES *et al.*, 1993), foi observado que após o corte de maio de 2004, que reduziu a altura da gramínea, não houve novas emergências de plântulas, em nenhum dos tratamentos.

Como bem observaram NOVELLY *et al.* (1985), dispondo de sementes de boa qualidade e utilizando-se uma taxa de semeadura adequada ao seu valor cultural, a densidade inicial de plantas de uma pastagem irá depender, basicamente, de condições favoráveis de temperatura e de umidade do solo, das quais a germinação e o estabelecimento são dependentes. No presente caso, a semente disponível de estilosantes apresentou um bom valor cultural item '3,5', tendo sido escarificada corretamente, e plantada segundo a densidade e profundidade de plantio recomendada (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2000), na presença de alto suprimento de fósforo (P), já que a disponibilidade desse elemento, na camada arável do solo, foi muito baixa (Tabela 1).

A umidade do solo, por ocasião do plantio, também foi favorável. Todavia, a secagem rápida da superfície do solo poderia limitar a capacidade de embebição de água pela semente, reduzindo assim a germinação e o estabelecimento (NOVELLY *et al.*, 1985), maiormente em

terras com textura superficial arenosa. Todavia, se esse fosse o caso, a inibição deveria ter se manifestado principalmente nas parcelas onde se aplicou o método da enxada rotativa, já que

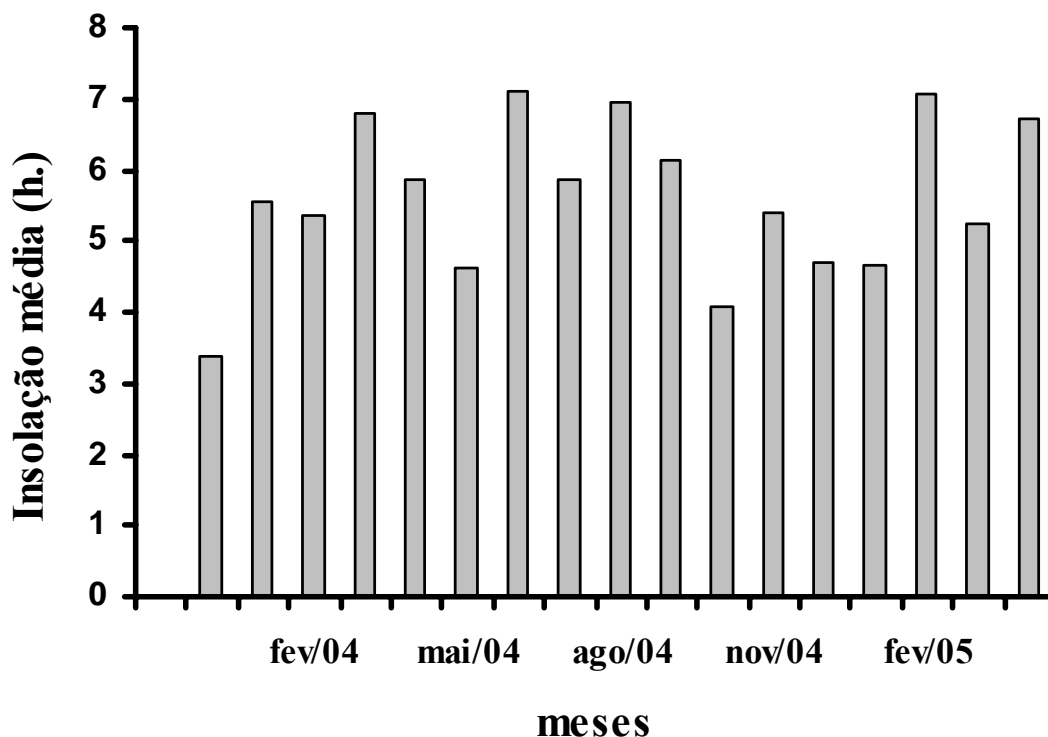


Figura 11. Valores de insolação (média mensal), registrados no campo experimental entre os meses de dezembro de 2003 e abril de 2005.

nelas, a gramínea ficou em piores condições de recuperação, em virtude do tipo de ação cortante desenvolvida por esse implemento (Figura 4). Já nos outros tratamentos, a recuperação parcial da *B. humidicola*, após o corte mecânico ou a aplicação de herbicida, deveria ter propiciado um micro-ambiente mais favorável à emergência da leguminosa (LUDLOW, 1980), situação essa não se verificou na prática.

De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), é freqüente a observação de que muitas sementes pequenas de espécies herbáceas permanecem dormentes, mesmo quando hidratadas, se estão enterradas abaixo da profundidade de penetração de luz. E mesmo quando essas sementes estão na superfície do solo ou próximas dela, o nível de sombreamento do dossel, controlando a relação fotônica entre o vermelho (V, comprimentos de onda centrados em 660 nm) e o vermelho-longo (VL, em 730 nm), provavelmente afetará a sua capacidade de germinação. Com efeito, a filtragem seletiva da luz incidente, com o conseqüente enriquecimento em vermelho-distante do fluxo radiante difuso, interfere, em maior ou menor grau, com a germinação de uma gama de espécies de sementes pequenas (TAIZ & ZEIGER, 2004), que apresentam comportamento diferenciado com relação ao estímulo luminoso (BASEGGIO & FRANKE, 1998). Portanto, segundo esta interpretação, as perturbações na taxa de crescimento da braquiária, induzidas pelos tratamentos, não foram suficientes para propiciar condições adequadas de germinação à leguminosa, por causar um enriquecimento de comprimentos de onda correspondentes ao VL, os quais inibem a germinação até mais eficientemente do que a ausência de iluminação (RAVEN *et al.*, 2001).

Por outro lado, existem informações que mostram que forrageiras do gênero *Brachiaria* possuem atividade potencial alelopática, a qual resulta em inibição da germinação de sementes e alongamento da radícula em diferentes espécies (REZENDE *et al.*, 2003).

Especificamente, na parte aérea de *B. humidicola*, foi isolada uma fração com atividade fitotóxica, cujo princípio ativo foi identificado como ácido p-cumárico, um intermediário na biossíntese dos flavonóides (SOUZA-FILHO *et al.*, 2005). Tal substância inibiu a germinação das sementes e ou o alongamento da radícula em espécies como *Mimosa pudica* e *Senna occidentalis*. Um extrato aquoso da parte aérea de *B. humidicola* reduziu em quase 50% o alongamento da radícula de um desmódio (*D. adscendens*) (SOUZA-FILHO *et al.*, 1997). Em outro estudo verificou-se que extratos aquosos obtidos de três espécies de *Brachiaria* (*B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu) diminuíram a germinação de sementes em várias espécies de leguminosas, sendo que a porcentagem de sementes mortas em *S. guianensis* superou as demais (Almeida, 1993, citado por REZENDE *et al.*, 2003).

Nenhum desses estudos tem sido relacionado diretamente efeitos de *B. humidicola* contra a germinação ou o crescimento de plântulas de *S. capitata* e *S. macrocephala*, embora o crescimento da radícula, nesta última espécie, resultasse bastante afetado por soluções aquosas obtidas da parte aérea de plantas de braquiário (STANIZIO *et al.*, 1991). Em vista desses resultados, a hipótese de ocorrência de efeitos alelopáticos da *B. humidicola* contra o estilosantes cv. Campo Grande não pode ser descartada. Pelo contrário, é uma possibilidade a considerar para explicar as situações dentro do consórcio, onde a não emergência da leguminosa pareceu não ter sido devida a efeitos inibitórios ligados à qualidade espectral da luz dentro do dossel, como quando o relvado da braquiária foi rebaixado por cortes, permitindo assim a penetração de luz. Para validar essa hipótese, são necessários estudos mais específicos, em ambiente controlado, para separar efeitos de estresse hídrico ou baixas temperaturas.

2.17 Consórcio Braquiária-Desmódio

A tabela 4 mostra os níveis de significância estatística de todas as variáveis mensuradas ou estimadas, em resposta aos tratamentos impostos, épocas de coletas e da interação tratamento x época. É possível apreciar que, salvo umas poucas exceções, todas as variáveis mostraram diferenças altamente significativas ($p < 0,0001$) em função dos fatores analisados e a sua interação.

Tabela 4. Níveis de significação estatística (teste F) para as análises de variância de características medidas ou estimadas no experimento de consorciação entre *B. humidicola* e *D. ovalifolium*, e o número de amostragens (épocas de coleta) de cada variável.

Variável	Tratamento	Época	Trat x Época	n° de Amostragens
NPL	**** ⁽¹⁾	****	****	3
ALT	0,0389	****	0,0002	3
IAFG	****	****	****	2
IAFL	****	****	****	2
ICV	****	****	****	4
FAG	****	0,0001	****	5
FRG	****	****	****	5
FAL	****	****	****	5
FRL	****	****	****	5
MVPT (G+L)	0,004	****	****	2
MVG	****	****	****	2
MVL	****	****	0,006	2
MSPAG	****	****	****	2
MSPAL	****	****	0,0160	2
MSPA (G+L)	0,0428	****	****	2
MSFG	****	****	****	2
MSFL	****	****	0,0001	2
MSL	****	****	****	3

⁽¹⁾ Significativo a $p < 0,0001$. G: Gramínea; L: Leguminosa; ALT: altura de planta; ICV: Índice de cobertura vegetal; FA: Frequência absoluta; FR: Frequência relativa; IAF: Índice de Área Foliar MSPA: matéria seca da parte aérea; MSL: matéria seca liteira; MVP: matéria verde da parte aérea; NPL: n° de plantas /10 m de linha.

