

# SUSTENTABILIDADE DE PASTAGENS CONSORCIADAS - ÊNFASE EM LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

Valdinei Tadeu Paulino<sup>1</sup>,

Gustavo José Braga<sup>2</sup>,

Márcia Atauri Cardelli Lucena<sup>3</sup>,

Luciana Gerdes<sup>4</sup>

Maria Tereza Colozza<sup>5</sup>

## RESUMO

O sistema de produção animal deve ser ecológica e ambientalmente adequado de modo a prover sustentabilidade, aliando as novas tecnologias frente aos desafios globais: alterações climáticas e bioenergia dentre outros. Este trabalho relata a contribuição de leguminosas forrageiras sobre a sustentabilidade de pastos consorciados, seus efeitos no seqüestro de carbono, mitigação na emissão de metano, algumas alternativas com leguminosas arbustivas ou arbóreas (*Albizia*, *Cajanus cajan*, *Calliandra*, *Gliricidia*, *Leucaena* e *Sesbania*), aponta desafios na adoção de pastos consorciados (diferenças morfofisiológicas e requerimentos nutricionais). Técnicas de recuperação da sustentabilidade, mediante o uso de leguminosas forrageiras e os desafios na integração lavoura-pecuária são também discutidos.

**Palavras-Chave:** leguminosas arbustivas e arbóreas, mitigação de metano, pasto consorciado, recuperação de pastagem, seqüestro de carbono, sustentabilidade, integração lavoura-pecuária.

## SUSTAINABILITY IN PASTURES MIXTURES – FORAGE LEGUMES ABSTRACT

Ecological and environmentally adequate the farming system production provides sustainability, favoured production

---

<sup>1</sup> Pesquisador científico, IZ/APTA, Nova Odessa, SP, CEP 13.460 000, CP 60, e-mail: [paulino@iz.sp.gov.br](mailto:paulino@iz.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Pesquisador científico, APTA/ Brotas, e-mail: [gjbraga@hotmail.com](mailto:gjbraga@hotmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisadora científica, IZ/APTA, e-mail: [lucena@iz.sp.gov.br](mailto:lucena@iz.sp.gov.br)

<sup>4</sup> Pesquisadora científica, IZ/APTA, e-mail: [lgerdes@iz.sp.gov.br](mailto:lgerdes@iz.sp.gov.br)

<sup>5</sup> Pesquisadora científica, IZ/APTA, e-mail: [colozza@iz.sp.gov.br](mailto:colozza@iz.sp.gov.br)

of high quality milk and meat at highly competitive costs. Emergent technologies of sustainability, by addition of legumes forage in pasture can raised the carbon sequestration, and to reduce the methane emission. The paper reported some characteristics of legumes tree. The chiefs reasons for the limited use from legumes, low persistence, low palatability and the biggest requirement in fertility and the differences of sward characteristics in the management between legumes and grasses were related. Some technologies for pasture recuperation and the integrated crop-livestock production systems, a combination of perennial or annual legumes and grasses forage intensive were discussed.

**Key-words:** carbon sequestration, legume tree, methane emission, sustainability, pasture recuperation, integrated crop-livestock production systems, pasture mixture

## INTRODUÇÃO

Em pleno século XXI, o mundo vive uma encruzilhada. De um lado, a insegurança alimentar assombra bilhões de pessoas, especialmente nos países em desenvolvimento da África e da Ásia. Há numerosos outros limitantes globais que devem também ser solucionados. Figuram entre os mais importantes: a) alterações climáticas causadas por emissões antropogênicas de gases com efeito estufa na atmosfera e o potencial de seqüestro de C nos solos e ecossistemas terrestres; b) crescente demanda energética e estratégias de produção de biocombustível, através de cultivos vegetais; c) escassez de fontes de água decorrente da poluição, contaminação e eutroficação das fontes naturais; d) o uso dos solos para serviços em outros ecossistemas, resíduos industriais e tratamentos de esgoto, valorização da biodiversidade e bio-produtos industriais LAL (2007). Na solução desses problemas são necessárias ações planejadas e multidisciplinares (ecologia, biotecnologia, nanotecnologia, química, física, climatologia, dentre outras). Inovações tecnológicas são fundamentais para potencializar a produtividade da agropecuária por unidade de área, levando

em conta os fatores biofísicos e socio-econômicos de cada região (Figura 1).

