

Rayssa Pereira Vicentin

**Características químicas e microbiológicas do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas forrageiras.**

Recife, maio de 2011.

Rayssa Pereira Vicentin

**Características químicas e microbiológicas do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas forrageiras.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Ciência do Solo.

Recife, maio de 2011.

Rayssa Pereira Vicentin

**Características químicas e microbiológicas do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas forrageiras.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia /Ciência do Solo.

Orientador:

---

Dr. Mario de Andrade Lira Junior

Examinadores:

---

Dra. Ana Dolores Santiago de Freitas

---

Dra. Caroline Miranda Biondi

---

Dr. José Carlos Batista Dubeux

Recife, maio de 2011.

*Dedico aos meus pais, Odorides Vicentin e Erlani Pereira, pelo incansável incentivo aos estudos. Ao MUR pela formação cristã, profissional e pessoal.*

## ***Agradecimentos***

O Deus por ter me concedido força pra superar todas as dificuldades enfrentadas durante o curso e por cada pessoa que colocou no meu caminho.

A toda a minha família, em especial meus pais, irmãos e sobrinhos, que me apoiaram nessa vida cigana, entendendo minha ausência e me reanimando quando eu achava que não aguentaria mais.

Ao CNPq e a CAPES pela viabilização financeira do Projeto.

A FACEPE pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela concessão da área experimental e pelo suporte durante a condução do ensaio de campo e das coletas amostrais.

A UFRPE, em particular o Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela infra-estrutura para o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo por todo conhecimento concedido por meio das disciplinas e no convívio.

Ao meu orientador Mario de Andrade Lira Junior, por toda paciência, motivação, conselhos, conhecimento e amizade a mim dedicados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus coorientadores José Carlos Batista Dubeux Junior e Márcia do Vale Barreto Figueiredo pelo acompanhamento durante o trabalho.

Ao professor Clístenes e a professora Betânia pela disponibilização dos laboratórios aos quais são responsáveis e também aos seus orientados que nos receberam e auxiliaram por muitas vezes.

A Socorro por toda amizade, paciência e compreensão.

Aos meus amigos e colegas que estiveram envolvidos e me ajudaram na execução deste trabalho: André, Erika, Altanys, Paulo, Xanda, Gláucia, Luana, Aline, Fabiane, Débora, Douglas e Ivanete.

Aos demais orientados do professor Mario, pelo convívio e contribuição nas discussões sobre o trabalho.

Aos amigos do curso: Karla, Raiana, Cybelle, Vinícius, Marcelo, Thales, Wagner e Artenisa, pela amizade e ajuda em muitos momentos.

A amiga Daniela Batista por me receber em sua casa.

Aos amigos da UFRRJ, Adilson, Andréa, Anelize, Wellington, Aline, Valcimar, Manoel, Edvar, Eliza (1 e 2), Karla, Paulo Ivan e Andréa Lima, que mesmo a distância foram muito presentes durante o mestrado, obrigado “amigos pela fé”.

A Everton Gomes do Santos e família por me escutarem várias vezes, incentivarem e acolherem como se fosse da família.

Aos meus grandes amigos João Luiz Bastos e Fabiana Dias pela amizade, ajuda em vários momentos difíceis e pelos ensinamentos no ambiente de pesquisa.

Aos amigos do colégio agrícola Nilo Peçanha: João Batista, Marília, Jeferson, Portílio, Claudinha, Renato, Dayana, Ariana, Loreane e Daianny pela amizade sem igual.

E a toda sociedade brasileira, os verdadeiros financiadores do ensino e da pesquisa.

## **Biografia do autor**

RAYSSA PEREIRA VICENTIN, natural de Arenápolis – MT, graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em março de 2008. Em 2009 ingressou no curso de mestrado do programa de pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, obtendo o título em maio de 2011.

## Índice Geral

Índice de Tabelas.....	ix
Índice de Figuras .....	x
Resumo .....	xi
Abstract.....	xii
1. Introdução .....	13
2. Revisão de Literatura .....	14
2.1 Solo no sistema de pastagem.....	14
2.2 Matéria orgânica no ecossistema pastagem.....	16
2.3 Importância da biomassa microbiana.....	16
2.4 Dinâmica de Nitrogênio.....	17
3. Material e Métodos.....	19
3.1 Instalação e condução do ensaio em campo .....	19
3.2 Amostragem e variáveis analisadas.....	22
4. Resultados e Discussão .....	24
4.1 Características químicas.....	24
4.2 Características microbiológicas.....	35
5. Conclusão .....	36
6. Referências Bibliográficas .....	37



## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Caracterização química do solo da área experimental localizado no município de Itambé-PE, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. ....	20
<b>Tabela 2.</b> Estirpes recomendadas pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAb) para as leguminosas forrageiras utilizadas no estudo. ....	21
<b>Tabela 3.</b> Contrastes entre os tratamentos de braquiária solteira com e sem adubação nitrogenada e entre os tratamentos de braquiária com e sem consórcio com leguminosas forrageiras. ....	26
<b>Tabela 4.</b> Valores de potássio trocável ( $K^+$ ) em $cmol_c.dm^{-3}$ de solo nos diferentes tratamentos de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em interação com o tipo de cobertura vegetal. ....	32
<b>Tabela 5.</b> Teores de fósforo disponível (P) em $mg.dm^{-3}$ de solo nos diferentes tratamentos de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em interação com o tipo de cobertura vegetal do solo na profundidade de 0-10 cm. ....	35
<b>Tabela 6.</b> Características microbiológicas do solo apresentadas pelos tratamentos de braquiária com a presença de leguminosas forrageiras. ....	35

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema ilustrativo das parcelas de braquiária em consórcio com leguminosas forrageiras e da amostragem de solo realizada em transecto. ....	21
<b>Figura 2.</b> Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período entre a coleta para caracterização do solo (maio de 2008) até a coleta para análises laboratoriais (março de 2010). .....	22
<b>Figura 3.</b> Comparação dos valores de pH do solo nas faixas de cultivo de braquiária e leguminosas em pastagem consorciada. ....	25
<b>Figura 4.</b> Comparação entre os teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) apresentado pelo solo nas faixas de cultivo de braquiária e leguminosa e nos diferentes tratamentos em pastagem consorciada. ....	27
<b>Figura 5.</b> Saturação por alumínio nos diferentes tratamentos de braquiária em consórcio com leguminosas forrageiras na profundidade de 10-20 cm. ....	28
<b>Figura 6.</b> Saturação por alumínio nas diferentes coberturas do solo de pastagem de braquiária consorciada. ....	29
<b>Figura 7.</b> Teores de magnésio ( $Mg^{2+}$ ) do solo nas faixas de plantio de braquiária e leguminosa e nos diferentes tratamentos em pastagem de braquiária consorciada na profundidade de 0-10 cm. ....	31
<b>Figura 8.</b> Valores de soma de bases do solo nas faixas sob cultivo de braquiária e leguminosas em pastagem consorciada. ....	34
<b>Figura 9.</b> Efeito do tipo de cobertura vegetal sobre a respiração basal do solo (RBS). ....	36

VICENTIN, Rayssa Pereira, Ma., Universidade Federal Rural de Pernambuco, maio de 2011. Características químicas e microbiológicas do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas forrageiras. Mario de Andrade Lira Junior; José Carlos Batista Dubeux Junior; Márcia do Vale Barreto Figueiredo.

## Resumo

A exploração extensiva de pastagens é o principal sistema de produção de carne no Brasil. Geralmente a produtividade logo após a implantação da pastagem é alta, mais cai após alguns anos, apresentando sinais de degradação. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes na degradação, devido ao alto custo da adubação e elevadas perdas apresentadas pelo sistema. Uma alternativa à adubação nitrogenada é o cultivo de leguminosas forrageiras que fixam nitrogênio pela sua simbiose com rizóbios e que possuem baixa relação C/N. Considerando o uso potencial de leguminosas em pastagens, este trabalho visa analisar o efeito da implantação de leguminosas forrageiras em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* sobre fertilidade e microbiologia do solo. Para tanto estão sendo cultivadas parcelas de 540 m<sup>2</sup> com *Arachis pintoi* Krap & Greg cv. Amarillo, *Clitoria ternatea* L., *Calopogonium mucunoides* Desv. e Estilosantes Campo Grande, que corresponde a uma mistura de 80:20 em peso das espécies *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*, intercaladas por linhas de *B. decumbens*, bem como dois tratamentos somente com braquiária, com e sem adubação nitrogenada, totalizando seis tratamentos. PH, Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, P, SB e m foram avaliados nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, e valores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS), respiração basal do solo (RBS), coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>), relação entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana (C/N) na profundidade de 0-10cm. A amostragem foi realizada em transecto paralelo ao comprimento da parcela, representando as faixas de leguminosa e gramínea. As faixas sob leguminosas apresentaram menor respiração basal do solo, pH, soma de bases, magnésio e potássio trocáveis, enquanto alumínio e saturação por alumínio aumentaram. Houve incremento de cálcio em comparação com o início do experimento. A modificação na fertilidade do solo em função da leguminosa deve ser considerada nas recomendações de correção do solo e fertilização.

VICENTIN, Rayssa Pereira, Ma., Universidade Federa Rural de Pernambuco, maio de 2011. Características químicas e microbiológicas do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas forrageiras. Mario de Andrade Lira Junior; José Carlos Batista Dubeux Junior; Márcia do Vale Barreto Figueiredo.