2.17.1 Número de plantas

A população inicial de plantas é um dos fatores que garante a boa formação de uma pastagem (NOVELLY *et al.*, 1985). Em particular, o procedimento de contagem de plantas por unidade de superfície foi utilizado em vários trabalhos relacionados com introdução de leguminosas em pastagens de gramíneas (ABRAMIDES *et al.*, 1982; COSER & CRUZ FILHO, 1989; LEITE & EUCLIDES, 1994; SANABRIA *et al.*, 1995).

Na tabela 5, são apresentados os valores relativos ao número de plantas de desmódio emergidas ou estabelecidas, para os quatro tratamentos, em três datas de amostragem do estande. Esses dados mostram dois aspectos, um referido aos métodos de implantação em si, e o outro relacionado à fenologia diferencial das espécies consorciadas.

Tabela 5. Número da plantas de *D. ovalifolium* estabelecidas em consórcio com *B. humidicola*, em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em três épocas de amostragem, no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

NPL/10m de linha				
Tratamento	Coleta 1 (*)	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	175 Ch(**)	263 Dg	752 Cc	397 C
Roçada	452 Be	536 Bd	1018 Bb	668 B
Sulco	149 Ch	321 Cf	732 Cc	401 C
Enx. Rotativa	521 Ad	714 Ac	1087 Aa	774 A
Média	324 c	458 b	897 a	

(*) Coletas 1, 2 e 3: aos 126; 362 e 430 dias após plantio, respectivamente.

(**) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

No que diz respeito aos métodos, observa-se que já na primeira contagem, realizada no final de abril de 2004, o uso de enxada rotativa propiciou o melhor ambiente para o crescimento inicial do desmódio, evidenciado pela elevada quantidade de plantas emergidas (521 plantas/10 m sulco, equivalente a 104 plantas/m²), significativamente superior ($p < 0,05$) aos demais tratamentos. Esse resultado reflete a ação da enxada no revolvimento do solo, com o corte, seguido de exposição e dessecação, das raízes finas da gramínea (Figura 4). Estudos prévios nesta pastagem mostraram que os primeiros 0,1 m do perfil concentram 60% da massa seca radicular da *B. humidicola*, e que, nessa camada, as raízes finas (diâmetro $\leq 0,8$ mm) representaram quase 80% da massa total de raízes (BRASIL *et al.*, 2002; 2004). Esses dados mostram a efetividade do trabalho realizado pela enxada, na redução do dossel da gramínea, trabalho esse que não conseguiu ser feito pela grade de discos, implemento inicialmente planejado para ser usado neste tratamento. Por outro lado, vários autores têm observado que a ação desses implementos mecânicos, na medida em que cortam e incorporam a massa da liteira, favorecem sobremaneira o arejamento do solo, a infiltração de água e a mineralização dos resíduos orgânicos (COSER & CRUZ FILHO, 1989; OLIVEIRA, 2000; MESQUITA *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2003), aspecto importante, dada às limitadas propriedades edáficas da área experimental item '3.3'. Todas as modificações mencionadas são propícias à germinação das sementes e o subsequente alongamento da radícula e do epicótilo, o que justifica o elevado número de leguminosas emergidas.

A roçada parece ter exercido um efeito similar, porém menos drástico. O corte mecânico com roçadeira costal da *B. humidicola* também retrasa o crescimento da parte aérea e raízes dessa pastagem, dependendo da altura de corte (RAPOSO *et al.*, 2000; BRASIL *et al.*, 2004). Todavia, esses efeitos foram menos intensos que os devidos à enxada rotativa, e, em consequência, o estabelecimento da leguminosa em resposta à roçada foi 13% menor em relação ao primeiro tratamento (Tabela 5).

Quanto ao herbicida que foi usado como um retardador do crescimento da gramínea, seu efeito foi diluído no tempo, permitindo a recuperação da braquiária aos quatro meses após o plantio, o que se refletiu em um percentual muito menor de leguminosa, nessa época (34% em relação à enxada rotativa).

O plantio em covas no sulco teve, como esperado, um efeito inverso ao da enxada rotativa: a perturbação causada à gramínea foi mínima, e, em consequência, o número de leguminosas estabelecidas também o foi: 29% em relação à enxada rotativa (≈ 30 plantas/m²).

Neste tratamento, a *B. humidicola* interceptou a maior parte da radiação incidente, como mostra a Figura 12.

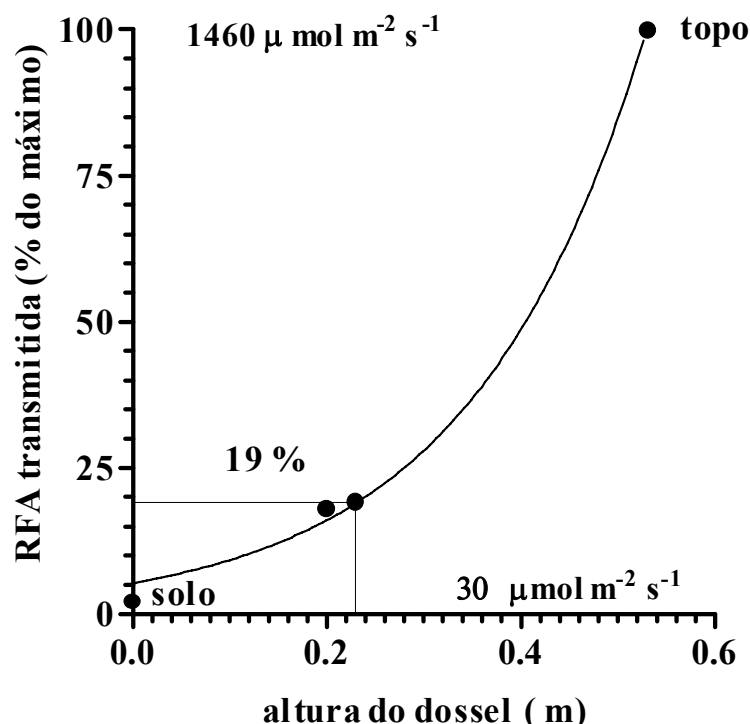


Figura 12. Relação exponencial entre a altura do dossel, de um consórcio *D. ovalifolium*-*B. humidicola*, e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no mesmo. Os dados correspondem ao tratamento de introdução da leguminosa através de plantio em sulcos, e foram obtidos em 24 de abril de 2004, entre 11:30 e 12:00 horas. Em destaque: altura média da leguminosa no dossel = 0,23 m (Tabela 6); interceptação de RFA (calculada) pela leguminosa: 19% da incidência no topo do dossel. Os pontos medidos (topo, intermédio e solo) são valores médios de oito repetições.

Por ocasião da amostragem, a altura média do dossel, nesse tratamento, era de 0,53 m. Tomando-se como 100% a RFA incidente nessa altura, a 0,20 m acima da superfície do solo, a irradiância relativa era de 17,7% (ou seja, uma interceptação de 82%), enquanto que ao nível do solo só chegava, em média, 2% da irradiância fotossintética recebida no topo. Repare-se que a fraca irradiância fotossintética que foi transmitida ao solo ($30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Figura 12) está dentro da faixa correspondente a ponto de compensação à luz, para plantas herbáceas C_3 (LARCHER, 2000).

Em síntese: o muito maior número de plantas emergidas, nos tratamentos enxada rotativa e roçada, é indicativo que maiores níveis de luz (com uma relação V/VL mais adequada), exercem efeitos estimulantes sobre a germinação das sementes de *D. ovalifolium*. Um resultado similar foi mostrado por BASEGGIO & FRANKE (1998), comparando a germinação de sementes de *D. incanum*, na ausência ou presença de luz.

Ao se considerar os resultados das coletas seguintes, verifica-se que, em todos os tratamentos, houve aumentos no número de plantas estabelecidas. De fato, independentemente de tratamentos, houve correlação positiva entre a densidade de leguminosas na primeira e a segunda época ($R = 0,95^{***}$) e também entre a primeira e a terceira época ($R = 0,98^{***}$, 14 meses após o plantio), mostrando a importância do estabelecimento inicial de plantas na formação do consórcio. Todavia, em termos relativos, houve diferenças entre os tratamentos.

Assim, no tratamento de sulcos, a população de leguminosas dobrou sucessivamente entre coletas: 115 e 128%, na segunda e terceira, respectivamente. Em oposição, a densidade de leguminosas no tratamento com enxada rotativa teve, relativamente, o crescimento menor: 37% na segunda coleta e 52% na terceira.

As explicações para essas flutuações populacionais, devem considerar que, entre a primeira e a segunda coleta, houve um corte geral na pastagem, em 23/05/2004, para quantificação da biomassa (Tabela 2), corte esse que favoreceu a leguminosa nas parcelas correspondentes aos tratamentos herbicida e sulco. Por outro lado, as plantas de desmódio mostraram uma floração máxima na última semana de agosto de 2004. De acordo com REZENDE *et al.* (2002), as sementes do cultivar Itabela atingem a sua maturidade fisiológica entre 7 e 10 semanas após o pico da floração. A partir desse dado, é possível supor que parte dos aumentos verificados na população de desmódio estabelecida, originou-se da germinação das sementes produzidas durante esse período, em adição à àquelas que não germinaram durante o primeiro ano por problemas de dormência. Possivelmente, esse foi o caso na terceira amostragem (aos 430 DAP), já que nessa época, a braquiária estava em fase de senescência pós-antese, com um alto percentual de perfilhos dessecados. Isto favoreceu a expansão da leguminosa, até exageradamente, como no caso dos tratamentos com enxada rotativa e roçada. Nos tratamentos com sulcos ou herbicida, a gramínea também se encontrava nessa situação, mas a sua maior competição durante a fase vegetativa, limitou a expansão da leguminosa.