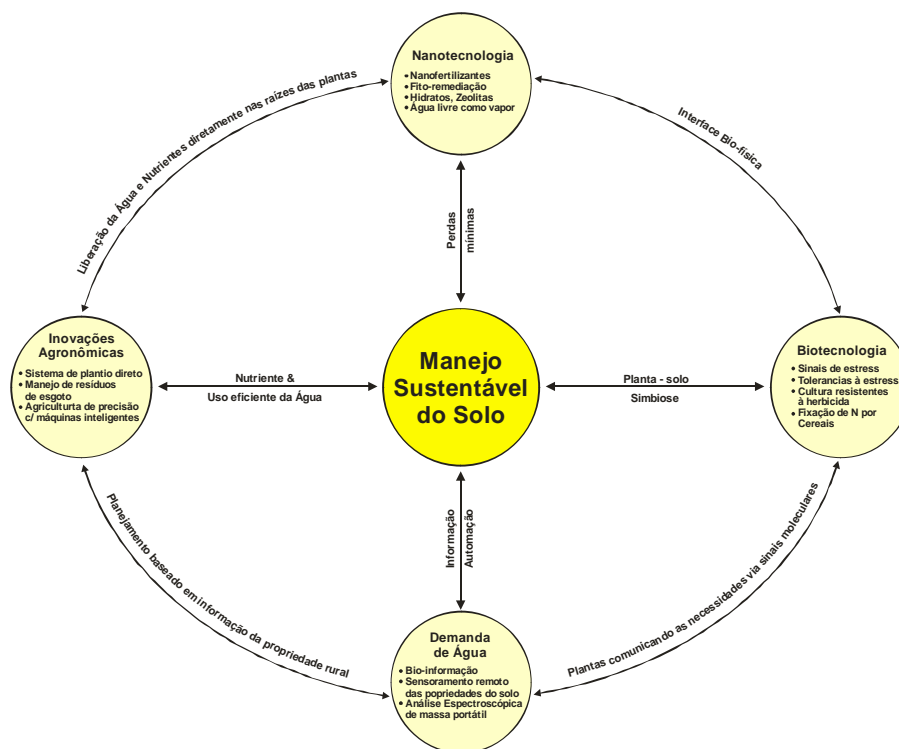


Figura 1. Inovações tecnológicas (LAL, 2007).

A sustentabilidade na agropecuária abrange um sistema integrado de práticas com vegetais e animais que simultaneamente e por longo prazo promova: 1) satisfação das necessidades humanas e de alimentos; 2) melhoria da qualidade ambiental e dos recursos naturais dos quais depende a economia agropecuária; 3) uso eficiente dos recursos não renováveis e dos recursos internos da propriedade, integrando sempre que possível, ciclos e controles biológicos e naturais; 4) viabilidade econômica; 5) melhoria na qualidade de vida dos agricultores e da sociedade em conjunto.

A exploração pecuária extrativista e focada unicamente na produtividade, sem considerar os componentes do ecossistema, tem como consequência a instabilidade e perda da sustentabilidade do sistema agropecuário.

A produtividade da pecuária brasileira é baixa e correlaciona-se com a produtividade das pastagens, onde o

desafio de ser competitiva e simultaneamente preservar o meio ambiente e contribuir para o desenvolvimento sustentável e duradouro, tem sido um dos desafios da agropecuária nacional.

Há alguns aspectos relevantes que precisam ser considerados, tais como o baixo potencial produtivo, baixa qualidade, valor nutritivo e produção estacional das forrageiras, que comprometem a produtividade das pastagens. Em diferentes ecossistemas, a baixa fertilidade natural dos solos e o manejo inadequado do solo e dos animais, indicam um grande risco para manutenção da sustentabilidade dos sistemas agropecuários, associado a predominância de duas espécies de *Brachiaria* (*B. decumbens* e *B. brizantha*), com extensas áreas degradadas.

Nota-se, entretanto um processo de transição socioeconômico e ambiental do setor agropecuário com a expansão do sistema plantio direto, da integração da lavoura com a pecuária, a preocupação sobre a utilização racional da água e de agrotóxicos, as exigências de maior competitividade e sustentabilidade, as questões relacionadas à qualidade do ambiente de produção (CARVALHO, 2005), dentre outras evoluções.