## **Abstract**

Extensive grazing is the main Brazilian meat production system. Usually pasture yield soon after implantation is high, but it declines after a few years of exploration, showing degradation signs. Nitrogen is one of the most important nutrients on degradation, due to both high costs of fertilization and nutrient loss by the system. An alternative to nitrogen fertilization is the use of forage legumes, which fix nitrogen due to their symbiosis with rhizobia, and which have a lower C/N ratio. Considering the potential use of legumes in pastures, this work aims to evaluate the effect of forage legume implantation in degraded *Brachiaria decumbens* pasture on soil fertility and microbiology. To this end, 540 m<sup>2</sup> plots are being cultivated with *Arachis pintoi* Krap & Greg cv Amarello, *Clitoria ternatea* L., *Calopogonium mucunoides* Desv and Campo Grandes *Stylosanthes*, which is a 80:20 weight basis mix of *Stylosanthes capitata* and *S. macrocephala* intercalated with *B. decumbens* lines, as well as two brachiaria only treatments, with and without nitrogen fertilizer, totaling six treatments. pH, Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, P, sum of basis (SB) and aluminum saturation (m) were evaluated at 0-10, 10-20 and 20-40 depths, and soil microbial biomass carbon (C-BMS) and nitrogen (N-BMS), soil basal respiration (RBS), metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>), and carbon and nitrogen ratio of the microbial biomass (C/N) at the 0-10 cm depth. Sampling was on a transect parallel to plot length, representing legume and grass strips. Legume strips had lower soil basal respiration, pH, sum of basis, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> while Al<sup>3+</sup> and aluminum saturation increased. Calcium increased in comparison to the values before the experiment. Changes in soil fertility due to legumes must be considered for soil correction and fertilization recommendations.

## 1. Introdução

A exploração extensiva de pastagens é a principal forma de produção de carne e leite de bovinos no Brasil (EUCLIDES, VALLE, *et al.*, 2010). Este sistema de produção é usado pela maioria dos pecuaristas nos trópicos devido ao baixo custo de produção (SANTOS, FONSECA, *et al.*, 2009). Logo após sua instalação as pastagens apresentam alto poder de produção, e o solo tem elevada fertilidade, em grande parte devido à queima da vegetação nativa no momento de instalação, conferindo valores altos de nutrientes ao solo com disponibilidade imediata (BRAZ, URQUIAGA, *et al.*, 2004).

No entanto, ao longo do tempo, parte dos nutrientes presentes nos sistemas de pastagens é exportada via produção animal, outra parte é perdida por lixiviação ( $K^+$ ,  $NO_3^-$ , e  $SO_4^{2-}$ ) ou volatilização ( $NH_3$ ). A reposição destes nutrientes, através de calagem e adubações é pouco realizada por parte dos produtores devido ao elevado custo (BRAZ, URQUIAGA, *et al.*, 2004).

A queda dos nutrientes disponíveis no solo, principalmente nitrogênio e fósforo, leva a um processo de degradação que pode ser observado através do baixo rendimento de biomassa da forragem, áreas de solo descobertas, surgimento de plantas invasoras e até de processos erosivos (STABEN, BEZDICEK, *et al.*, 1997).

Pastagens degradadas ocupam 30 milhões de ha no Brasil (ZIMMER, MACEDO, *et al.*, 1994), que são usualmente abandonadas, levando à abertura de novas áreas de vegetação nativa para serem ocupadas por pastagens cultivadas (WILSEY, PARENT, *et al.*, 2002).

Diante da deficiência de nitrogênio apresentada pelas pastagens, leguminosas forrageiras têm se mostrado bastante promissoras para aumentar a quantidade de nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio realizada a partir da associação da leguminosa com rizóbios, e pela deposição de material vegetal de melhor qualidade que as gramíneas, com baixa relação C/N e, portanto, ciclagem mais rápida (CARVALHO e PIRES, 2008).

Exemplos de sucesso da introdução de leguminosas forrageiras em pastagens são observados nas regiões norte e centro-oeste do país com os

gêneros *Arachis* spp, *Leucaena* spp., *Desmodium* spp. e *Stylosanthes* spp (PACIULLO, AROEIRA, *et al.*, 2003; CARVALHO e PIRES, 2008). Entretanto tornam se necessários estudos locais sobre a adaptação de tais leguminosas as condições de clima e solo apresentadas pela região nordeste, bem como as alterações realizadas pelas mesmas nos sistemas de pastagens na recuperação da qualidade do solo.

O solo por sua vez, é um componente que merece destaque no estudo de ecossistemas de pastagens, por ser a fonte de nutrientes para as forrageiras e a base de toda a cadeia trófica do sistema. A manutenção de sua qualidade garante a produtividade e sustentabilidade do sistema em longo prazo.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Solo no sistema de pastagem**

Na busca de uma atividade agrícola sustentável, a qualidade do solo é de fundamental importância para a manutenção do sistema e preservação dos recursos naturais (CASALINHO, MARTINS, *et al.*, 2007). Segundo Doran e Parkin (1994), qualidade do solo é a capacidade de um solo sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal.

Um dos principais sistemas produtivos no Brasil, as pastagens cultivadas ou nativas ocupam 190 milhões de hectares (KASCHUK, ALBERTON e HUNGRIA, 2010), compreendendo cerca de 17% do território nacional com pastagens naturais e 31% com pastagens plantadas, enquanto no estado de Pernambuco as áreas ocupada por pastagens nativas e plantadas correspondem a 24% e 12%, respectivamente (IBGE, 2007).

No cenário nacional, a pastagem tem grande importância na produção animal, devido principalmente ao baixo custo de produção (SANTOS, FONSECA, *et al.*, 2009), sendo responsável por 90% do suprimento nutricional dos ruminantes (EUCLIDES, VALLE, *et al.*, 2010).

Geralmente, logo após a implantação a pastagem apresenta alto poder produtivo devido à disponibilização de nutrientes pela queima da vegetação nativa. Após algum tempo, a perda de nutrientes devido a lotações de animal inadequadas juntamente com a sazonalidade de produção das forrageiras que diminuem a produção de biomassa no período seco, desencadeiam a queda da produção e o início do processo degradativo (BRAZ, URQUIAGA, *et al.*, 2004).

Frazão *et al.* (2008), estudando um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO no bioma cerrado observaram que a ausência de reforma das pastagens e reposição de nutrientes também são fatores de importância para a queda da produtividade em sistemas de pastagem pela redução da fertilidade do solo e dos teores de matéria orgânica.

Para Braz *et al.* (2004), em situações que o solo não supre as necessidades nutricionais da planta forrageira, há redução na fotossíntese. Isto leva a uma drástica queda de produção, surgimento de plantas invasoras e o desenvolvimento de componentes da fauna do solo que se alimentam de matéria orgânica depositada, como cupins de montículo.

A degradação do solo em pastagens também é observada através de processos erosivos, redução de matéria orgânica, perda de nutrientes, compactação do solo, redução de populações microbianas, de atividades enzimáticas e pH (STABEN, BEZDICEK, *et al.*, 1997).

Oliveira *et al.* (2003) aponta a calagem como a primeira ação para a restituição da fertilidade do solo. Além da calagem, a adubação de manutenção da fertilidade do solo é apontada como prática fundamental na sustentação do sistema solo-planta-animal (PIMENTA, ZONTA, *et al.*, 2010).

Para Euclides *et al.* (2010) é necessário um manejo que conserve a qualidade da pastagem como a escolha de forrageira adaptada as condições edafo-climáticas, lotação adequada de animais, e manutenção da qualidade do solo (teores elevados de matéria orgânica, alta capacidade de troca catiônica e reposição dos nutrientes perdidos).

## **2.2 Matéria orgânica no ecossistema pastagem**

A matéria orgânica do solo é a principal responsável pela CTC em solos tropicais, bem como sua maior reserva de nitrogênio. Nos primeiros anos após a instalação da pastagem observa-se uma queda do seu teor no solo, devido a queima da vegetação, e após 100 anos seus valores podem aumentar até 54% sobre o valor encontrado na floresta nativa (CERRI, PAUSTAIN, *et al.*, 2003).

Por exemplo, teores de matéria orgânica superiores a áreas nativas são observados por Braz *et al.* (2004) avaliando pastagem de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha* após 19 anos de implantação. Este aumento se deve ao uso de forrageiras com sistema radicular profundo, formada por resíduos de baixa qualidade (uma alta relação carbono/nutrientes) e decomposição mais lenta, segundo Fisher *et al.* (1994).

Outros autores indicam que os teores de matéria orgânica podem apresentar-se menores que em áreas nativas adjacentes após uso por longo tempo como pastagem, se esta estiver degradada (FRAZÃO, PÍCCOLO, *et al.*, 2008). Em sistemas com maior lotação animal, quantidade significativa de biomassa produzida é consumida pelo animal (BRAZ, URQUIAGA, *et al.*, 2004), diminuindo a quantidade de resíduo vegetal depositado ao solo, com maior exportação e perda de nutrientes, em particular nitrogênio.

A qualidade do material vegetal depositado é outro fator a se considerar para a manutenção da produtividade da pastagem, uma vez que a baixa qualidade da matéria orgânica pode acarretar em imobilização dos nutrientes pela microbiota e diminuição da disponibilidade dos nutrientes à planta (DUBEUX-JUNIOR, SOLLENBERGER, *et al.*, 2007), contribuindo para o processo de degradação da pastagem.