2.17.2 Altura de plantas

Os dados relativos à altura das plantas de desmódio são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Altura de plantas de *D. ovalifolium* estabelecidas em consórcio com *B. humidicola*, em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em três épocas de amostragem, no período abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

Tratamento	Altura (m)			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	0,24 Af ^(*)	0,42 Aa	0,39 Aab	0,34 A
Roçada	0,27 Aef	0,31 Dede	0,38 Aab	0,32 B
Sulco	0,23 Af	0,36 Babc	0,41 Aab	0,33 AB
Enx. Rotativa	0,28 Adef	0,34 Cbcd	0,38 Aab	0,34 A
Média	0,25 c	0,36 b	0,39 a	

(*) Valores médios de 15 plantas por parcela.

(**) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Na primeira época, os dados indicaram não existir diferenças significativas entre tratamentos, embora houvesse uma tendência para maiores alturas nos tratamentos que utilizaram enxada rotativa ou roçada, e que permitiram uma maior penetração de luz, conforme já mencionado. A falta de diferenças significativas, nesta amostragem, provavelmente reflita o fato que durante grande parte desse período inicial, as plantas investiram prioritariamente em desenvolvimento radicular.

Com o passar do tempo, houve uma reversão dessa situação. Assim, por ocasião da segunda época, um ano após o plantio, verificaram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 6). Por essa época, era claro, visualmente, que nas parcelas dos

tratamentos de enxada rotativa e de roçada, havia um desenvolvimento vigoroso das plantas de leguminosa, as quais tenderam a ocupar o espaço através de um padrão de crescimento predominantemente horizontal, favorecendo a ramificação lateral, em detrimento do crescimento em altura. Além disso, esses ramos apresentavam uma grande proporção de folhas de tamanho grande. Em contrapartida, nas parcelas onde o desmódio fora implantado através de sulcos com ou sem aplicação de herbicida, e onde havia presença significativa de gramínea na cobertura vegetal, a leguminosa adotou uma outra estratégia, consistente em expor as suas folhas a níveis mais elevados de irradiância fotossintética, via alongamento dos entrenós (RODRIGUES *et al.*, 1993; TAIZ & ZEIGER, 2004). Assim, entre a primeira e a segunda amostragem, a altura das plantas aumentou em 75% no tratamento herbicida, enquanto que no tratamento sulco o incremento foi de 56%. Além de apresentarem alturas de planta significativamente maiores (Tabela 6), as folhas da leguminosa, nesses tratamentos, eram de tamanho menor quando comparadas às dos outros dois tratamentos.

É importante observar que nesses tratamentos (sulco e herbicida), a leguminosa, embora sob sombreamento, alocou os seus recursos fotossintéticos para favorecer uma maior taxa de alongamento caulinar, mesmo a custo da redução no tamanho foliar e na ramificação lateral. Essa, aparentemente, foi a sua resposta à sinalização ambiental de uma irradiância fotossintética constituída predominantemente de luz difusa, a partir da radiação refletida e transmitida pelas folhas superpostas da braquiária.

Na figura 13, mostra-se o ambiente fotossintético associado às plantas de desmódio correspondentes ao tratamento que levou herbicida, por ser aquele onde melhor se expressaram os processos acima mencionados. A figura 13 A, correspondente à primeira amostragem, mostra o padrão tipicamente exponencial de atenuação da RAF dentro do dossel (LARCHER, 2000), desde o topo até a sua base, na superfície do solo. Utilizando-se os parâmetros descritivos da curva, e da altura média do desmódio (0,24 m, Tabela 6), é possível estimar a irradiância recebida pelas folhas superiores e externas da leguminosa ($\approx 18\%$ da irradiância no topo da pastagem), o que na hora da avaliação equivalia, instantaneamente, a $230 \mu\text{mol fóton m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Já na segunda época, a altura do desmódio atingiu 0,42 m, o que lhe permitiu interceptar 48% do fluxo radiante luminoso transmitido pelo dossel (Figura 13 B), equivalente a um fluxo instantâneo de aproximadamente $600 \mu\text{mol fóton m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Segundo vários autores, dentro de uma faixa de RFA entre 50 e $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, existe uma relação linear entre a intensidade da fotossíntese líquida e a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (LONG & HÄLLGREN, 1993; LARCHER, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004). Por outro lado, quando a fração da radiação difusa aumenta a sua contribuição ao fluxo radiante incidente, melhora a eficiência de uso da radiação pelo dossel, por causa de uma distribuição mais uniforme da luz (NORMAN & ARKEBAUER, 1991).

Aparentemente, o *D. ovalifolium* é uma eficiente competidora, que posiciona suas folhas, desde cedo, em regiões sob valores medianos de radiação incidente, aproveitando ainda mais eficientemente as baixas intensidades luminosas no interior do dossel. Como consequência dessas tendências, na segunda amostragem foi verificada uma correlação negativa entre altura de leguminosa e número de plantas ($r = -0,68$, $p \leq 0,0001$, Figura 14). Na terceira amostragem, tal associação não mostrou significação estatística, devido ao incremento em altura da leguminosa não ter sido tão acentuado, predominando o crescimento lateral, a favor da supressão temporária da competição.

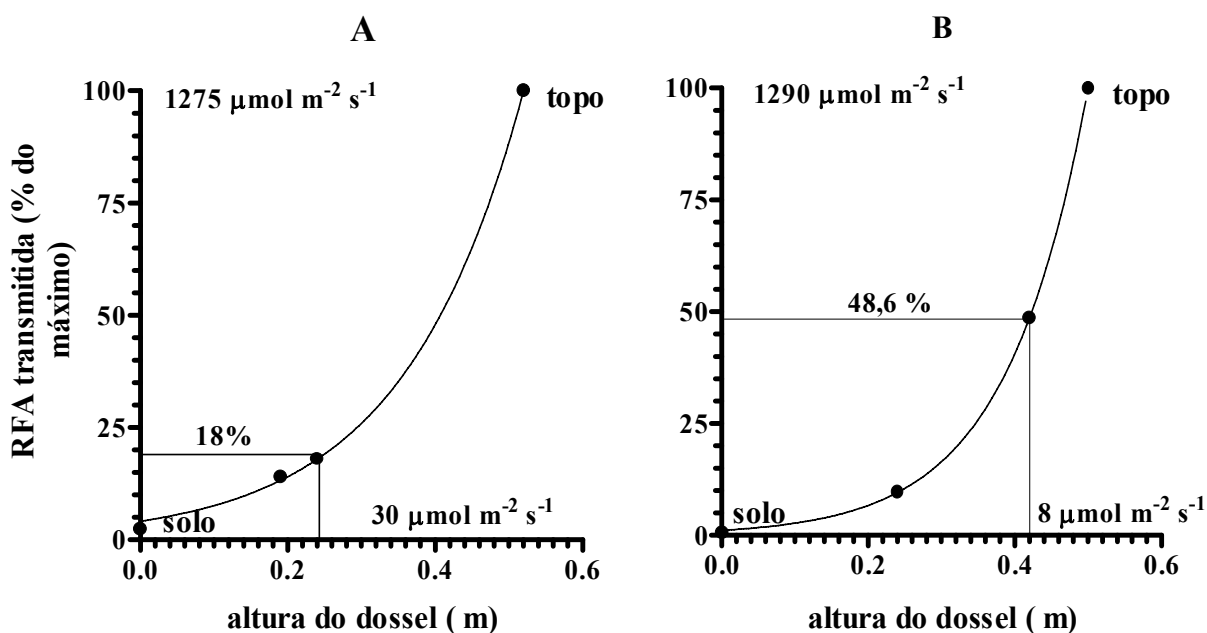


Figura 13. Relação entre a altura do dossel, de um consórcio *D. ovalifolium*-*B. humidicola*, e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no mesmo. Os dados correspondem ao tratamento de introdução da leguminosa através da aplicação de herbicida dessecante. **A)** medições feitas em 24/04/2004 (Coleta 1, 126 DAP). Em destaque: altura média da leguminosa no dossel = 0,24 m; Intercepção de RFA (calculada): 18%. **B)** medições feitas em 12/12/2004 (Coleta 2, 362 DAP). Em destaque: altura média da leguminosa no dossel = 0,42 m; Intercepção de RFA (calculada): 48,6%. Os pontos medidos (topo, intermédio e solo) são valores médios de oito repetições.

2.17.3 Frequência

Em estudos fitossociológicos, a frequência absoluta é usada como um parâmetro relacionado à população de uma dada espécie, exprimindo o seu padrão espacial (MANTOVANI & MARTINS, 1990). No presente caso, as populações de plantas estudadas tinham uma estrutura bem simples, com só duas únicas espécies, mas que por hipótese poderiam estar diferindo entre elas: em densidade (número de plantas) ou em distribuição espacial (frequência), em função dos tratamentos aplicados. Tendo analisado previamente as diferenças em densidade de plantas entre tratamentos, foi feita a suposição da existência de uma associação entre o número de plantas de desmódio e as frequências (absoluta ou relativa) da gramínea ou da leguminosa. Tal possibilidade foi testada pela determinação do coeficiente de correlação simples de Pearson, utilizando-se todas as repetições de cada tratamento (ou seja, $n=32$), dentro de época de coleta. Os resultados de tal tipo de análise são mostrados na tabela 7. É possível observar que na primeira amostragem, a associação proposta foi muito baixa (entre 0,08 e -0,20), sendo não significativa em todos os casos.