Neste texto se fará uma análise de alguns aspectos relacionados à sustentabilidade do sistema de produção animal com uso de leguminosas, papel das leguminosas no seqüestro de carbono e seus efeitos nas emissões de metano, leguminosas arbustivas e arbóreas – funções nos sistemas produtivos, principais desafios e perspectivas no uso de pastagens consorciadas, recuperação da sustentabilidade de pastagens com introdução de leguminosas forrageiras, sustentabilidade em sistemas de integração lavoura-pecuária com ênfase à produção animal.

## SUSTENTABILIDADE EM PASTAGENS TROPICAIS

Os solos tropicais são caracterizados por seu alto grau de intemperismo, baixa fertilidade natural e alta capacidade de fixação de fósforo. Para torná-los sustentáveis a produção agropecuária é necessária interferência do homem com aporte de insumos externos.

A manutenção da produtividade dos sistemas agropecuários tropicais prescreve a importância de recursos renováveis, especialmente a matéria orgânica do solo (SWIFT et al., 1993), ela representa pelo menos 50% da capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos tropicais, constituindo-se a principal fonte de nutrientes do sistema (RAIJ, 1987).

Os teores médios de matéria orgânica de solos sob pastagens, aumentam com o tempo, porém os teores de N disponível são insuficientes para manutenção da produtividade, especialmente em pastagens exclusivas de gramíneas (HUMPHREYS, 1994). Este fato é decorrente da baixa taxa de decomposição de gramíneas tropicais, em função da alta relação C:N, que implica em baixas taxas de mineralização líquida de N e baixos conteúdos de N inorgânico no solo, que favorece a degradação das pastagens (THOMAS, 1993).

O uso de nitrogênio, na forma de fertilizantes nitrogenados, é uma prática menos difundida, e via de regra em pastagens extensivas, torna-se economicamente inviável. O uso de leguminosas em pastagens tropicais é uma estratégia eficiente de introduzir de forma mais barata o N ao sistema. O N fixado biologicamente é introduzido na proteína da leguminosa, que é consumida pelo animal e atende seus requerimentos protéicos, e o excesso retorna ao sistema na forma de fezes. Alternativamente, o N retorna ao solo como matéria orgânica.

As leguminosas fixam N e funcionam como fonte deste nutriente às gramíneas as quais estão associadas. As décadas

de 70 e 80 marcaram no Brasil, a fase de maior pesquisa envolvendo leguminosas, principalmente espécies dos gêneros *Stylosanthes*, *Glycine*, *Galactia*, *Macrotyloma* e *Calopogônio*. A maioria dos experimentos foi realizada em casa-de-vegetação ou parcelas, com as leguminosas sendo estabelecidas em cultivo exclusivo, avaliando-se a nutrição, produção e aspectos de seu crescimento. Tratando-se de plantas para uso em consorciação gramínea/leguminosa, as pesquisas nem sempre foram direcionadas a procurar a compatibilidade das espécies envolvidas, com poucos trabalhos explorando a consorciação em pastejo com animais. Atualmente, a adoção desta tecnologia é recomendável, constituindo-se como uma alternativa ao uso do adubo nitrogenado, pois permite a sustentabilidade dos sistemas de produção a um custo mais baixo, e que oferece menores danos ao meio ambiente.

Apresentando dados compilados na literatura CARVALHO (1986) mostra que a contribuição das leguminosas para a mistura leguminosa/gramínea corresponde a aplicações de nitrogênio, no capim exclusivo, variando de 100 a 250 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo que, em condições de pastejo, a maior parte da transferência se processa através da mineralização do N contido no resíduo da leguminosa e nos excrementos dos animais em pastejo. A presença de leguminosas em pastagens de gramíneas tropicais aumenta a disponibilidade de forragem, com aumento na concentração de nitrogênio na parte aérea da gramínea associada, como foi observado por PAULINO et al., (1989).