## **2.3 Importância da biomassa microbiana**

Os nutrientes armazenados na matéria orgânica são disponibilizados às plantas pela decomposição, intermediada principalmente pela biomassa microbiana do solo (VAN DER HEIDJEN, BARDGETT e VAN STRAALLEN,



2008; KASCHUK, ALBERTON e HUNGRIA, 2010). A biomassa microbiana diminui a disponibilização de nutrientes por meio da competição (imobilização) e pela produção de formas móveis do nutriente potencialmente lixiviadas (VAN DER HEIDJEN, BARDGETT e VAN STRAALLEN, 2008).

Nos solos, a biomassa microbiana apresenta um papel importante principalmente nos ciclos de carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre. Nestes ciclos, atua simultaneamente como compartimento de reserva e como catalisadora da mineralização destes nutrientes pela decomposição da matéria orgânica. Sua atividade sofre alteração pela qualidade e quantidade de material vegetal depositado no solo (SOUZA, COSTA, *et al.*, 2010) e pode ser utilizada como indicador de qualidade do solo.

Segundo Souza *et al.* (2006), a qualidade do solo pode ser monitorada pela biomassa que em situações de equilíbrio ecológico torna-se mais eficiente, perdendo menos carbono (C) na forma de CO<sub>2</sub> pela respiração e incorporando uma fração significativa ao tecido microbiano, com isso, solos com baixo coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>, relação entre respiração e carbono da biomassa microbiana) estariam mais próximos do estado de equilíbrio.

Souza *et al.* (2010) observaram que em situações de elevação da pressão de pastejo combinadas com estresse hídrico, ocorre diminuição nos teores de C, N e P da biomassa microbiana e aumento do qCO<sub>2</sub>, enquanto se a pressão de pastejo for moderada isto não ocorre.

## **2.4 Dinâmica de Nitrogênio**

Após vários anos de uso as pastagens geralmente apresentam baixos teores de N pela exportação pela produção de leite e carne (SILVA, BURITY, *et al.*, 2001), volatilização como amônio e por lixiviação do N da urina do animal que deposita uma quantidade que supera a demanda momentânea da forragem por nitrogênio e a capacidade do solo em adsorver (DUBEUX-JUNIOR, SOLLENBERGER, *et al.*, 2007). Estas perdas são mais acentuadas com o superpastejo.

Outra forma de indisponibilidade de N à forrageira é por meio da imobilização microbiana, quando há uma baixa relação entre o nitrogênio mineral e a biomassa microbiana, já que esta consome o N mineral, diminuindo a disponibilidade de N para a planta (PURAKAYASTHA, SMITH e HUGGINS, 2009).

As entradas de nitrogênio no ecossistema pastagem se dão geralmente por adubação nitrogenada e pela introdução de leguminosas forrageiras (ANDRADE, VALENTIM e CARNEIRO, 2002). A adubação mineral permitiu ganhos na biomassa seca da pastagem e no número de perfilhos (BRAZ, URQUIAGA, *et al.*, 2004), entretanto tem sido pouco utilizada devido à baixa eficiência dos adubos nitrogenados e seus elevados custos (CANTARUTTI e BODDEY, 1997).

A consorciação de gramíneas com leguminosas, além de servir como aporte de N, confere vários benefícios tais como: aumento da oferta de forragem em algumas épocas do ano; melhoria da qualidade nutricional das forragens; aumento da produtividade animal; aumento da diversidade da pastagem; recuperação das áreas degradadas; redução da pressão ambiental por fertilizantes químicos e a tolerância ao sombreamento (CARVALHO e PIRES, 2008) e tem sido citada por muitos autores como uma alternativa econômica para a melhoria das pastagens (PACIULLO, AROEIRA, *et al.*, 2003; CARVALHO e PIRES, 2008; DU, TIAN, *et al.*, 2009).

Os gêneros *Stylosanthes* spp. (estilosantes), *Arachis* spp (amendoim forrageiro) e *Leucaena* spp. (leucena) têm se destacado por serem mais cultivados e mais promissores no mundo tropical (BARCELLOS, RAMOS, *et al.*, 2008).

Segundo Paciullo et al., (2003), o uso de *Stylosanthes guianensis* melhora o valor nutritivo da forragem na pastagem consorciada, por causa de seus maiores teores de proteína bruta e alta degradabilidade da matéria seca. Du et al., (2009) destacam o gênero *Stylosanthes* como uma das leguminosas mais importantes cultivadas em solos ácidos, onde a toxidez de alumínio e a deficiência de fósforo são presentes.

Para o sucesso da pastagem que utilize o consórcio de leguminosa com gramíneas é de suma importância a escolha da leguminosa que se adapte às condições edafo-climáticas e pressão de pastejo, e ainda que apresente alta capacidade de reprodução, alta eficiência com o simbiote que fixa o nitrogênio e boa competição com a gramínea que será cultivada em conjunto (CARVALHO e PIRES, 2008). Assim, este trabalho visa avaliar o efeito da implantação de leguminosas forrageiras sobre características de fertilidade e microbiologia do solo em uma pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1 Instalação e condução do ensaio em campo

O experimento foi instalado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco em Itambé – PE, 07°25'S e 35°06'W, na microregião da Mata Seca de Pernambuco, a 190 m de altitude, com precipitação média anual de 1300 mm. O clima é classificado como do tipo tropical chuvoso com verão seco As' segundo a classificação climática de Köpper-Geiger (IBGE, 1991). O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO segundo Jacomine *et al.* (1973) e atualizado conforme Embrapa (2006).

A área experimental foi cultivada com capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) desde o final da década de 1980. Antes da implementação do experimento, a análise de solo foi realizada nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, seguindo a metodologia usual (EMBRAPA, 2009), com resultados apresentados na **Tabela 1**. Na primeira semana de julho de 2008 a acidez do solo foi corrigida aplicando 1 Mg.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (80% PRNT), e foram realizadas adubações com 50 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, conforme as recomendações de adubações para o Estado de Pernambuco (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998). Outra aplicação de calcário dolomítico, superfosfato simples e cloreto de potássio foi realizada em setembro de 2009 na dosagem de 1 Mg.ha<sup>-1</sup> de calcário e adubações com 50

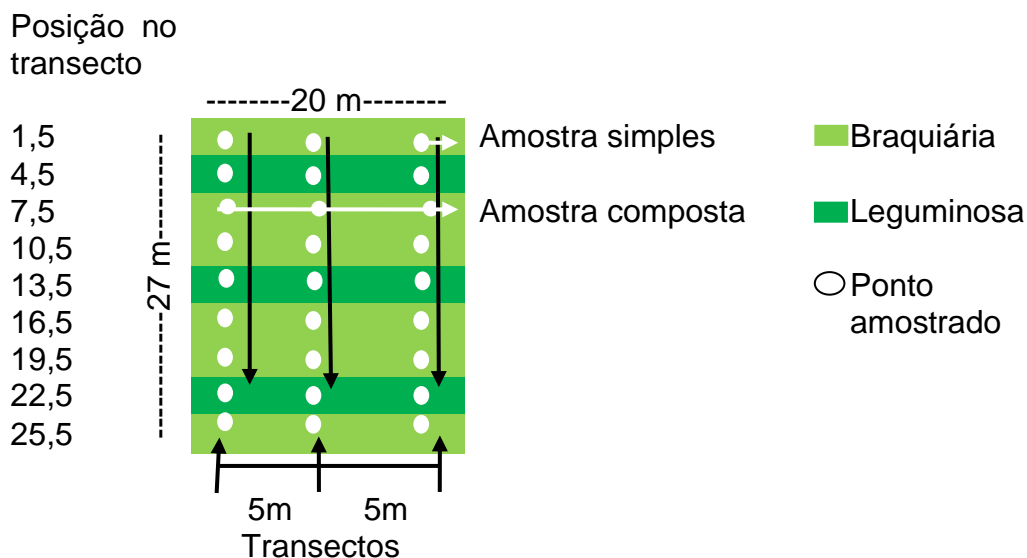
Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 Kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A aplicação do calcário e de ambos os adubos foi a lanço, sem incorporação.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo da área experimental localizado no município de Itambé-PE, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

Características químicas	Profundidade (cm)			CV (%)
	0-10	10-20	20-40	
pH (água)	5,14	5,09	4,93	5,8
P mg.dm <sup>-3</sup>	4,46	1,96	0,87	68,3
Na <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,46	0,51	0,46	18,5
K <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,11	0,07	0,06	66,1
Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	1,79	1,48	1,00	33,7
Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	2,13	1,87	1,56	34,1
Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,34	0,58	1,12	53,0
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	6,31	7,00	7,2	9,3
CO g.kg <sup>-1</sup>	18,62	23,18	37,04	68,6
MO g.kg <sup>-1</sup>	39,85	39,95	62,12	68,62

Foram avaliados seis tratamentos no delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos, sendo quatro implantações de leguminosas em consórcio com a braquiária e dois tratamentos mantendo braquiária pura, um não adubado (denominado BR-NA), e o outro (BR-AD) com aplicação de 60 Kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de uréia, sendo 30 kg de N aplicados no início do pastejo, em 2 de maio de 2009, e outros 30 Kg de N 56 dias após a primeira aplicação. As leguminosas avaliadas foram *Arachis pintoi* Krap & Greg cv. Amarillo (tratamento BR+AR), *Clitoria ternatea* L. (BR+CL), *Calopogonium mucunoides* Desv. (BR+CL) e Estilosantes Campo Grande (BR+ST), que corresponde a uma mistura de 80:20 em peso das espécies *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*, respectivamente.