Já nas amostragens seguintes a situação é totalmente diferente, tendo-se dado destaque, na segunda e terceira época de amostragem, as associações positivas entre NPL e FAL e as negativas entre NPL e FRG, todas altamente significativas. Os quatro indicadores de frequência resultaram-se afetados, de forma altamente significativa, pelos tratamentos impostos, épocas de amostragem e pela sua interação (Tabela 4). A tabela 8 apresenta os valores de frequência absoluta de *D. ovalifolium*. Na primeira amostragem, no mês de abril de 2004, os dados mostraram o maior valor percentual para o tratamento enxada rotativa (onde a metade de todas as interseções foram tocadas por plantas de desmódio) seguido de perto pelos

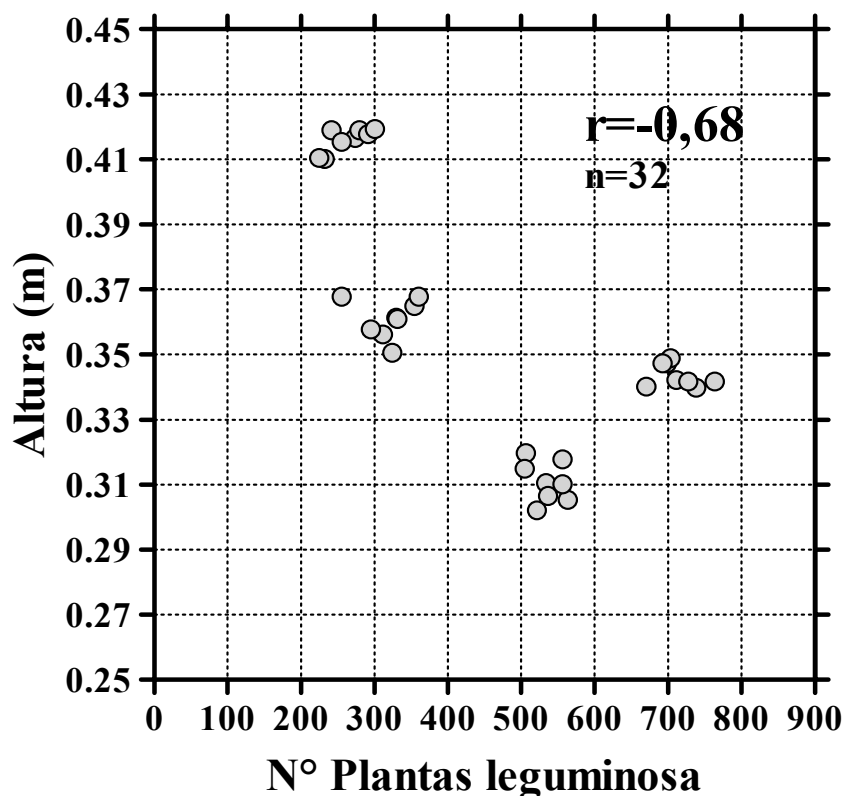


Figura 14. Correlação linear simples (Pearson) entre a altura e número de plantas de *D. ovalifolium*, aos 12 meses pós-plantio da leguminosa, numa pastagem de *B. humidicola*. Cada agrupamento de pontos corresponde a um método de introdução, com oito repetições.

tratamentos sulco e herbicida (com 15% menos interseções na grade). Esses resultados não guardam relação aparente com as contagens de número de plantas de leguminosa emergidas, nessa data (Tabela 5). Assim, o tratamento de roçada, que tinha o segundo maior número de plantas emergidas, aparece com a menor frequência, nesta primeira época de coleta de dados. A explicação para essa contradição é que o reticulado da grade não coincidiu com as linhas de plantio, e, portanto algumas plantas emergidas ficaram posicionadas entre os quadrantes, sem, entretanto, os contactar. Já os resultados da segunda amostragem, incorporam os efeitos do corte da pastagem realizado no final de mês de maio (item 4.3.1), assim como o crescimento em altura das plantas de desmódio, o qual nivelou as frequências absolutas entre tratamentos, excetuando-se o tratamento de enxada rotativa. Na terceira coleta, o predomínio da leguminosa foi acentuado no tratamento da enxada rotativa e da roçada, com 73 e 64% respectivamente. As altas frequências absolutas acompanharam o aumento da densidade de plantas nesses tratamentos, justificando as correlações positivas significativas encontradas para esses indicadores, tanto na segunda como na terceira época (Tabela 7). Já nos tratamentos herbicida e plantio em sulcos, as frequências do desmódio se estabilizaram entorno de 50% ao final do primeiro ano, e assim continuaram até o início da estação seca do ano seguinte.

Tabela 7. Coeficientes de correlação de Pearson, entre o n° de plantas de *D. ovalifolium* (NPL) e frequência absoluta ou relativa de espécies (FA ou FR), dentro do consórcio de *B. humidicola* com *D. ovalifolium*, em três épocas de coleta.

Coleta	Variável	Variável	r	Significância de r
1	NPL	FAG	-0,20	ns
	NPL	FAL	-0,03	ns
	NPL	FRG	-0,08	ns
	NPL	FRL	0,08	ns
2	NPL	FAG	-0,57	0,0007
	NPL	FAL	0,74	0,0001**
	NPL	FRG	-0,69	0,0001**
	NPL	FRL	0,69	0,0001**
3	NPL	FAG	-0,57	0,0006
	NPL	FAL	0,86	0,0001**
	NPL	FRG	-0,73	0,0001**
	NPL	FRL	0,73	0,0001**

G- gramínea; L- leguminosa; NPL- n° de plantas de *D. ovalifolium*; FA- frequência absoluta; FR- frequência relativa.

Tabela 8. Frequência absoluta (%) de *D. ovalifolium*, em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa em uma pastagem de *B. humidicola*, em três épocas de amostragem durante período abril de 2004 a fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

Tratamento	FL (%)			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	43 Bd	54 BCc	55 Cc	51 B
Roçada	28 Ce	56 Bc	64 Bb	49 B
Sulco	42 Be	51 Cc	52 Ce	48 B
Enx. Rotativa	50 Ac	65 Ab	73 Aa	63 A
Média	41 c	56 b	61 a	

(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

A tabela 9 mostra a situação reversa, apresentando os valores de frequência absoluta para a braquiária. Excetuando-se a primeira amostragem, onde houve alguns resultados atípicos, chamando atenção a marcada redução da frequência da gramínea, no tratamento de enxada rotativa. Esse resultado, em conjunto com os de densidade de plantas confirma que o tratamento com enxada rotativa promoveu uma rápida ocupação do espaço pelo desmódio, que se tornou assim o componente amplamente dominante do consórcio, devido ao seu vigor e bom estabelecimento, assim como por ter boa produção de sementes (PEREIRA, 2002). Um resultado similar foi obtido por COSTA *et al.* (2003), que verificaram que os maiores rendimentos de desmódio foram obtidos com os métodos de aração ou a aração + gradagem, utilizados para a introdução dessa leguminosa numa pastagem degradada de *B. brizantha* cv. Marandu.

Tabela 9. Frequência absoluta (%) de plantas de *B. humidicola*, após a introdução de plantas de *D. ovalifolium* na pastagem, em função de consorciação, em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.

FG (%)				
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	36 Bd	49 Bbc	47 Bc	44 B
Roçada	56 Aab	62 Aa	56 Aab	58 A
Sulco	57 Aa	62 Aa	57 Aa	59 A
Enx. Rotativa	34 Bd	29 Cde	22 Ce	28 C
Média	46 b	50 a	45 b	

(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Nas tabelas 10 e 11, se mostram às frequências relativas da leguminosa (FRL) e da gramínea (FRG), respectivamente. Em linhas gerais, os valores de frequência, expressos em termos relativos confirmam os valores de frequência em termos absolutos, porém a amplitude das respostas relativas foi menor. Por essa razão, as correlações entre número de plantas (NPL) e frequência de leguminosas, foram mais robustas para FAL do que para FRL.

Tabela 10. Frequência relativa (%) de *D. ovalifolium*, em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.

FRL (%)				
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	54 Bd	53 Bd	54 Bd	54 B
Roçada	33 Dg	47 Ce	53 Bd	44 C
Sulco	42 Cf	45 Cef	48 Ce	45 C
Enx. Rotativa	60 Ac	69 Ab	77 Aa	69 A
Média	47 c	53 b	58 a	

(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Para a braquiária, aconteceu a relação complementar: os maiores valores da correlação entre densidade de leguminosa e frequência de gramínea, foram obtidos com os valores relativos (FRG): $r = -0,69$ na segunda coleta e $r = -0,73$ na terceira (Tabela 7). Embora essas correlações tenham alguma significação, em termos de relações competitivas por espaço, os resultados obtidos mostram que não há muita vantagem no uso desse parâmetro populacional em relação aos valores absolutos.

Tabela 11. Frequência relativa (%) de *B. humidicola* em 4 m², em três épocas de coleta, no período de abril de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.