SEIFFERT et al. (1985) observaram que 63,84 kg de N ha<sup>-1</sup> por ano foram adicionados ao sistema de pastagens, a maior parte devida à fixação simbiótica, quando a *B. decumbens* esteve consorciada com *Calopogonium mucunoides*. A biomassa gerada na consorciação foi suficiente para sustentar lotações de 2 U.A. ha<sup>-1</sup> nas secas e entre 4 a 5

U.A. ha<sup>-1</sup> no verão, comparando-se com lotações em torno de 1,16 e 4 U.A. para os mesmos períodos, na gramínea pura.

CADISH et al. (1994) estimaram a produção de *B. decumbens* em 15.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quando em cultivo exclusivo, e de 21.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a consorciação desta gramínea com *Calopogonium mucunoides*, sendo a contribuição de N via leguminosa na consorciação de 93 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, dos quais 84 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> são derivados da fixação simbiótica. ZIMMER et al. (2002) citaram que a inclusão do estilosantes Campo Grande na recuperação de pastagens de *B. decumbens* proporcionou um ganho de 25% a mais que a gramínea pura, pela fixação do N e melhora na dieta animal. Recentemente, Schunke<sup>6</sup> citado por ZIMMER et al. (2002), trabalhando com a consorciação de *B. decumbens* com estilosantes Campo Grande, observou que a deposição de palha foi de 6,4 t ha<sup>-1</sup> e somente 4,9 t ha<sup>-1</sup> para braquiária pura, no período de seis meses, sendo os valores de N depositados de 130 kg ha<sup>-1</sup> e de 48 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## **USO DE LEGUMINOSA NO SEQÜESTRO DE CARBONO EM PASTAGENS**

Recentemente, o ecossistema pastagem tem recebido destacada atenção devido ao seu papel no combate ao aumento do efeito estufa, ao atuar em favor do seqüestro de carbono (BRAGA, 2006; LIMA, 2002). A concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera vem apresentando ao longo de décadas, um crescimento ininterrupto, impulsionado a partir da chamada Revolução Industrial no século XVIII (WATSON et al., 1996). A utilização de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, etc.) para geração de energia e, mais recentemente, a derrubada e queima de extensas áreas de floresta tropical para o cultivo agrícola são os principais agentes causadores do

aumento do efeito estufa (NOSBERGER et al., 2000), o que segundo o IPCC (International Panel on Climate Change), um painel de pesquisadores e cientistas da Organização das Nações Unidas (ONU), poderá provocar mudanças drásticas no clima do planeta.

Os primeiros estudos que abordaram a capacidade das plantas em diminuir ou controlar o aumento na concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico tratavam em sua grande maioria de ecossistemas florestais. O potencial de seqüestro nesses ecossistemas está relacionado à sua produção primária, de modo a manter o C (carbono) aprisionado nos troncos e galhos de árvores durante seu crescimento. Em pastagens, por outro lado, o potencial de seqüestro de C reside na capacidade desses sistemas em aumentar a concentração do C orgânico no solo, desde que satisfeitas algumas condições. Apesar disso, sistemas pastoris utilizados na produção de ruminantes, seja na produção de carne ou leite, convivem continuamente com emissão de gases do efeito estufa (GEE) como metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), originados de processos metabólicos nos animais e de aplicação de fertilizantes nitrogenados, respectivamente. Esse equilíbrio de trocas gasosas é que define em que grau determinado ecossistema pode ser considerado fonte de gases do efeito estufa ou, de outro modo, um dreno com capacidade de reduzir esses gases na atmosfera.

O potencial de mitigação dos gases do efeito estufa pelo ecossistema pastagens é relevante já que esse ecossistema ocupa 69% da área agricultável no mundo (FAO, 2006). Além de pastagens naturais o cultivo de plantas forrageiras em larga escala em diversas regiões do planeta torna esse ecossistema, seu manejo e transformação num dos principais pontos de estudo no tocante as futuras perspectivas das mudanças

---

<sup>6</sup>Schunke, R.M. Alternativas de manejo de pastagens para melhor aproveitamento do nitrogênio. In: CURSO DE PASTAGENS. C. Grande.



climáticas. O termo 'seqüestro de C' foi consagrado na Conferência de Kyoto com a finalidade de descrever ações que removam o excedente de C da atmosfera e o conserve estocado no longo prazo na biosfera ou nos oceanos. A quantidade de C no solo é 3,3 vezes superior a quantidade de C na atmosfera e 4,5 vezes superior a quantidade de C nos organismos vegetais e animais da superfície terrestre (LAL, 2004). Desse modo, é importante entender se e como as mudanças no número e composição de espécies de plantas, além do manejo adotado em áreas agricultáveis, afetam as taxas de acúmulo de C no solo.