As leguminosas foram plantadas na segunda semana de julho de 2008 em faixas de 3 m de largura espaçadas de 6 m, com a presença de braquiária entre as faixas da leguminosa (**Figura 1**). Cada parcela mede 540 m<sup>2</sup> (27 m x 20 m), com três faixas de leguminosa por parcela. As faixas para plantio das leguminosas foram obtidas por gradagem e aplicação de glifosato na gramínea pré-existente.



**Figura 1.** Esquema ilustrativo das parcelas de braquiária em consórcio com leguminosas forrageiras e da amostragem de solo realizada em transecto.

As sementes foram inoculadas com seus inoculantes específicos (**Tabela 2**). A inoculação compreendeu no umedecimento das sementes com solução a base de açúcar e misturada ao inoculante (estirpe recomendada homogeneizada em turfa esterilizada) e posteriormente as sementes foram secas à sombra. Depois de secas, foram plantadas utilizando as densidades de  $10 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semente para o amendoim forrageiro e cunhã e  $6 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semente pra calopogônio e  $5 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semente de estilosantes.

**Tabela 2.** Estirpes recomendadas pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAB) para as leguminosas forrageiras utilizadas no estudo.

Leguminosa	Gênero do Microrganismo	Estirpe recomendada
<i>Arachis pintoi</i> <sup>a</sup>	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6439, SEMIA 6440
<i>Calopogonium mucunoides</i> <sup>a</sup>	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6152
<i>Clitoria ternatea</i> <sup>b</sup>	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	BR 2001 e BR 2801
<i>Stylosanthes</i> sp <sup>a</sup>	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6154, SEMIA 6155

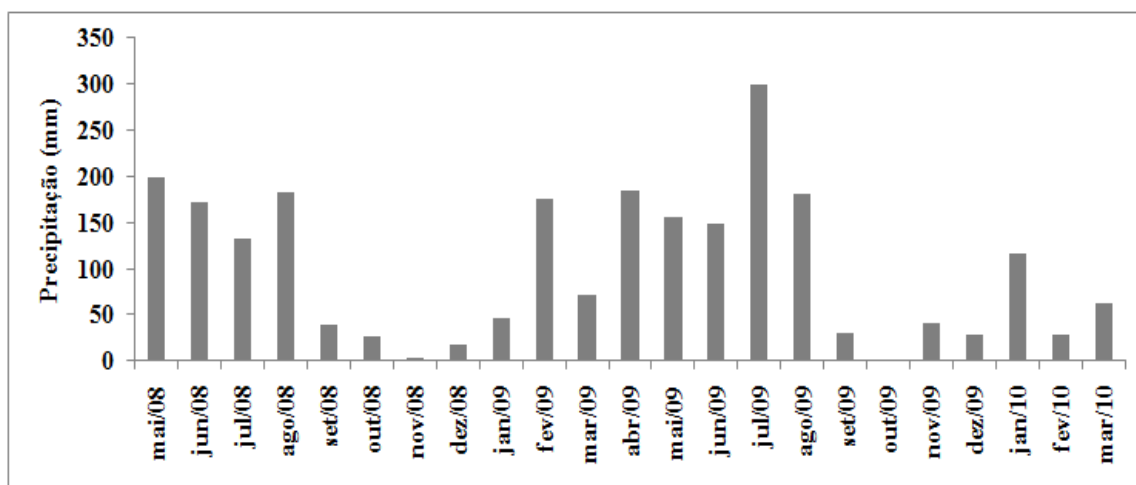
<sup>a</sup>SDA-MAPA, (2006).

<sup>b</sup>(CNPAB)

A área experimental foi pastejada em lotação intermitente empregando um bovino por parcela, de abril de 2009 até o momento de coleta das amostras. Durante sete dias consecutivos um bloco experimental recebia o pastejo e posteriormente passava por um período de pousio de 21 dias em que o pastejo ocorria nos demais blocos. A lotação empregada foi ajustada para manter a oferta de aproximadamente 1,2 Kg de matéria seca de forragem por Kg de animal vivo.

### 3.2 Amostragem e variáveis analisadas

A amostragem foi realizada em março de 2010, no final da época seca. Os dados de precipitação da implantação do experimento até a amostragem se encontram na **Figura 2**. Foram coletadas amostras simples aos 1,5; 4,5; 7,5; 10,5; 13,5; 16,5; 19,5; 22,5 e 25,5 m ao longo de três transectos paralelos ao comprimento da parcela, conforme **Figura 1**, com as três amostras simples formando uma amostra composta.



**Figura 2.** Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período entre a coleta para caracterização do solo (maio de 2008) até a coleta para análises laboratoriais (março de 2010).

Fonte: ITEP, (2011).

As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm para determinação de: pH (água), P (extraído com Mehlich-I e

determinado por colorimetria),  $K^+$  e  $Na^+$  (extraídos com Mehlich-I e determinado em fotômetro de chama),  $Al^{3+}$  (extraído com KCl e determinado por titulação),  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  (extraídos com KCl e determinado por absorção atômica), conforme EMBRAPA (2009). Foram calculados os valores de soma de bases (SB), que corresponde a soma das bases  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$ ,  $CTC_{efetiva}$  que corresponde a soma do valor SB com o teor de  $Al^{3+}$  trocável para o cálculo da saturação por alumínio (m), que é a razão entre o Al trocável e a  $CTC_{efetiva}$ .

Uma porção de cada amostra da profundidade de 0-10 cm foi refrigerada e destinada para determinação de: carbono da biomassa microbiana (C-BMS), utilizando o método de irradiação-extração (ISLAM e WEIL, 1998) com determinação por colorimetria (BARTLETT e ROSS, 1988), respiração basal do solo (RBS) e coeficiente metabólico ( $qCO_2$ ) segundo Silva et al. (2007), nitrogênio na biomassa microbiana (N-BMS) segundo Mendonça e Matos (2005), utilizando o método irradiação-extração adaptado de Islam e Weil (1998) e determinação por digestão sulfúrica seguida de destilação e titulação adaptado de Kjeldahl (1883), e calculado a relação entre o carbono e nitrogênio presente na biomassa microbiana (C-BMS/N-BMS).

Os dados foram inicialmente avaliados quanto à necessidade de transformações e eliminações de outliers utilizando o Guided Data Analysis procedure do SAS, sendo seguidas as suas recomendações. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se GLM do SAS (SAS Inst. Inc., 1999), considerando um esquema em faixas, com a parcela principal os tratamentos de braquiária em consórcio com as leguminosas e faixas formadas pela cobertura do solo (braquiária e leguminosa). Foi realizado teste de contraste ortogonal entre os tratamentos com braquiária solteira em contrapartida aos com o consórcio com leguminosas e entre os tratamentos de braquiária solteira com e sem adubação nitrogenada, ao grau de significância de 10%. Os tratamentos com leguminosa foram analisados separadamente após a análise dos contrastes, utilizando as mesmas transformações e eliminações de outliers da fase anterior, sendo aplicado o teste de Tukey ao nível de 10% de significância pelo procedimento LSMeans quando apropriado.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Características químicas