Tratamento	FRG (%)			Média
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	
Herbicida	46 Cd	47 Bd	46 Bd	46 B
Roçada	67 Aa	52 Ac	47 Bd	55 A
Sulco	58 Bb	55 Abc	52 Ac	55 A
Enx. Rotativa	40 De	31 Cf	23 Cg	31 C
Média	53 a	46 b	42 c	

(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

2.17.4 Índice de cobertura vegetal

Neste trabalho foi determinado o Índice de Cobertura Vegetal (ICV), que representa a fração do solo coberta pela projeção vertical da parte aérea do dossel em estudo. Como tal, esse índice é um pouco mais restritivo que um Índice de Cobertura do Solo, onde a cobertura seria constituída pelo dossel da cultura e pelos resíduos vegetais, e que sofreria contínuas modificações, na medida em que os resíduos fossem se decompondo e a cultura desenvolvendo-se (VARELLA *et al.*, 2002).

A cobertura do solo, obtida por plantas em desenvolvimento, possui a mesma efetividade que a cobertura morta, na atenuação dos processos de degradação do solo: impede o impacto e a conseqüente desagregação das partículas do solo por ocasião das chuvas; favorece a infiltração de água no solo; atua como moderador térmico das camadas superficiais do solo; promove a mobilização e reciclagem de nutrientes enquanto reduz a população de plantas invasoras, entre outros efeitos (PERIN, 2001). Por essas razões, a cobertura vegetal formada pela pastagem consorciada, pode dar uma importante contribuição à estabilidade do ecossistema pastoril, dependendo da persistência da leguminosa.

Na região visível do espectro solar, a refletância máxima é da ordem de 10% do fluxo radiante incidente (FONSECA *et al.*, 2002). Todavia, dentro dessa estreita faixa, o solo descoberto apresenta baixa refletância na banda do verde e alta refletância na banda do vermelho. Já a vegetação verde mostra alta refletância na banda do verde e baixa na banda do vermelho, enquanto a palha apresenta refletância intermediária (VARELLA *et al.*, 2002). Essas diferenças em refletividade são os fundamentos do método aqui utilizado, o que lhe confere alta sensibilidade.

Na tabela 12 se mostram os valores obtidos para o Índice de Cobertura Vegetal. De imediato, se observa que na primeira data amostral (maio de 2004), os valores mais elevados do índice correspondem aos tratamentos de Enxada rotativa e Roçada, e o menor ao Herbicida. O alto valor do ICV associado ao tratamento com Enxada rotativa reflete uma elevada proporção de folhas planas de desmódio na superfície do dossel. O predomínio de folhas planófilas na superfície concentra a radiação incidente, com um alto coeficiente de extinção, e limita as possibilidades de interceptação da radiação pelas folhas estreitas e altamente eretas da *B. humidicola*.

Durante a segunda coleta (dezembro de 2004) se atingiram os valores máximos de cobertura, a favor de condições ambientais favoráveis (Figuras 10 e 11), que ainda persistiram em fevereiro de 2005. Nessa amostragem foi feito um novo corte na pastagem. Deve ser

observado que nessa data, havia um amplo predomínio do desmódio em todos os tratamentos. Um mês depois, por ocasião da coleta 4, (abril de 2005), as plantas da leguminosa tinham conseguido recuperar sua posição no dossel, evidenciando a sua boa recuperação pós-defolha.

Tabela 12. Variação sazonal do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) de uma pastagem consorciada de *B. humidicola*–*D. ovalifolium*, para quatro métodos de introdução da leguminosa. Maio de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.

ICV					
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Média
Herbicida	0,45 Cbc ^(*)	0,90 ABa	0,83 Ba	0,30 Bc	0,62 A
Roçada	0,77 Aa	0,89 Ba	0,86 ABa	0,53 Ab	0,76 AB
Sulco	0,59 Bb	0,94 Aa	0,81 Ba	0,49 Ab	0,71 B
Enx. rotativa	0,86 Aa	0,93 ABa	0,94 Aa	0,57 Ab	0,82 A
Média	0,66 c	0,92 a	0,86 b	0,47 d	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

SCURLOCK & PRINCE (1993) observaram que as correlações entre índices de refletância espectral e atributos dos dosséis, como biomassa, IAF e interceptação de luz, resultam mais bem definidas em espécies de folhas largas, com leguminosas como feijão, soja e caupí, e pode se incluir, o desmódio.

2.17.5 Índice de área foliar

Os dados referentes ao índice de área foliar (IAF) de *B. humidicola* e *D. ovalifolium* são mostrados nas tabelas 13 e 14, respectivamente. Na Tabela 4 pode-se verificar que houve diferenças altamente significativas para tratamentos, épocas e a sua interação. Esses valores de IAF correspondem a duas épocas de coleta. Na primeira, realizada em maio de 2004, portanto ao início da estação seca, e a outra, em fevereiro de 2005, por ocasião do corte da biomassa. Desafortunadamente, nenhuma delas correspondeu a uma situação de IAF pico, que deve ter acontecido previamente à entrada da antese na gramínea, no mês de novembro anterior. Com relação ao IAF da gramínea, observa-se que os seus valores, em maio de 2004 refletiam os tratamentos impostos à época de instalação do experimento. Assim, o menor valor correspondeu ao tratamento Enxada rotativa e o maior ao Sulco, ficando os outros tratamentos com uma posição intermediária. Já a amostragem de fevereiro de 2005 (coleta 2), mostrou valores residuais de IAF, uma vez que a gramínea estava em fase de senescência pós-antese, com muitos perfilhos reprodutivos secos. Mesmo assim, o efeito de dominância do desmódio na estrutura do consorcio, fica evidenciado nos tratamentos Enxada e Roçada (com IAF's de 1,53, e 1,33, respectivamente, (Tabela 14) que não deixou expandir o IAF da *B. humidicola* acima de 0,16.

Tabela 13. Índice de área foliar da gramínea *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium*, em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em duas épocas de amostragem. Maio de 2004 a abril de 2005. Seropédica, RJ.

IAF (m ² /m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	1,44 BCbc ^(*)	0,61 Ad	1,03 B
Roçada	1,72 ABb	0,16 Be	0,94 B
Sulco	2,04 Aa	0,66 Ad	1,35 A
Enx. Rotativa	1,24 Cc	0,15 Be	0,70 C
Média	1,61 a	0,40 b	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 14. Índice de área foliar da leguminosa consorciada com em resposta a quatro métodos de introdução da leguminosa, em duas épocas de amostragem. Maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

IAFL (m ² /m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,33 Ce ^(*)	1,03 Bcd	0,68 B
Roçada	1,21 Abc	1,33 Aab	1,27 A
Sulco	0,32 Ce	1,00 Bd	0,64 B
Enx. Rotativa	0,91 Bd	1,53 Aa	1,22 A
Média	0,69 b	1,22 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Embora possa parecer, intuitivamente, que o ICV e o IAF estão altamente relacionados ou ainda que exprimam essencialmente a mesma coisa, a situação não é tão simples. Como discutido previamente, a associação entre ICV e superfície fotossintetizante, por ex., é melhor expressa para folhas com baixo ângulo de inclinação, ou seja planófilas. A figura 15 ilustra esse ponto, ao analisar o grau de associação linear entre valores de ICV e do IAF, para a primeira época de coleta.

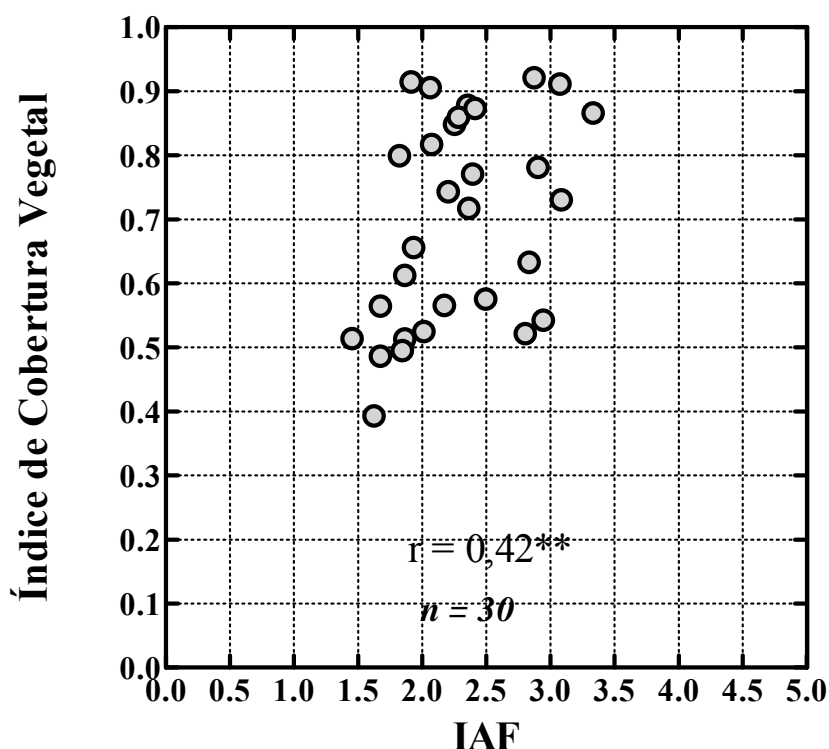


Figura 15. Relação entre o Índice de Cobertura Vegetal e o Índice de Área Foliar, do consórcio de *B. humidicola* e *D. ovalifolium*. O valor do IAF representa a soma dos da gramínea e da leguminosa.