A mitigação do efeito estufa pela redução de emissão de poluentes pelos países desenvolvidos garantiria, no médio e longo prazo, uma freada no aumento da concentração de gases na atmosfera. Entretanto, os efeitos de uma ação isolada nesse sentido seriam prejudiciais à economia global. Medidas alternativas e compensatórias a essa estão sendo debatidas e incentivadas, entre as quais se destacam a preservação de florestas nativas, a implantação de florestas e sistemas agroflorestais e a recuperação de áreas degradadas. Na agricultura o crescente aumento da produtividade nas últimas décadas associada ao uso de técnicas avançadas de melhoramento genético animal e vegetal com utilização crescente de fertilizantes e pesticidas foi considerado por muitos, incompatível com a atual necessidade de sistemas considerados ecologicamente corretos do ponto de vista da emissão de gases do efeito estufa. No caso específico de pastagens manejadas para a produção de carne e leite, o aumento da taxa de lotação associada à utilização crescente de doses de nitrogênio no solo foi considerado aspecto negativo do balanço de gases na atmosfera, promovendo e colaborando para o aquecimento global, em razão principalmente da emissão de metano por ruminantes. Embora

seja verdade que o aumento da taxa de lotação eleve a emissão de metano por área, sua capacidade em compensar essa emissão seqüestrando C da atmosfera e armazenando-o no solo através dos processos de fotossíntese e decomposição permaneceu negligenciado até recentemente. Desse modo futuros estudos deverão não só levar em consideração a responsabilidade de cada componente sobre a emissão de gases, mas também o balanço geral do fluxo de gases, que no caso das pastagens torna-se mais amplo devido à participação importante dos ruminantes (SOUSSANA et al., 2007).

A condição de fertilidade do solo afeta a produção de biomassa aérea e radicular, que por sua vez afeta diretamente a quantidade de resíduos depositados no solo e conseqüentemente o seqüestro de C. LAL et al. (1998) citado por FOLLET et al. (2001) reuniu número considerado de estudos e concluiu que em média práticas de manejo da fertilidade do solo podem aumentar de 50 a 150 kg/ha por ano a quantidade de C orgânico no solo. AMMANN et al. (2007) em estudo conduzido no continente europeu em pastagens de clima temperado verificaram que a intensificação do manejo, especificamente o uso de nitrogênio (200 kg/ha) e a maior freqüência de uso da forragem, resultaram no seqüestro de 147 g C/m<sup>2</sup> por ano. Por outro lado, a ausência de N e a utilização menos freqüente da pastagem resultaram em perda para a atmosfera de 57 g C/m<sup>2</sup> por ano. Os autores concluíram que a conversão de terras aráveis em pastagens perenes teve efeito positivo sobre o balanço de C no sistema, embora o efeito tenha sido mais pronunciado nos três primeiros anos após a conversão. Segundo ALLARD et al. (2007) tanto a redução no uso de fertilizantes como a lotação animal reduziu as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por unidade de área. Entretanto este tipo de estratégia diminuiu o potencial de seqüestro de C pelo solo. Esses resultados fortalecem a hipótese de que o aumento das

emissões prejudiciais de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O é freqüentemente compensado pelo seqüestro de C no solo.

Embora o N possa ter efeito positivo no balanço de gases entre a atmosfera e o solo de pastagens, o processo de fabricação do adubo nitrogenado além do próprio transporte do produto são atividades que demandam queima de combustíveis fósseis e conseqüentemente contribuem para a emissão de gases para a atmosfera. IZAURRALDE et al. (1997) citados por FOLLET et al. (2001) apontaram um valor de 1,23 kg de C emitidos para cada kg de N produzido, incluídos todos os processos de fabricação, estocagem, transporte e aplicação. Além disso, o custo de aplicação do fertilizante nitrogenado muitas vezes excede o retorno econômico de determinado sistema produtivo. Desse modo, o uso de plantas leguminosas em pastagens, seja em monocultura ou consorciada com gramíneas tropicais tem sido há muito tempo objeto de estudo de pesquisadores brasileiros interessados na economia do uso de fertilizantes. Atualmente, esse interesse se estendeu a fim de avaliar o potencial da leguminosa em seqüestrar C atmosférico. Como os estoques de C no solo poderão ser sustentados no longo prazo apenas se for adicionado N no sistema, seja através da aplicação de fertilizantes nitrogenados ou pela fixação biológica, a demanda por informações a respeito do potencial da leguminosa nesse sistema cresce cada vez mais. Além disso, as perdas de C no solo tendem a aumentar quando os microorganismos do solo são N dependentes.