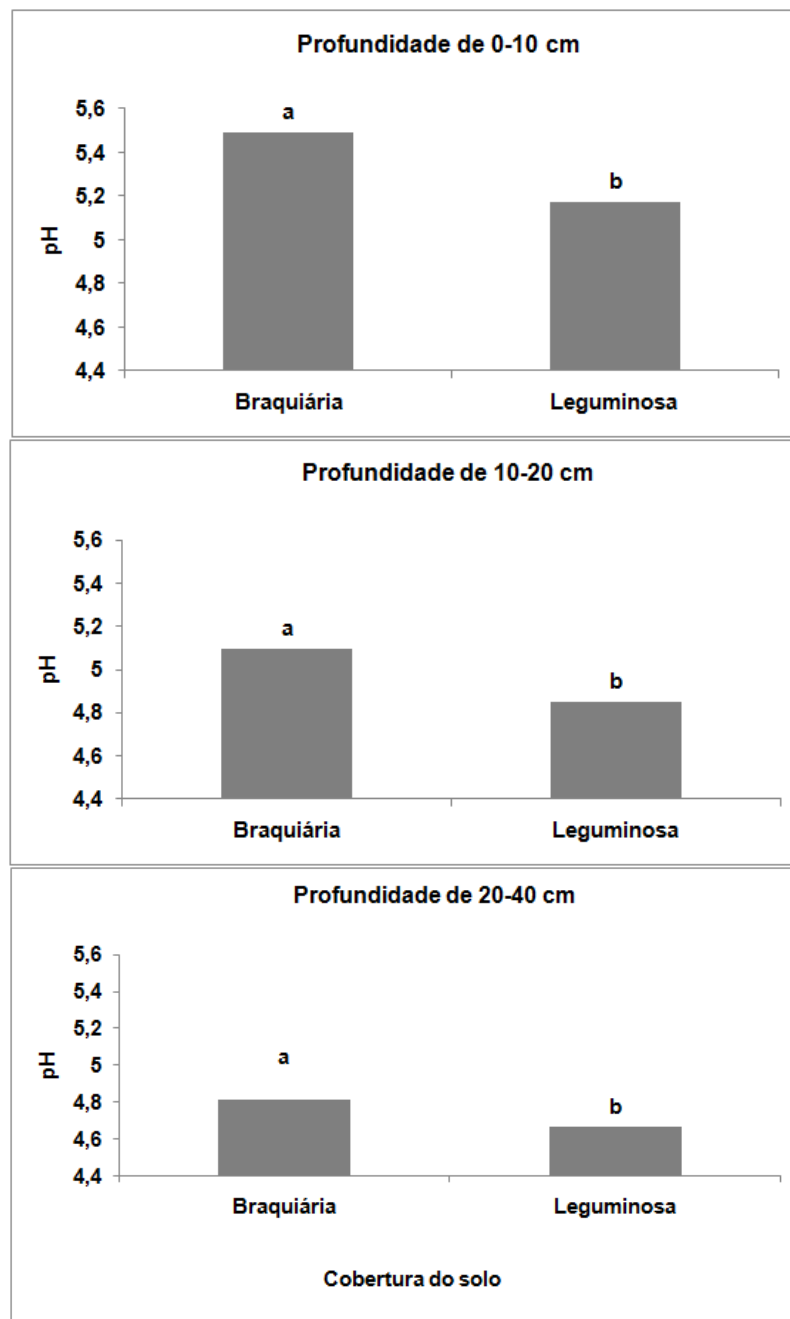
O pH do solo apresentou efeito significativo da faixa de cultivo, com maior acidificação apresentada pela área de solo sob cultivo de leguminosas, nas três profundidades (**Figura 3**). Estes valores antes da instalação do experimento eram de 5,14, 5,09 e 4,93 nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, e passaram para 5,49, 5,09 e 4,81, respectivamente, nas faixas de solo sob cultivo da gramínea e para 5,17, 4,85 e 4,67, respectivamente, nas faixas de solo sob cultivo de leguminosas.

O manejo com a aplicação de 1 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, foi suficiente para manter os valores de pH nas faixas sob braquiária, entretanto, nas faixas sob leguminosas ocorreu diminuição do pH do solo, sobretudo nas profundidades de 10-20 e de 20-40 cm.

A acidificação maior da leguminosa do que da gramínea provavelmente se deve às leguminosas exportarem mais íons H<sup>+</sup> em sua rizosfera quando a fixação biológica de nitrogênio está ativa (VAN BEUSICHEM, 1981) pela alta produção destes na dissociação de grupos carboxílicos em aminoácidos no interior da raiz (BOLAN, HEDLEY e WHITE, 1991).

Resultado semelhante ao obtido em nosso ensaio foi observado por Zhou et al. (2009) em seus estudos comparando leguminosas (feijão e soja) com gramínea (milho), em que as leguminosas apresentaram uma maior acidificação e extrusão de prótons na solução nutritiva cultivada.





**Figura 3.** Comparação dos valores de pH do solo nas faixas de cultivo de braquiária e leguminosas em pastagem consorciada. Letras diferentes indicam que há diferença significativa entre os tipos de cobertura do solo pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ). CV de 2,4% na profundidade de 0-10 cm, 2,4% na profundidade de 10-20 cm e 13,8% na profundidade de 20-40cm.

Na profundidade de 10-20 cm os valores de  $Al^{3+}$  apresentaram contraste significativo entre os tratamentos de braquiária solteira adubada (BR-AD) e não adubada (BR-NA), apresentado na **Tabela 3**, com maiores teores de  $Al^{3+}$  nas

parcelas adubadas, provavelmente pela acidificação do solo, embora este efeito não tenha sido significativo para o pH do solo.

**Tabela 3.** Contrastes entre os tratamentos de braquiária solteira com e sem adubação nitrogenada e entre os tratamentos de braquiária com e sem consórcio com leguminosas forrageiras.

Variável	Profundidade (cm)	Efeitos contrastantes <sup>1</sup>	Estimativa <sup>2</sup>	Probabilidade (Contraste)
Al <sup>3+</sup>	10-20	BR-AD X BR-NA	0,3381	0,0692
m	10-20	BR-AD X BR-NA	0,0294	0,0788
Mg <sup>2+</sup>	0-10	BR-SO X BR+LE	0,4035	0,0405
K <sup>+</sup>	0-10	BR-AD X BR-NA	0,0764	0,0958

Contraste significativo ao grau de significância de 10% (P<0,10).

<sup>1</sup>BR-AD = braquiária com adubação nitrogenada; BR-NA = braquiária sem adubação nitrogenada; BR-SO = braquiária em cultivo solteiro; BR+LE = braquiária consorciada com leguminosa.

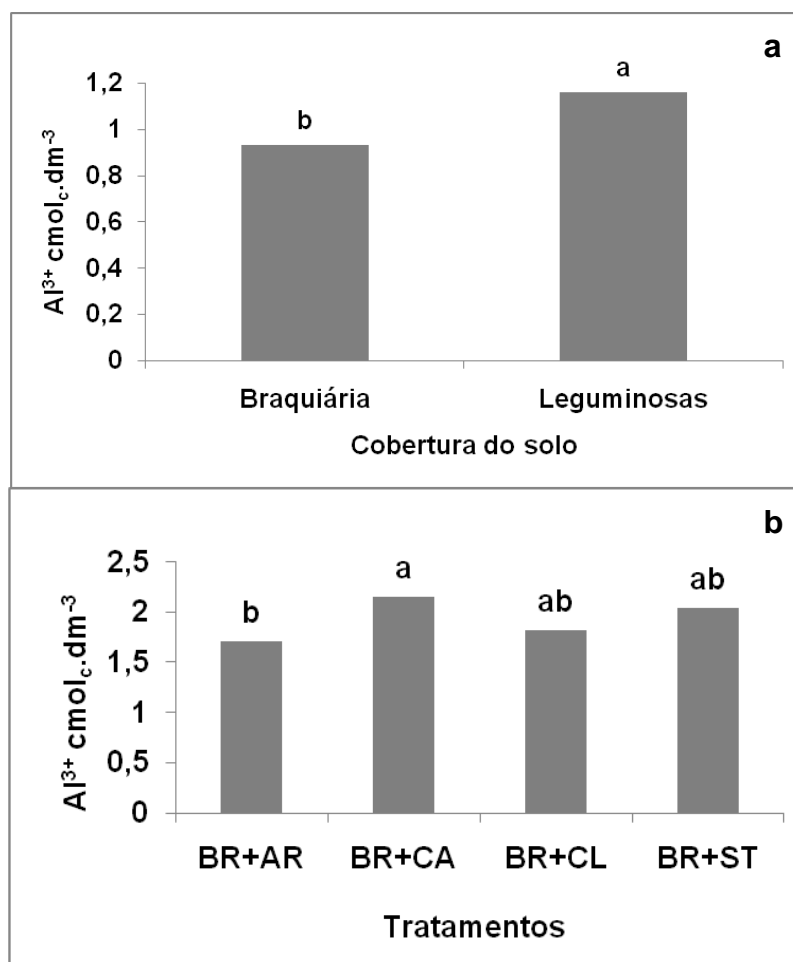
<sup>2</sup>Estimativa positiva indica que o primeiro fator contrastante apresentar maior valor da variável.

Nas faixas de cultivo de leguminosas foram observados maiores valores de Al<sup>3+</sup> (**Figura 4**) em comparação com áreas sob braquiária na profundidade de 10-20 cm. Esta variação do teor de Al<sup>3+</sup> trocável nos solos concorda com o pH do solo (**Figura 3**). A variação do teor de Al<sup>3+</sup> trocável nos solos está intimamente ligada ao pH do solo, que nestas faixas ficou abaixo do valor crítico de pH 5,5 citado por Zambrosi et al. (2007).

Na profundidade de 20-40 cm, BR+AR apresentou menor valor de Al<sup>3+</sup> e o maior valor foi apresentado por BR+CA, com diferença significativa entre ambos, com os demais sendo intermediários e não diferentes (**Figura 4**). Esta diferenciação entre os tratamentos no teor de Al<sup>3+</sup> só pode ser observada na profundidade 20-40 cm onde são observados menores valores de pH (**Figura 3**) e maior concentração de Al<sup>3+</sup>.

Os valores médio do teor de Al<sup>3+</sup> da área antes da instalação do experimento eram de 0,34, 0,58 e 1,12 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm (**Tabela 1**), respectivamente, e passaram para 0,2, 1,0 e 1,9 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> (calculados a partir do conjunto de dados), demonstrando uma

elevação dos teores de  $Al^{3+}$  ao longo do tempo, principalmente nas camadas 10-20 e 20-40 cm.



**Figura 4.** Comparação entre os teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) apresentado pelo solo nas faixas de cultivo de braquiária e leguminosa e nos diferentes tratamentos em pastagem consorciada.

**a** – diferenças entre as faixas de plantio de braquiária e leguminosa na profundidade de 10-20 cm, apresentando CV de 19,4%.

**b** – diferenças entre os tratamentos (composições de pastagens) na profundidade de 20-40 cm, apresentando CV de 90,2%.