2.17.6 Massa verde

As tabelas 15, 16 e 17, inseridas a seguir, contêm as informações relativas à produção de matéria verde, tanto do consórcio como de seus componentes individuais.

Com relação à produção de massa verde total (MVT), a análise estatística revelou efeitos significativos tanto para tratamentos como para época de cortes (Tabela 4). Todavia, como mostra a Tabela 15, na média das duas épocas de corte, os valores correspondentes aos quatro tratamentos pouco diferiram entre si: menos que 1800 kg/ha entre o maior e menor rendimento. As parcelas mais produtivas, em valor absoluto, foram as do tratamento Enxada rotativa (2,65 kg/m²), por ocasião da segunda coleta.

A magnitude do desempenho animal em pastagens consorciadas está diretamente relacionada com a proporção da leguminosa na pastagem (PEREIRA, 2002). Portanto, um aspecto importante na caracterização do desempenho do consórcio é a avaliação da contribuição da leguminosa à forragem produzida. Isto é tarefa que comporta vários encargos, posto que envolve efeitos diretos (ligados à qualidade da dieta) e indiretos (ligados ao repasse do N), mas que, primariamente, pode ser inferida pela quantificação da massa de leguminosa em relação à massa verde total.

Os dados relativos à produção de massa verde pela leguminosa são mostrados na tabela 16. Por comparação com os dados da tabela anterior, se pode estimar que a participação do desmódio foi, em termos crescentes: Sulco-41%; Herbicida-44,9%; Roçada-69% e Enxada Rotativa-73,8%, valores esses vigentes ao final do primeiro ano de instalação do consórcio. A participação da braquiária, em termos percentuais, é, naturalmente, o complemento a cem em relação à leguminosa, como se pode comprovar pela consideração da Tabela 17.

Tabela 15. Produção de massa verde de uma pastagem consorciada de *B. humidicola*+*D. ovalifolium*, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

MV (<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>) (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	1,932 Bcc ^(*)	2,673 Aa	2,303 B
Roçada	2,493 Aab	2,494 Bab	2,494 A
Sulco	2,384 Ab	2,573 ABab	2,480 A
Enx. Rotativa	2,039 Bc	2,646 Aa	2,343 B
Média	2,212 b	2,597 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 16. Produção de massa verde da leguminosa *D. ovalifolium*, cultivada em consórcio com *B. humidicola* em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

MVL (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,449 Ce ^(*)	1,620 Cc	1,035 B
Roçada	1,141 Ad	2,306 Bb	1,724 A
Sulco	0,436 Ce	1,602 Cc	1,019 B
Enx. Rotativa	0,984 Bd	2,471 Aa	1,728 A
Média	0,753 b	2,000 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 17. Massa verde da gramínea *B. humidicola* (kg/m²), em duas épocas de coleta, no período de maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ

MVG (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	1,483 Bb ^(*)	1,053 Ac	1,268 B
Roçada	1,351 Bb	0,188 Bc	0,771 C
Sulco	1,947 Aa	0,970 Ac	1,459 A
Enx. Rotativa	1,054 Cc	0,175 Bd	0,615 D
Média	1,459 a	0,597 b	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

2.17.7 Massa seca (parte aérea)

A série de dados anteriores, expressos agora como massa seca, é apresentada nas tabelas 18, 19 e 20.

Tabela 18. Produção de massa seca de uma pastagem consorciada de *B. humidicola*+*D. ovalifolium*, observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

Tratamento	MS (<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>) (kg/m ²)		
	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,263 Bc ^(*)	0,392 Aa	0,328 B
Roçada	0,371 Aa	0,366 Aa	0,369 A
Sulco	0,343 Aab	0,367 Aa	0,355 AB
Enx. Rotativa	0,283 Bbc	0,398 Aa	0,341 AB
Média	0,315 b	0,381 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Como mostra a tabela 19, ao final do primeiro ano de crescimento, a produção de massa seca em pé do consorcio, foi mais ou menos equivalente entre os tratamentos, sendo que o tratamento Roçada (100%) foi significativamente diferente do tratamento Herbicida (88,9%), apenas marginalmente.

Como era de se esperar, a partir da tabela 15, a maior produção ficou com o tratamento Enxada rotativa, na 2^o época (3.980 kg/ha). Aliás, havia uma expectativa inicial, reforçada pelo aspecto das parcelas no campo, no sentido de que os tratamentos aplicados fossem interferir nas relações hídricas das plantas (por ex. através de conservação diferencial de umidade do solo, por liteira e sombreamento, efeitos de microrrelevo, etc.) e de que as conseqüências disso (plantas mais ou menos estressadas ou suculentas, à sombra do dossel) pudessem se refletir na produtividade dessas pastagens. Mas tal previsão não se concretizou de onde pode se supor que os resultados obtidos foram independentes da relação massa verde/massa seca dos tratamentos. Que isto foi assim, infere-se das percentagens de participação da leguminosa na massa seca total da forragem colhida: Sulco-43%; Herbicida-47,9%; Roçada-69,4% e Enxada Rotativa: 74,8% , números bem próximos de quando essa estimativa foi feita com base no peso verde.

Tabela 19. Produção de massa seca da leguminosa *D. ovalifolium*, observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

MSL (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,058 Cd ^(*)	0,256 Bb	0,157 B
Roçada	0,175 Ac	0,337 Aa	0,256 A
Sulco	0,061 Cd	0,245 Bb	0,153 B
Enx. Rotativa	0,140 Bc	0,371 Aa	0,255 A
Média	0,108 b	0,302 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 20. Produção de massa seca da gramínea *B. humidicola*, observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

MSG (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,204 Bb ^(*)	0,135 Ac	0,170 B
Roçada	0,196 Bb	0,029 Bd	0,113 C
Sulco	0,281 Aa	0,121 Ac	0,201 A
Enx. Rotativa	0,143 Cc	0,027 Bd	0,084 D
Média	0,206 a	0,079 b	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

2.17.8 Massa seca (Folhas e Liteira)

Nas tabelas 21 e 22 encontram-se os dados relativos à produção de folhas (base massa seca) dos tratamentos experimentais, para cada um dos componentes do consórcio. Não há neles outras informações que não as reveladas anteriormente pelos outros atributos do dossel estudados. Assim, as maiores produções de massa seca de leguminosa, corresponderam aos tratamentos Enxada rotativa e Roçada, os quais sempre mantiveram, as maiores densidades de desmódio na pastagem, associados a altos valores de frequência absoluta da mesma. De forma inversa, onde a densidade inicial de leguminosas foi menor, e, portanto o seu potencial competitivo foi melhor controlado pela braquiária, como foi o caso do tratamento em sulcos, observou-se a maior produção de folhas da gramínea (Tabela 22).

Tabela 21. Produção de massa seca foliar leguminosa *D. ovalifolium*, observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ.

MSFL (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,020 Cf ^(*)	0,097 Bc	0,058 B
Roçada	0,075 Ad	0,125 Ab	0,101 A
Sulco	0,019 Cf	0,090 Bcd	0,055 B
Enx. Rotativa	0,056 Be	0,144 Aa	0,100 A
Média	0,042 b	0,114 a	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 22. Produção de massa seca foliar da gramínea *B. humidicola*, observada em quatro tratamentos de introdução de leguminosa na pastagem, em duas épocas de coleta: maio de 2004 e fevereiro de 2005. Seropédica, RJ

MSFG (kg/m ²)			
Tratamento	Coleta 1	Coleta 2	Média
Herbicida	0,075 BCbc ^(*)	0,042 Ad	0,0585 B
Roçada	0,091 ABb	0,011 Be	0,0509 B
Sulco	0,106 Aa	0,046 Ad	0,0760 A
Enx. Rotativa	0,065 Cc	0,010 Be	0,0380 C
Média	0,084 a	0,027 b	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Na Tabela 23 figuram os dados relativos à produção de liteira. A inclusão dessa variável foi decidida ao final do período de observação experimental, tendo sido realizada então durante três meses consecutivos, entre fevereiro e abril, isto é coincidindo com o final das chuvas e início do período seco. Embora os eventos fenológicos descrito anteriormente, alentasse expectativas, na prática essa expectativa não se confirmou. Como mostra a tabela, houve diferenças estatísticas, apenas ligadas ao mês de amostragem, sendo o efeito dos tratamentos muito pouco marcado, um resultado que destoava em relação às claras diferenças em produção de matéria seca em pé, discutidas previamente.

Tabela 23. Matéria seca da liteira do consórcio de *B. humidicola* com *D. ovalifolium*, durante os meses de fevereiro a abril de 2005. Seropédica, RJ.

Tratamento	MSL (kg/m²)			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
Herbicida	0,384 Aa ^(*)	0,133 Ab	0,161 Ab	0,226A
Roçada	0,399 Aa	0,161 Ab	0,158 Ab	0,240 A
Sulco	0,405 Aa	0,152 Ab	0,149 Ab	0,235 A
Enx. Rotativa	0,409 Aa	0,123 Ab	0,123 Ab	0,218 A
Média	0,399 a	0,148 b	0,142 b	

^(*) Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

5 CONCLUSÃO

Dadas as especificidades do presente trabalho, as conclusões serão discriminadas para cada espécie de leguminosa.

a) Consórcio *Brachiaria humidicola* - estilosantes cv. Campo Grande.