Alguns estudos conduzidos no Brasil têm apontado o papel positivo da leguminosa no aumento do C orgânico do solo. Segundo CORAZZO et al. (1999) o acúmulo de C no solo em pastagens de espécies do gênero *Brachiaria* bem manejadas varia de 1 a 2 t C/ha por ano. Com o objetivo de comparar as variações na densidade aparente e no estoque de C no solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* em

monocultura e consorciada com estilosantes Campo Grande, SHUNKE et al. (2004) verificaram que nos primeiros 10 cm da camada de solo a quantidade de C foi 1,4 t/ha superior na pastagem consorciada. TARRÉ et al. (2001) verificaram que o acúmulo anual de C na camada 0-100 cm foi de 0,66 t/ha em pastagens de *Brachiaria humidicola* e 1,17 t/ha quando consorciado com *Desmodium ovalifolium*. FISHER et al. (1994) observaram em pastagens consorciadas de *Brachiaria humidicola* e *Arachis pintoi* que a quantidade total de C estimada na camada 0-100 cm do solo foi 268 t/ha, enquanto que em pastagens em monocultura de *Brachiaria humidicola* foi de 223 t/ha. Esses estudos refletem o que os pesquisadores têm denominado complementaridade entre diferentes grupos funcionais de espécies forrageiras. O uso de leguminosas e gramíneas em consórcio leva ao maior acúmulo de C e N em solos de áreas degradadas, além do maior acúmulo de biomassa. Segundo FORNARA et al. (2008) a principal variável que reflete o processo de aumento nos níveis de C e N no solo é o acúmulo de raízes. Após 12 anos do plantio de diversas espécies, em monocultura ou consorciada, esses autores verificaram que a ocorrência de diferentes grupos funcionais (gramíneas tropicais, temperadas e leguminosas) numa mesma parcela aumentou em 500% e 600% a quantidade de C e N no solo, respectivamente, em comparação com monoculturas. Além disso, apenas a presença de gramíneas de metabolismo C<sub>4</sub> (gramíneas tropicais) nas parcelas experimentais aumentou em 193% o acúmulo de C no solo. Ao mesmo tempo só a presença de leguminosas aumentou em 522% o acúmulo de C no solo. Ainda segundo os autores o uso complementar de espécies C<sub>4</sub> e leguminosas além de favorecer o acúmulo de C no solo também provocou aumentos de produtividade, já que o aumento no número de espécies de diferentes grupos funcionais aumenta a capacidade de exploração dos recursos disponíveis de diferentes modos.

A diminuição da diversidade de plantas em áreas agricultáveis do planeta tem se tornado uma das principais preocupações no tocante ao equilíbrio dos ecossistemas terrestres. O estudo de FORNARA et al. (2008) indicou que em solos cultivados com gramíneas  $C_4$  houve elevada biomassa de raízes, raízes com alta relação C : N, solos com baixa taxa de mineralização e decomposição, e alta taxa de eficiência de uso de nutrientes. Embora isto possa levar ao aumento do acúmulo de C no solo foi verificado que nas camadas mais baixas do solo (60 cm) o acúmulo foi cerca de 1/3 do observado em solos contendo diversas espécies de diferentes grupos funcionais (leguminosas, gramíneas  $C_3$  e gramíneas  $C_4$ ). Apesar disso o cultivo em monocultura de plantas  $C_4$  reduziu a concentração de nitrato, o que ajuda a reduzir as perdas de N via solo. Contrariamente, em solos cultivados com leguminosas foram observados resíduos vegetais (*litter*) de alta qualidade (relação C:N baixa), altas taxas de decomposição de resíduos, baixa eficiência de uso de nutrientes e, por causa das relações simbióticas, aumento da disponibilidade e suprimento de N. O cultivo em monocultura de leguminosas também estocou apenas 1/3 do estocado em parcelas com alta diversidade de espécies. Entretanto, a presença de leguminosas aumentou a produção de raízes bem como o acúmulo de N no solo, e é provável que o N derivado da leguminosa seja importante para a matéria orgânica do solo e conseqüentemente para o estoque de C no solo. Por outro lado, a interação positiva de leguminosas e gramíneas  $C_4$  (efeito de complementaridade) foi atribuída a: i) aumento da entrada de C no solo através da fixação de N pelas leguminosas de inverno seguida pelo uso deste N e sua conversão em biomassa aérea e radicular de elevada relação C : N por gramíneas  $C_4$  de verão; ii) baixos níveis de nitrato ( $NO_3$ ) influenciados pelo cultivo das plantas  $C_4$ , o que pode causar aumento na fixação de N pelas leguminosas, que por sua vez aumenta o suprimento de N e