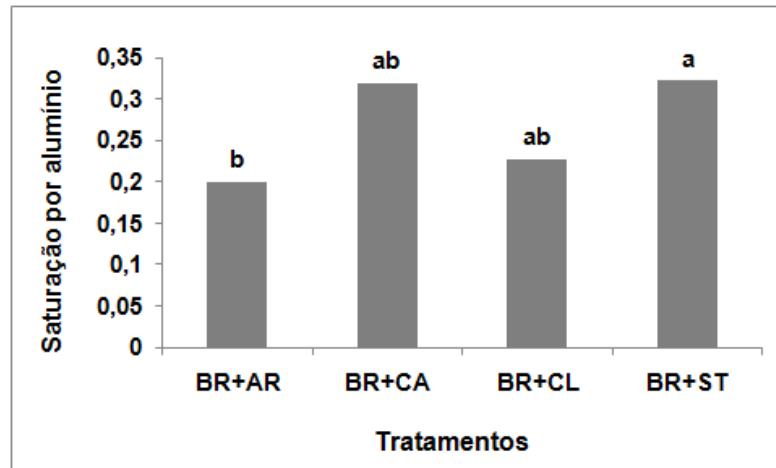
Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as faixas de plantio e os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

A saturação por alumínio apresentou contraste significativo ( $P = 0,078$ ) entre os tratamentos BR-AD e BR-NA, com maior saturação quando realizada a adubação nitrogenada (**Tabela 3**), comportamento semelhante ao

apresentado pelos teores de  $Al^{3+}$  do solo, indicando a contribuição da disponibilização do  $Al^{3+}$  para a elevação da saturação por alumínio.

Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para a profundidade 10-20, com maior saturação por alumínio para BR-ST e menor para BR-AR, com os demais sendo intermediários e não diferentes (**Figura 5**).



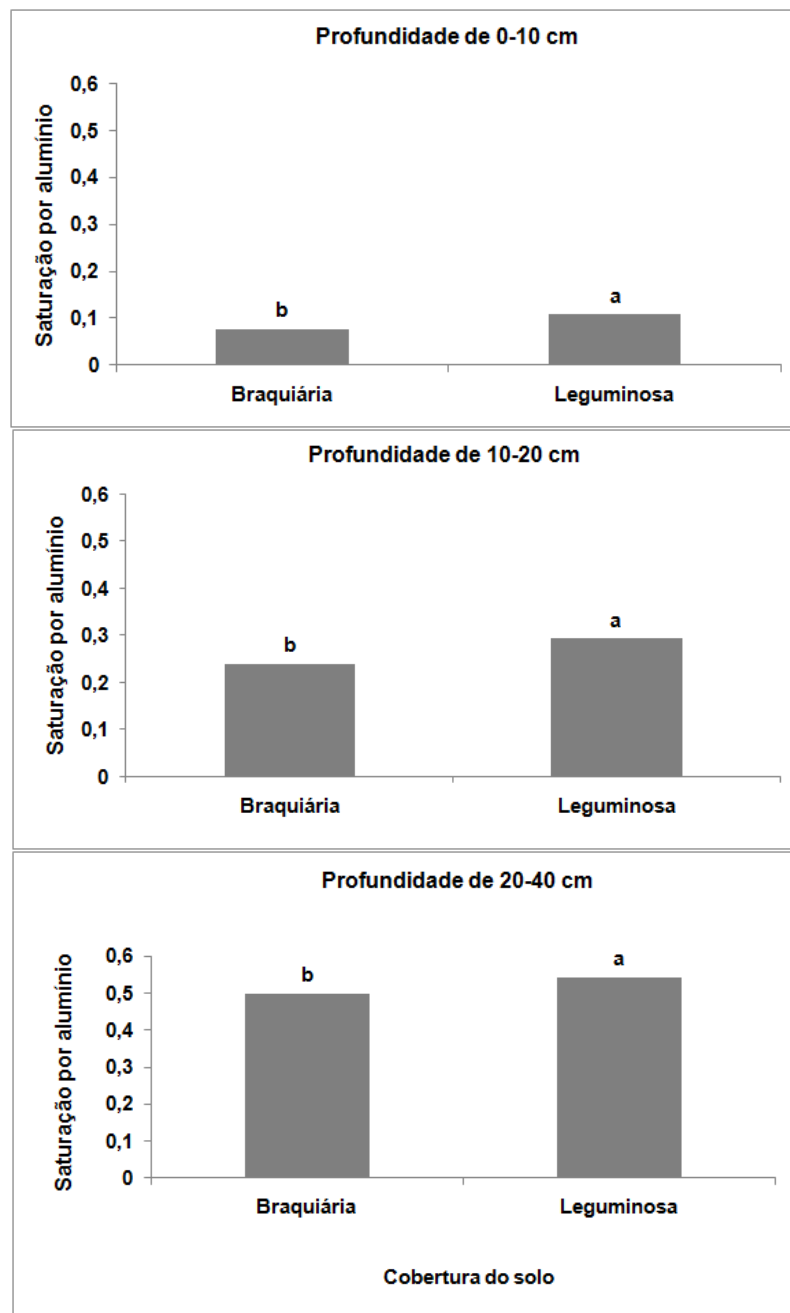
**Figura 5.** Saturação por alumínio nos diferentes tratamentos de braquiária em consórcio com leguminosas forrageiras na profundidade de 10-20 cm.

Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os tipos de cobertura do solo pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

CV: 62,4%.

As faixas sob cobertura de leguminosa apresentaram significativamente maior saturação por alumínio nas três profundidades avaliadas (**Figura 6**). Comportamento inverso foi observado no pH do solo, com menor valores de pH nas faixas sob leguminosa, indicação uma ligação entre estes dois atributos.



**Figura 6.** Saturação por alumínio nas diferentes coberturas do solo de pastagem de braquiária consorciada.

Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os tipos de cobertura do solo pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

CV: 22,6% na profundidade de 0-10 cm; 39,5% na profundidade de 10-20 cm; 16,6% na profundidade de 20-40cm.

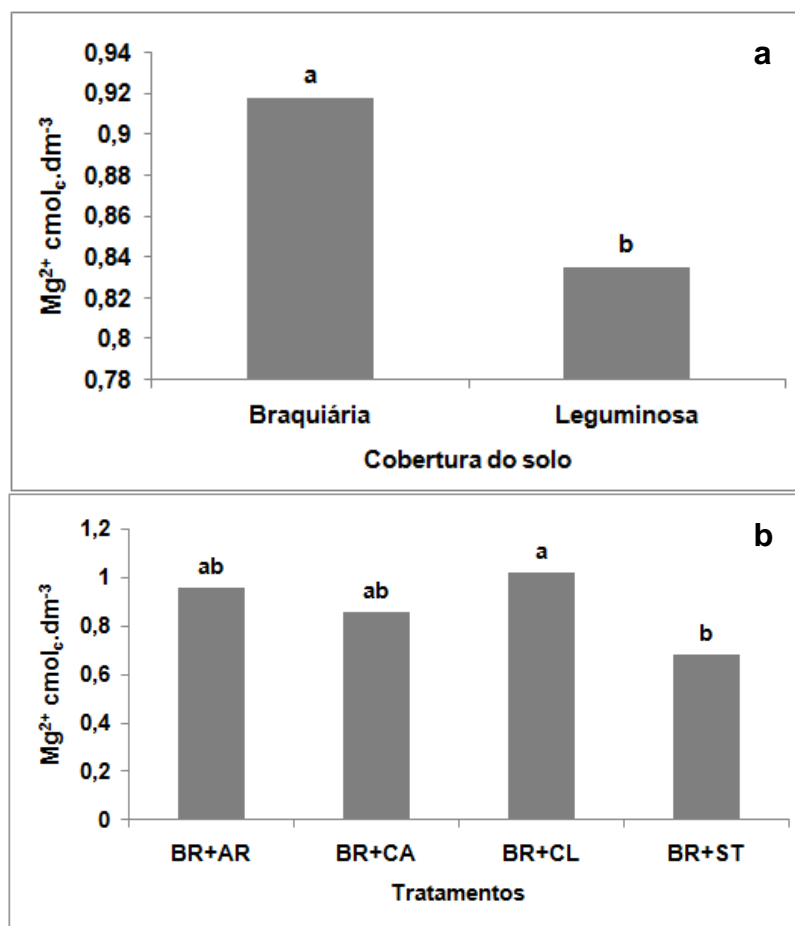
Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  em  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de solo não foram afetados por quaisquer dos fatores avaliados, embora tenha ocorrido entre os valores iniciais

e os observados, com leve aumento na camada 0-10 e queda na 20-40, de 2,13 e 1,56  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para 2,31 e 0,86  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , respectivamente.

A inclusão de leguminosas em geral reduziu o teor de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo na profundidade de 0-10 (Tabela 3), com os menores teores sendo encontrados nas faixas com leguminosas quando comparadas com as de gramínea (**Figura 7**). A faixa de solo sob braquiária apresentou teor de  $\text{Mg}^{2+}$  de 0,92  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e a faixa sob leguminosa 0,83  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , ambos bem abaixo do apresentado pelo solo antes da instalação do experimento (1,79  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) demonstrando que a aplicação de 1  $\text{Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de calcário dolomítico é insuficiente pra manter o estoque de  $\text{Mg}^{2+}$  do solo.