No caso deste consórcio, a hipótese que deu embasamento à pesquisa não pode ser aceita, uma vez que o estilosantes não prosperou, podendo-se afirmar que nenhum dos métodos de introdução comparados cumpriu com a sua finalidade, de criar condições para o estabelecimento da leguminosa na pastagem de *B. humidicola* estabelecida.

Como observação ou ressalva a esta conclusão, deve ser anotado que a mesma está fundamentada em apenas um ciclo anual de crescimento. Haverá necessidade de se repetir a experimentação, a partir da experiência até aqui acumulada, para poder formular uma conclusão mais definitiva em relação aos Planossolos da Baixada Fluminense.

b) Consórcio *Brachiaria humidicola* - *Desmodium ovalifolium*.

No caso deste consórcio, a hipótese inicial ficou plenamente comprovada, uma vez que todos os métodos de introdução comparados permitiram o estabelecimento e permanência da leguminosa na pastagem, dentro dos limites temporais de execução deste trabalho.

Afora estas duas conclusões gerais, outras duas, subalternas, podem ser enunciadas, relacionadas com o uso de *D. ovalifolium*:

Em termos de fomentar uma rápida cobertura do solo, os métodos mais eficientes de introdução envolvem o uso de enxada rotativa ou a roçada, nessa ordem.

Em termos de compatibilizar o consórcio, mantendo uma composição equilibrada entre as espécies, a introdução da leguminosa através de plantio em sulcos ou o uso de herbicidas, são os procedimentos mais eficientes, nessa ordem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMIDES, P. L. G.; ALCÂNTARA, P. B.; STAFUZZA, J. A.; *et al.* Estimativa da quantidade de forragem em pastagens de capins prostrados tropicais, através da medida da altura média da vegetação. **Boletim da Indústria Animal**, v. 20, n. 1, p. 17, 1982.
- ABREU, J. B. R.; MARTINS, C. E.; SANT'ANA, N. F.; *et al.* Doses e estratégias de adubação nitrogenada sobre a relação folha/colmo e o teor de nitrogênio foliar em pastagem de *B. humidicola* 2003. **ZOOTEC** p. 201 - 205.
- ALVES, B. J. R.; REZENDE, C. P.; RESENDE, A. S.; *et al.* Estimation of N₂ fixation in *Desmodium ovalifolium* from the relative ureideos abundance of stem solutes: Comparison with the ¹⁵N-dilution and an *in situ* soil core technique. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 177 - 193, 2000.
- ALVES, S. J.; MEDEIROS, F. B. Leguminosas em renovação de pastagens. *In*: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, III. SP: FAPES/UNES, 1997. **Anais...** p. 251-273.
- ANDRADE, I. F.; FERREIRA, J. G. Introdução de leguminosas tropicais em pastagens estabelecidas de capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 10, n. 3, p. 427 - 449, 1981.
- ANDRADE, R. P.; KARIA, C. T. Uso de *Stylosanthes* em pastagens no Brasil. *In*: Simpósio de Forrageiras e Pastagens, UFLA/NEFOR, 2000. **Anais...** p. 273-310.
- BARCELOS, A. O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado da arte e perspectivas futuras. *In*: Simpósio Internacional de Forragicultura-Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXI. Maringá: EDUEM/SBZ, 1994. **Anais...** p. 1-56.
- BASEGGIO, J.; FRANKE, L. B. Condições para a germinação de sementes de *Desmodium incanum* D.C. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, p. 148-152, 1998.
- BEADLE, C. L. Growth analysis. *In*: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. C., LONG, S. P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall, 1993; p. 36-46.
- BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; CANTARUTTI, R. B.; *et al.* Effect of the introduction of a forage legume (*Desmodium ovalifolium*) on nitrogen cycling in *Brachiaria humidicola* pastures in the extreme south of Bahia. *In*: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, Paraná: 1999. **Anais...** p. 253-256.
- BODDEY, R. M.; RESENDE, C. P.; SCKUNKE, R. M.; *et al.* Sustentabilidade de pastagens consorciadas e da gramínea em monocultura: o papel chave das transformações de nitrogênio. *In*: Simpósio sobre o Meio Ambiente, os Recursos Naturais e a Produção Animal, XXX. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. **Reunião Anual ...** p. 141-173.

BRASIL, F. C.; GENUNCIO, G. C.; ZONTA, E. *et al.* Parâmetros radiculares de *Brachiaria humidicola*: avaliação *in situ*, por análise de imagens. *In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XXIII*. Minas Gerais: UFLA/SBCS, 1998. **Resumos ...** p. 377.

BRASIL, F. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; OLIVEIRA, M. R. G. Dinâmica radical de gramíneas forrageiras: aplicação de novas tecnologias. *In: Conservação do Solo e da Água em Regadio: Investigação, Experimentação e Divulgação*, Universidade de Évora, 2004. **Acta das Comunicações** p. 49-61.

BRASIL, F. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; PACIORNIK, S.; *et al.* Distribuição vertical de características morfológicas do sistema radicular de *Brachiaria humidicola*. **Pasturas Tropicais**, v. 24, n. 3, p. 14-20, 2002.

CANTARUTTI, R. B.; FONSECA, D. M.; SANTOS, H. Q.; *et al.* Adubação de pastagens análise crítica. *In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, I*. Viçosa: UFV, 2002. **Anais...** p. 43-84.

CARVALHO, L. J. C. B. Aspectos do estabelecimento de pastagens consorciadas. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 70, p. 31-33, 1980.

COSER, A. C.; CRUZ FILHO, A. B. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, p. 410-416, 1989.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. Métodos de introdução de leguminosas em pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *In: ZOOTEC*, MG: 2003. **Anais...** p. 311-314.

DAZA, L. A. Recuperación de *Brachiaria decumbens* Stapf. mediante prácticas agronómicas. *In: Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, I*. Colombia: CIAT, 1990. **Memórias...** p. 929-934.

DE FARIA, V. P.; PEDREIRA, C. G. S.; SANTOS, F. A. P. Evolução do uso de pastagens para bovinos. *In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, XIII*. 1997. **Anais...** p. 1-14.

DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: Social and economic contributions. **Soil Biological Biochemistry**, v. 29, p. 771-774, 1997.

DOWLING, P. M.; CLEMENTS, R. J.; MCWILLIAM, J. R. Establishment and survival of pasture from seeds sown the soil surface. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 22, n. 1, p. 61-74, 1971.

EMBRAPA. **Recomendações Práticas para a Formação e Uso do Estilosantes Mineirão**. Campo Grande, MS. Campo Grande, MS, 1996. 5p. (EMBRAPA-CNPQC. Documentos, 15).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasil: 1999. 412p.

EMBRAPA. **Estilosantes Campo Grande Situação Atual e Perspectivas**. Campo Grande, MS, 2002. (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte).

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal**. Campo Grande: EMBRAPA GADO DE CORTE, 2000. v. 61.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: MATTOS, H. B., WERNER, J. C., YAMADA, T., MALAVOLTA, E. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: **Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1986; p. 93-123.

FONSECA, E. L.; ROSA, L. M. G.; FONTANA, D. C. Caracterização espectral de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 365-371, 2002.

GOMIDE, J. A. Adubação de pastagens estabelecidas. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, VII. Piracicaba: FEALQ, 1985. **Anais...** p. 270.

GONÇALVES, A. S.; MONTEIRO, M. T.; GUERRA, J. G. M.; *et al.* Biomassa microbiana em amostras de solos secadas ao ar e reumedecidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 651-658, 2002.

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L. Avaliação agrônômica de *Brachiaria humidicola* em consorciação com leguminosas forrageiras tropicais em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, p. 699-708, 1994.

HODGSON, J.; SILVA, S. C. S. Sustainability of grazing systems: Goals, Concepts and methods. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, Paraná: 1999. **Anais...** p. 10-22.

HOHNWALD, S.; RISCHKOWSKY, B.; SCHULTZE-KRAFT, R.; *et al.* Experiences with legumes as part of a ley pasture in a low input farming system of North-Eastern Pará, Brazil. **Pasturas Tropicales**, v. 27, p. 2-12, 2005.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical forages: their role in sustainable agriculture**. Harlow, UK: Logman, 1995. 410p.

JARVIS, S. C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B. **Nitrogen cycling in grazing systems**. In: **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2000. 531p.

LASCANO, C. E. Selective grazing on grass-legume mixtures in tropical pastures. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, Paraná: 1999. **Anais...** p. 151-164.

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. B. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, XII. Piracicaba: FEALQ, 1994. **Anais...** p. 267-297.

LONG, S. P.; HÄLLGREN, J.-E. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. In: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. C., LONG, S. P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall, 1993; p. 129-167.