sustenta o crescimento radicular das próprias gramíneas C<sub>4</sub>. A plausibilidade dessa hipótese aumenta em sistemas com limitação de N onde as gramíneas C<sub>4</sub> são as melhores competidoras pelo N, enquanto a fixação biológica pelas leguminosas tem papel crucial na sustentação do crescimento radicular. Portanto, o efeito de complementaridade abrange efeitos de dois processos distintos, diferenciação de nicho (TILMAN, 1999) que no estudo de FORNARA et al. (2008) ocorreu devida a existência de gramíneas de verão e leguminosas de inverno, e facilitação (BROOKER et al., 2008), que diz respeito a transferência do N pela fixação biológica para a gramínea ou qualquer outra espécie vegetal não leguminosa. A Tabela 1 apresenta os principais resultados (variáveis dependentes) obtidos no estudo de FORNARA et al. (2008), separadamente para cada grupo funcional (variáveis independentes), em análise de regressão multivariada.

Desse modo fica evidente que a utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas forrageiras tropicais pode ser um dos principais meios de se conseguir alta produtividade com baixo custo, e como efeito secundário acaba por beneficiar o acúmulo de C no solo atuando como alternativa para o aumento do seqüestro de C atmosférico. No entanto, mais pesquisas deverão ser realizadas para que situações específicas, relativas aos nossos biomas, sejam esclarecidas e contextualizadas em nossos sistemas produtivos.

## **LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS - MITIGADORAS NAS EMISSÕES DE METANO**

A produção de metano aumenta com a idade da rebrota, ou de pastejo, decorrente do incremento de material lignocelulósico. A magnitude da emissão varia de acordo com a espécie ofertada aos animais. Normalmente, bovinos

alimentados com dietas contendo leguminosas apresentam melhoras nos parâmetros produtivos com uma diminuição nas produções de metano (MONTENEGRO et al., 2000). Os efeitos positivos do uso de leguminosas forrageiras na dieta dos ruminantes advêm da adição de nutrientes e por seu efeito redutor da metanogênese.

**Tabela 1. Dependência de diferentes variáveis medidas 12 anos após o estabelecimento do estudo, na presença ou ausência de leguminosas, gramíneas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> e forbs (plantas herbáceas não leguminosas), determinada em 6 diferentes regressões múltiplas (uma para cada variável).**

Variável <sup>1</sup>	Parâmetros de regressão para a presença de cada grupo funcional em função do tempo (ano)					
	Intercepto	Leguminosa	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	Forbs <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
Acúmulo de C solo	24,8**** (g/m <sup>2</sup> .ano)	18,8****	NS	10,9***	NS	0,19
Acúmulo de N solo	1,33**** (g/m <sup>2</sup> .ano)	0,95****	NS	0,47*	NS	0,13
Biomassa de raízes	749**** (g/m <sup>2</sup> )	229****	102***	243****	NS	0,54
Produção de raízes	193**** (g/m <sup>2</sup> )	105***	NS	NS	NS	0,24
C:N (raízes)	39,2****	-10,5****	NS	3,9****	NS	0,58
Biomassa aérea	134,7**** (g/m <sup>2</sup> )	59,8****	NS	17,5**	24,8****	0,54