O efeito da leguminosa diminuindo o teor de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo foi suficiente para que na profundidade de 0-10 fosse observado contraste significativo (0,0405) entre os tratamentos com e sem consórcio com leguminosa (BR-SO X BR+LE), em que o consórcio de braquiária com leguminosa conferiram menores de teores de  $\text{Mg}^{2+}$  na parcela como um todo (**Tabela 3**).

A variação significativa do teor de  $\text{Mg}^{2+}$  na profundidade de 0-10 cm demonstrou que o tratamento BR+ST confere menor teor de magnésio ao solo em comparação com BR+CL, e os demais tratamentos não diferem significativamente destes (**Figura 7**) A maior exportação de  $\text{Mg}^{2+}$  neste tratamento pode ser devido a maior palatabilidade do estilosantes levando a uma maior exportação do elemento via animal (DUBEUX-JUNIOR, SOLLENBERGER, *et al.*, 2007).



**Figura 7.** Teores de magnésio ( $Mg^{2+}$ ) do solo nas faixas de plantio de braquiária e leguminosa e nos diferentes tratamentos em pastagem de braquiária consorciada na profundidade de 0-10 cm.

Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

**a** – diferenças entre as faixas de plantio de braquiária e leguminosa, apresentando CV de 7,0%.

**b** – diferenças entre os tratamentos (composições de pastagens), apresentando CV de 26,0%.

BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

Houve interação significativa para o teor de  $K^+$  no solo nas profundidades 0-10 e 10-20 cm (**Tabela 4**). Em todas as profundidades, não houve diferença significativa entre os tratamentos nas faixas de solo sob leguminosa.

Nos tratamentos BR+CA e BR+ST não houve diferença entre os tipos de cobertura do solo, indicando que a disposição espacial do potássio na parcela se deu de forma homogênea. Nos tratamentos BR+AR e BR+CL as faixas de

leguminosa apresentaram menor teor de  $K^+$  no solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Nestes tratamentos houve um maior teor de  $K^+$  na faixa de solo cultivo de braquiária conferindo-lhes uma diferença significativa com BR+ST e BR+CA.

**Tabela 4.** Valores de potássio trocável ( $K^+$ ) em  $cmol_c.dm^{-3}$  de solo nos diferentes tratamentos de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em interação com o tipo de cobertura vegetal.

Profundidade de 0-10 cm*				
Tratamentos	Cobertura do solo			
	Braquiária		Leguminosa	
BR+AR	0,42	A, ab	0,24	B, a
BR+CA	0,35	A, b	0,31	A, a
BR+CL	0,51	A, a	0,29	B, a
BR+ST	0,36	A, b	0,38	A, a
CV: 41,1%				
Profundidade de 10-20 cm*				
Tratamentos	Cobertura do solo			
	Braquiária		Leguminosa	
BR+AR	0,39	A, a	0,25	B, a
BR+CA	0,28	A, b	0,23	A, a
BR+CL	0,46	A, a	0,30	B, a
BR+ST	0,28	A, b	0,31	A, a
CV: 33,4%				

Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente ( $P < 0,10$ ).

\*Apresentou grau de significância menor que 5%.

BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

Nos tratamentos BR+AR e BR+CL, a elevação do teor de potássio nas faixas de braquiária possivelmente se deve ao seu maior desenvolvimento de biomassa e absorção de potássio. Segundo Aroeira et al. (2005) o maior desenvolvimento da braquiária se deve a sua maior eficiência fotossintética (metabolismo C4) em comparação a leguminosa (C3), enquanto que a maior absorção de potássio por gramíneas é atribuída a menor capacidade de troca



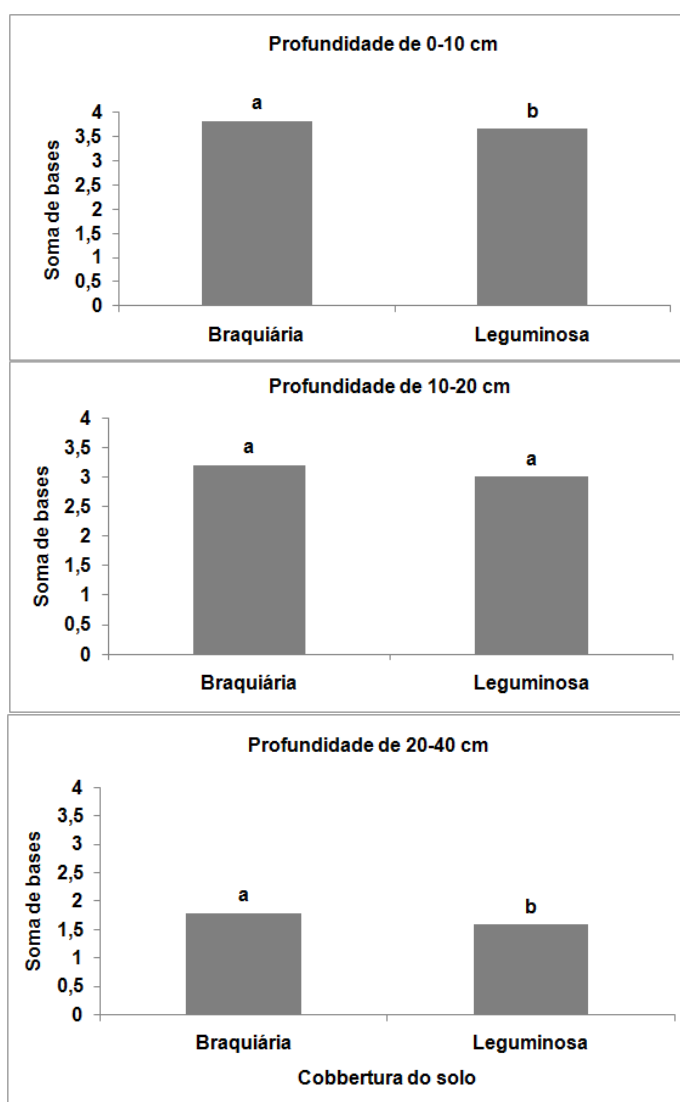
catiônica radicular e maior afinidade por cátions monovalentes que as gramíneas (SILVA, 2003).

Efeito da maior produção de biomassa da planta forrageira no incremento de  $K^+$  no solo foi observado pelo contraste ( $P=0,0780$ ) apresentado entre os tratamentos BR-AD e BR-NA na profundidade de 10-20 cm, com maiores valores para o tratamento BR-AD (estimativa de 0,0764).

Os teores de  $K^+$  no solo antes da implantação do experimento eram de 0,11, 0,07 e 0,06  $cmol_c.dm^{-3}$  nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, bastante inferiores aos observados nas amostras analisadas posteriormente, indicando que há um incremento, provavelmente em função da módica adubação potássica.

Os valores de SB apresentaram diferenças significativas entre as faixas de cultivo de braquiária e leguminosa na primeira e na última profundidade, com menores valores nas faixas de plantio de leguminosa (**Figura 8**), semelhante ao apresentado pelo pH do solo. Correlação de 72,34% entre dados de pH do solo e SB em solo de pastagens são observados no trabalho de Oliveira et al. (2003). A absorção de cátions diferenciada da leguminosa quanto a quantidade contribuiu para a diminuição dos teores de cátions no solo sob sua faixa de plantio.

Dentre os cátions analisados, apenas  $K^+$  e  $Mg^{2+}$  apresentaram diferença entre as faixas de cultivo de braquiária e leguminosa, indicando sua contribuição na variação da soma de bases, na profundidade de 0-10 cm. Na profundidade 20-40 cm nenhum dos cátions utilizados no cálculo do valor da soma de bases apresentou efeito significativo entre os tipos de cobertura do solo, indicando que houve efeito cumulativo dos cátions expressos na diferença significativa apresentada pelo valor de SB.



**Figura 8.** Valores de soma de bases do solo nas faixas sob cultivo de braquiária e leguminosas em pastagem consorciada. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ). CV: 6,6% na profundidade de 0-10 cm; 12,5% na profundidade de 10-20 cm; 47,7% na profundidade de 20-40 cm.

Foi observada interação significativa para o fósforo disponível (P) na profundidade de 0-10 cm. Nas faixas sob cultivo de braquiária o tratamento BR+AR com maior valor, diferiu-se do tratamento BR+CL, os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa destes (**Tabela 5**). Em todos os tratamentos não foi observado diferença significativa entre as faixas de cultivo de braquiária e leguminosa.

**Tabela 5.** Teores de fósforo disponível (P) em  $\text{mg.dm}^{-3}$  de solo nos diferentes tratamentos de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em interação com o tipo de cobertura vegetal do solo na profundidade de 0-10 cm.

Tratamentos	Cobertura do solo			
	Braquiária		Leguminosa	
BR+AR	6,61	A, a	6,36	A, a
BR+CA	6,48	A, ab	6,99	A, a
BR+CL	6,09	A, b	6,37	A, a
BR+ST	6,58	A, ab	6,36	A, a

CV: 17,5%

Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente ( $P < 0,10$ ).

BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

## 4.2 Características microbiológicas

Carbono da biomassa microbiana (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS), coeficiente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) e relação entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C-BMS/N-BMS) não sofreram efeito significativo de quaisquer dos fatores avaliados (**Tabela 6**).