- LOVADINI, L. A. C. Método de plantio para soja perene (*Glycine wightii* Verdc.). **Bragantia**, v. 30, p. 17-19, 1971.
- LOWE, K. F. Methods of establishment of legume into native pastures. **Tropical Grasslands**, v. 6, n. 3, p. 246-249, 1972.
- LUDLOW, M. M. Stress physiology of tropical pasture plants. **Tropical Grasslands**, v. 14, p. 136-145, 1980.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXIII. Viçosa: UFV, 1995. **Anais...** p. 28-62.
- MACNICOL, P. T. Rapid metabolic changes in the wounding response of leaf discs following excision. **Plant Physiology**, v. 57, p. 80-84, 1976.
- MAGIERO, J. Q. Estratégias de manejo da adubação nitrogenada e potássica em uma pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida em Planossolo da Baixada Fluminense, durante a estação chuvosa. Seropédica: UFRRJ, 2004. 73p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).
- MAGIERO, J. Q.; ROSSIELLO, R. O. P.; ABREU, J. B. R.; *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida em Planossolo da Baixada Fluminense. **Pasturas Tropicales**, v. 27, n. 3, p. 72-76, 2005.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. O método de pontos. **Acta Botanic Brasiliensis**, v. 4, p. 95-122, 1990.
- MARTHA-JUNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; *et al.* Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. **Grass & Forage Science**, v. 59, n. 1, p. 80-90, 2004.
- MARTORANO, L. G.; MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; *et al.* Disponibilidade climática para cultivo da bananeira na região de Seropédica / Itaguaí-RJ. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, X. Piracicaba: SBA, 1997. **Anais...** p. 301-303.
- MATHWORKS, I. Image Processing Toolbox for use with MATLAB Release. 12. Image Processing Toolbox User's Guide Revised for Version 2.2.2. MATHWORKS, Inc., 2000.
- MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; *et al.* **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.
- MEIRELES, N. M. F. Degradação de pastagens: critérios de avaliação. In: Encontro sobre Recuperação de Pastagens, São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1999. **Anais...** p. 15-22.
- MESQUITA, E. E.; FONSECA, D. M.; PINTO, J. C.; *et al.* Métodos de estabelecimento e doses de calcário, gesso e fósforo na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens* e *Stylosanthes guianensis*. **Pasturas Tropicales**, v. 24, n. 3, p. 8-13, 2002.

MILES, J. W.; MAASS, B. L.; KELEMU, S.; *et al.* Avances en la selección de germoplasma forrajero para los Llanos Orientales. *In: Taller Regional "Agrociencia y Tecnología para el Siglo XXI en la Orinoquia Colombiana", Meta, Colombia: Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología, Corpoica Regional Ocho, 1996. p. 333-334.*

NAKAMAE, I. J. PASTRELLO, C. P. ANUALPEC - Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo. 2004.

NASCIMENTO-JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; MARCELINO, K. R. A.; *et al.* **A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados** *In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem: Produção Animal em Pastagens, XX. Piracicaba: FEALQ, 2003. Anais... p. 1-82.*

NOBEL, P. S.; FORSETH, I. N.; LONG, S. P. Canopy structure and light interception. *In: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. C., LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual.* London: Chapman & Hall, 1993; p. 79-90.

NORMAN, J. M.; ARKEBAUER, T. J. Predicting canopy light-use efficiency from leaf characteristics. *In: HANKS, J., RITCHIE, J. T. Modeling plant and soil systems.* Madison: American Society of Agronomy, Inc., 1991; p. 125-144.

NORMAN, M. J. T. **The establishment of pasture species on arable land at Katherine, N.T.** Melbourne, 1961. 18p. (CSIRO. Technical Paper, 11).

NOVELLY, P. E.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. A. Efeito de métodos de plantio na germinação e estabelecimento de duas leguminosas forrageiras tropicais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 14, p. 88-98, 1985.

OLIVEIRA, O. C. Parâmetros químicos e biológicos relacionados com a degradação de pastagens de *Brachiaria* spp. no Cerrado brasileiro. Seropédica: UFRRJ, 2000. 243p. (Tese de Doutorado).

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; LOPES, F. C. F.; *et al.* Caracterização morfofisiológica do relvado de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXXI. Campo Grande: 2004. Anais... p. 4p.*

PAULINO, V. T.; BEISMAN, D. A.; FERRARI-JÚNIOR, E.; *et al.* Adubação nitrogenada na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período da seca. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32. 1995. Anais... p. 23-25.*

PEREIRA, J. M. Produção e Persistência de Leguminosas em Pastagens Tropicais. *In: II Simpósio de Forrageiras e Pastagens. In: Simpósio de Forrageiras e Pastagens - TEMAS EM EVIDÊNCIA, II. Lavras, MG: Núcleo de Estudos em Forragicultura-UFLA, 2001. p. 111-142.*

PEREIRA, J. M. Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: Onde estamos? Para onde vamos? *In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, Viçosa, MG: UFV, 2002. Anais... p. 109-148.*

PERES, R. M. **Persistência de leguminosas em pastagens consorciadas tropicais**. Nova Odessa, SP, 1988. 26p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 27).

PERIN, A. Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva do solo e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo. Seropédica: UFRRJ, 2001. 80p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia Ciência do Solo).

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RAMOS, P. D.; CASTRO, A. F.; CAMARGO, M. N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 8, n. Série Agronomia, p. 1-27, 1973.

RAPOSO, T. P.; MOURA, T. T. P.; STOCCO, C.; *et al.* Estudos sobre o sistema radicular de *Brachiaria humidicola* em um Planossolo da área experimental do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. *In: Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, X.* Seropédica: Editora da Universidade Rural, 2000. **Anais...** p. 85-86.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6^a ed.; Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; *et al.* Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, v. 54, p. 1-55, 2003.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; PEREIRA, J. M. Época de colheita de sementes de *Desmodium ovalifolium* (Wall.) cv. Itabela. **Pasturas Tropicais**, v. 24, n. 3, p. 2-7, 2002.

ROBINSON, G. S.; CROSS, M. W. Improvement of some New Zealand grassland by oversowing and overdrilling. *In: International Grassland Congress, VIII.* England: University of Reading, 1961. **Proceedings...** p. 402-405.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. *In: Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, II.* Jaboticabal: FUNEP, 1993. **Anais...** p. 17-61.

ROLON, J. D.; PRIMO, A. Experience in regional demonstration trials in Brazil. *In: SANCHES, P. A., TERGAS, L. E. Pastures productions in acid soils of the tropics.* CIAT, 1979; p. 117-130.

ROSA, S. R. A.; PORTES, T. A.; OLIVEIRA, I. P. Análise de crescimento em Braquiária nos sistemas de plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, p. 9-17, 2004.

RUSSELLE, M. P. Nitrogen cycling in pastures and range. **Journal of Production Agriculture, Madison**, v. 5, p. 13-23, 1992.

SANABRIA, D.; MANRIQUE, U.; RODRÍGUEZ, M.; *et al.* Siembra de leguminosas en un pastizal establecido de *Brachiaria decumbens*. **Zootecnia Tropical**, v. 13, p. 245-260, 1995.

SANZONOWICZ, C.; BARCELLOS, A. O.; COUTO, W.; *et al.* Identificação de deficiência nutricional de pastagem e sua recuperação. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987; p. 146-149.

SCURLOCK, J. M. O.; PRINCE, S. D. Remote sensing of biomass and productivity. *In*: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. C., LONG, S. P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall, 1993; p. 22-35.

SILVA, G. Seed rate, soil preparation and phosphate fertilization on the establishment of *Stylosanthes guyanensis* into a sward of *Hyparrhenia rufa*. La Molina: National Agrarian University, 1974. 121p. (Tesis of Master).

SKERMAN, P. J.; CAMERON, D. G.; RIVEROS, F. **Leguminosas forrajeras tropicales**. 1^a ed.; Roma: FAO, 1991. 707p.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, v. 23, p. 25-32, 2005.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Inibição da germinação e alongamento da radícula de invasoras de pastagens pelos extratos aquosos de gramíneas forrageiras tropicais. **Pasturas Tropicais**, v. 19, p. 45-50, 1997.

STANIZIO, R. M.; LEITE, G. G.; VILELA, L. Efeito alelopático de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o crescimento de plantas de quatro leguminosas forrageiras. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXVIII. João Pessoa: SBZ, 1991. **Anais...** p. 95.

TA, T. C.; FARIS, M. A. Species variation in the fixation and transfer of nitrogen from legumes to associated grasses. **Plant and Soil**, v. 98, p. 265-274, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3^a ed.; Porto Alegre: Artmed, 2004. vol. Tradução: E.R. Santarém.

URQUIAGA, S.; CADISH, G. P. J. M.; ALVES, B. J. R.; *et al.* Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, p. 2099-2106, 1998.

VALLE, L. C. S.; SILVA, J. M.; SCKUNKE, R. M. Ganho de peso de bovinos em pastagens de *Brachiaria decumbens* pura e consorciada com *Stylosanthes* ssp. cv. Campo Grande. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXVIII. Piracicaba: FEALQ, 2001. **Anais...** p. 175-176.

VARELLA, C. A. A.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; *et al.* Determinação da cobertura do solo por análise de imagens e redes neurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 1-13, 2002.

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. D. V. A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na reserva biológica do Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia**, v. 52, n. 80, p. 17-30, 2001.

VIERA-VARGAS, M. S.; SOUTO, C. M.; URQUIAGA, S.; *et al.* Quantification of the contribution of N₂ fixation to tropical forage legumes and transfer to associated grass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 1193-1200, 1995.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa, 1984. 49p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 18).

ZIMMER, A. H. Consorciação com Leguminosas e Bancos de Proteínas para Pastagem de capins do Gênero *Brachiaria*. *In: Encontro sobre Capins do Gênero Brachiaria*, Nova Odessa: IZ, 1987. **Anais...** p. 197-234.

ZIMMER, A. H.; CORREA, E. S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto? *In: Encontro sobre Recuperação de Pastagens, I*. Nova Odessa: IZ, 1993. **Anais...** p. 1-26.

ZIMMER, A. H.; CORREA, E. S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto? *In: Encontro sobre Recuperação de Pastagens, II*. Nova Odessa: IZ, 1999. **Anais...** p. 3-13.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. *In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, I*. Lavras: UFLA, 2000. **Anais...** p. 1-49.