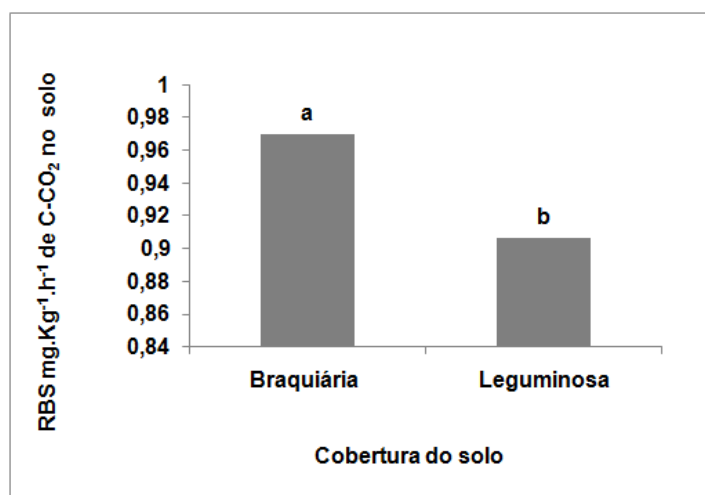
**Tabela 6.** Características microbiológicas do solo apresentadas pelos tratamentos de braquiária com a presença de leguminosas forrageiras.

Tratamentos <sup>2</sup>	RBS <sup>1</sup>	C-BMS <sup>1</sup>	N-BMS <sup>1</sup>	$q\text{CO}_2$ <sup>1</sup>	C-BMS/ N-BMS <sup>1</sup>
	$\text{mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$	$\text{mg.Kg}^{-1}$	$\text{mg.Kg}^{-1}$	$\text{mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$	$\text{g.g}^{-1}$
BR+AR	0,98	17,54	10,23	45,92	1,61
BR+CA	0,96	22,49	9,30	35,08	2,24
BR+CL	0,98	21,02	12,00	57,66	1,71
BR+ST	0,83	9,98	11,62	96,51	0,83
CV (%)	56,69	55,76	49,77	46,30	463,01

<sup>1</sup> Não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P < 0,10$ ). RBS = respiração basal do solo; C-BMS = carbono da biomassa microbiana do solo; N-BMS = nitrogênio da biomassa microbiana do solo;  $q\text{CO}_2$  = coeficiente metabólico da biomassa; C-BMS/N-BMS<sup>1</sup> = relação entre o carbono e o nitrogênio presente na biomassa microbiana do solo.

<sup>2</sup> BR+AR = braquiária consorciada com amendoim forrageiro; BR+CA = braquiária consorciada com calopogônio; BR+CL = braquiária consorciada com cunhã; BR+ST = braquiária consorciada com estilosantes.

Apenas a respiração basal do solo (RBS) apresentou efeito significativo do tipo de cobertura do solo, com valores 7,7% superiores nas faixas de solo sob cultivo da braquiária (**Figura 9**), possivelmente devido ao maior sistema radicular das gramíneas em comparação com as leguminosas, como observado por Jiang et al. (2011) avaliando a respiração do solo em solo não cultivado comparado com cultivado. Naquela situação, os autores atribuíram a maior respiração do solo não cultivado à maior biomassa de raízes apresentada por este local com alta correlação entre a biomassa de raízes e a respiração do solo.



**Figura 9.** Efeito do tipo de cobertura vegetal sobre a respiração basal do solo (RBS).

Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os tipos de cobertura do solo pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

CV: 4,3%

## 5. Conclusão

A competição entre a braquiária e as leguminosas é um fator de importância na manutenção da fertilidade do solo.

A acidificação do solo pela leguminosa ou pela adubação nitrogenada necessita de recomendação de correção de solo específica para estes manejos.

Dentre os parâmetros microbiológicos estudados, apenas a respiração basal sofreu efeito da introdução de leguminosas, com maior respiração do solo em área sob cultivo de braquiária provavelmente motivada pela presença de maior biomassa de raízes.

## 6. Referências Bibliográficas

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

IBGE. **Anuário Estatístico de Pernambuco.** IBGE. Recife. 1991.

Anuário Estatístico de Pernambuco. IBGE. Recife. 1991.

AROEIRA, L. J. M. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 40, n. 4, abr. 2005. 413-418.

BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteínas, nos trópicos brasileiros. **R. Bras. Zootec.**, 37, 2008. 51-67. suplemento especial.

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 52, 1988. 1191-1192.

BRAZ, S. P. et al. **Degradação de pastagens, matéria orgânica do solo e a recuperação do potencial produtivo em sistemas de baixo "input" tecnológico na região dos cerrados.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2004. p. 1-8. Circular Técnica.

CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. **Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas**. Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1997. p. 431-445.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Arch. Zootec.**, 57, 2008. 103-113.

CASALINHO, H. D. et al. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de ecossistemas. **R. Bras. Agrociência**, 13, n. 2, abri-jun 2007. 195-203.

CERRI, C. E. P. et al. modeling soil carbon from forest and pasture ecosystems of Amazon, Brazil. **Soil Science Society of America Journal** , 67, 2003. 1879-1887.

CNPAB. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/leguminosas>>. Acesso em: 09 fevereiro 2011. Base de dados de leguminosas.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: segunda Aproximação, segunda Revisão. Recife: IPA/ EMBRAPA/UFRPE/ UFPE/ EMATER, 1998. 198 p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W., et al. **Defining soil quality for a sustainable environment**. 35. ed. Madison: SSSAJ, 1994. p. 3-22.

DU, Y. M. et al. Aluminum tolerance and phosphorus efficiency helps *Stylosanthes* better adapta to low-P acid soils. **Annals of Botany**, Madison, 103, 2009. 1239-1247.

DUBEUX-JUNIOR, J. C. B. et al. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, madison, 47, 2007. 915-928.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e**

**fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 1, p. 107-184. rev. ampl.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **R. Bras. Zootec.**, 39, 2010. 151-168.

FISHER, M. J. et al. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savanas. **Nature**, 371, 1994. 236-238.

FRAZÃO, L. N. et al. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no cerrado mato-grossense. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 43, n. 5, 2008. 641-648.

IBGE. **Censo agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de:** Estatística do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE. 2007.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biol. and fert. soils**, 27, 1998. 408-416.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – ITEP. Pesquisa no banco de dados pluviométricos. Disponível em: <<http://www.itep.br/lamepe.ASP>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2011.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Sudene. Recife. 1973.

JIANG, L. et al. Plant species effects on soil carbon and nitrogen dynamics in a temperate steppe of northern China. **Plant Soil**, 346, 2011. 331–347.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian Ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology e Biochemistry**, Oxford, 42, 2010. 1-13.

KJELDAHL, J. Z. "A new method for the determination of nitrogen in organic bodies." **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 366, 1883.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. Biomassa microbiana - método irradiação-extração. In: MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análise**. Viçosa: UFV, 2005. Cap. 13, p. 86-97.

OLIVEIRA, P. P. A. et al. LIMING AND FERTILIZATION TO RESTORE DEGRADED *Brachiaria decumbens* PASTURES GROWN ON AN ENTISOL. **Scientia Agricola**, 60, n. 1, jan./mar. 2003. 125-131.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 38, n. 3, 2003. 421-426.

PIMENTA, L. M. M. et al. Fertilidade do solo em pastagens cultivadas sob diferentes manejos, no noroeste do Rio de Janeiro. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, 14, n. 11, 2010. 1136-1142.

PURAKAYASTHA, T. J.; SMITH, J. L.; HUGGINS, D. R. Microbial biomass and N cycling under native prairie, conservation reserve and no-tillage in Palouse soils. **Geoderma**, 152, 2009. 283-289.

SANTOS, M. E. R. et al. Produção de bovinos em pastagem de capim-braquiária deferidas. **R. Bras. Zootec.**, 38, n. 4, 2009. 635-642.

SAS INSTITUTE INC. The SAS System for windows. **SAS Institute Inc.**, Cary, 1999.

SDA-MAPA, S. D. D. A.-M. D. A. P. E. A. **Instrução Normativa Nº10, de 21 de março de 2006**. Diário Oficial da União - Seção 1, 2006.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2007. p. 4. Comunicado Técnico.

SILVA, L. L. G. G. et al. **Contribuição da FBN para três gramíneas forrageiras crescidas na Zona da Mata de Pernambuco**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2001. p. 3. Comunicado Técnico.



SILVA, J. O. **Influência da capacidade de troca catiônica radicular de gramíneas e leguminosas forrageiras na absorção de cátions.** 2003. 64 p. Tese – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

SOUZA, E. D. et al. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. **Acta Sci. Agron.**, 28, 2006. 305-311.

SOUZA, E. D. et al. Biomassa microbiana do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidade de pastejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, 2010. 79-88.

STABEN, M. L. et al. Assesment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. **Soil Science Society of America Journal**, 61, n. 1, jan./fev. 1997. 124-130.

VAN DER HEIDJEN, M. G. A.; BARDGETT, R. D.; VAN STRAALLEN, N. M. The unseen majority: soil microbes as drives of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, 11, 2008. 296-310.

WILSEY, B. J. et al. Tropical pasture carbon cycling relationships between C source/sink strength, above-group biomass and grazing. **Ecology Letters**, v. 5, p. 367-376, 2002.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem am Latossolo sob sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, 66, n. 3, 2007. 487-495.

ZIMMER, A. H. et al. **Estabelecimento e recuperação de pastagem de braquiária.** Simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba: FEALQ. 1994. p. 153-208.