<sup>1</sup> camada do solo 0 - 60 cm; <sup>2</sup> herbáceas não leguminosas. \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; \*\*\*\* P < 0,0001; NS não significativo. Gramíneas C<sub>3</sub>: *Agropyron smithii*; *Elymus canadensis*; *Koeleria cristata*; *Poa pratensis*. Gramíneas C<sub>4</sub>: *Andropogon gerardi*; *Panicum virgatum*; *Schizachyrium scoparium*; *Sorghastrum nutans*. Forbs: *Achillea millefolium*; *Asclepias tuberosa*; *Liatris aspera*; *Monarda fistulosa*; *Solidago rigida*. Leguminosas: *Amorpha canescens*; *Lespedeza capitata*; *Lupinus perennis*; *Petalostemum candidum*; *Petalostemum purpureum*; *Petalostemum villosum*. Lenhosas de savana (não incluídas na análise multivariada) *Quercus ellipsoidalis*; *Quercus macrocarpa*.

Práticas de manejo das pastagens que melhoram sua qualidade, aumentam a produtividade e geralmente reduzem significativamente as emissões de metano. Em explorações silvipastoris, o uso de leguminosas rasteiras, arbustivas ou arbóreas com potencial alimentar, atuam positivamente na redução das emissões de metano, além de melhorar as características edáficas e de bem-estar animal (CARMONA et al, 2005).

De acordo com as concentrações e os tipos de taninos presentes em algumas leguminosas pode haver redução ou incremento na produção de metano. Por exemplo, HESS et al (2002) verificaram redução até 50% na produção de metano, comparando a adição de *Calliandra calothyrsus* com a dieta tradicional de pastagem exclusiva. Entretanto as espécies *Cratylia argentea* e *Arachis pintoi* incrementaram os níveis de metano, até 3 ou 4 vezes a quantidade determinada em dietas com pasto exclusivo.

Os taninos condensados complexam e precipitam as proteínas e reduzem a emissão do metano, possivelmente por atuar causando morte de bactérias metanogênicas no rumem.

POSSENTI (2006) avaliando os efeitos de dois níveis de leucena na dieta de 20 e 50%, na forma de feno, juntamente com 80 e 20 % de feno de coast-cross, verificou na maior proporção de leucena com 1,3% de tanino condensado, redução na emissão do metano.

KAHIYA et al, (2003) estudou o efeito de dietas com as leguminosas *Acacia karoo* e *A. nilótica* sobre infestação de vermes *Haemonchus contortus* em caprinos. A administração de *A. karoo* reduziu a contagem de ovos, desse verme, um dos principais vermes de caprinos e ovinos.

O fornecimento de plantas tropicais contendo taninos pode beneficiar os animais parasitados por nematóides gastrintestinais. Os taninos atuam como melhoradores da qualidade da proteína através do bypass protéico, e maiores



quantidades de proteínas digestíveis no intestino. Esse maior aporte de aminoácidos para o metabolismo animal, pode proporcionar maior imunidade aos animais. Por outro lado, os taninos atuam diretamente sobre os vermes: reduzindo a eclodibilidade dos ovos, e sobre as larvas pode diminuir sua migração no perfil do relvado, dificultando o contato parasita-hospedeiro. Os taninos podem causar danos anatômicos nas larvas que dificultam sua penetração no epitélio gastrintestinal (BUENO<sup>7</sup>).

### **LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREAS – FUNÇÕES NOS SISTEMAS PRODUTIVOS**

O interesse pelas leguminosas arbustivas ou arbóreas deve-se a algumas de suas características e multiplicidade de uso, tais como: perenidade e baixo custo de manutenção, alimento de alta qualidade para os animais, proteção de taludes contra a erosão, matéria orgânica rica em N, plantas usadas para revegetação em ambientes desfavoráveis (salinos ou áridos), fontes de madeira ou madeira combustível de uso doméstico ou industrial, usadas em sistemas agropecuários como cercas vivas, como sombra em culturas e áreas montanhosas e como fonte de frutas e vegetais para consumo humano (GUTTERIDGE et al., 1993).

Destacam-se dentre as leguminosas arbustivas ou arbóreas cultivadas em sistemas de pastejo: *Albizia lebbbeck*, *Cajanus cajan*, *Calliandra calothyrsus*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* e *Sesbania sesban*.

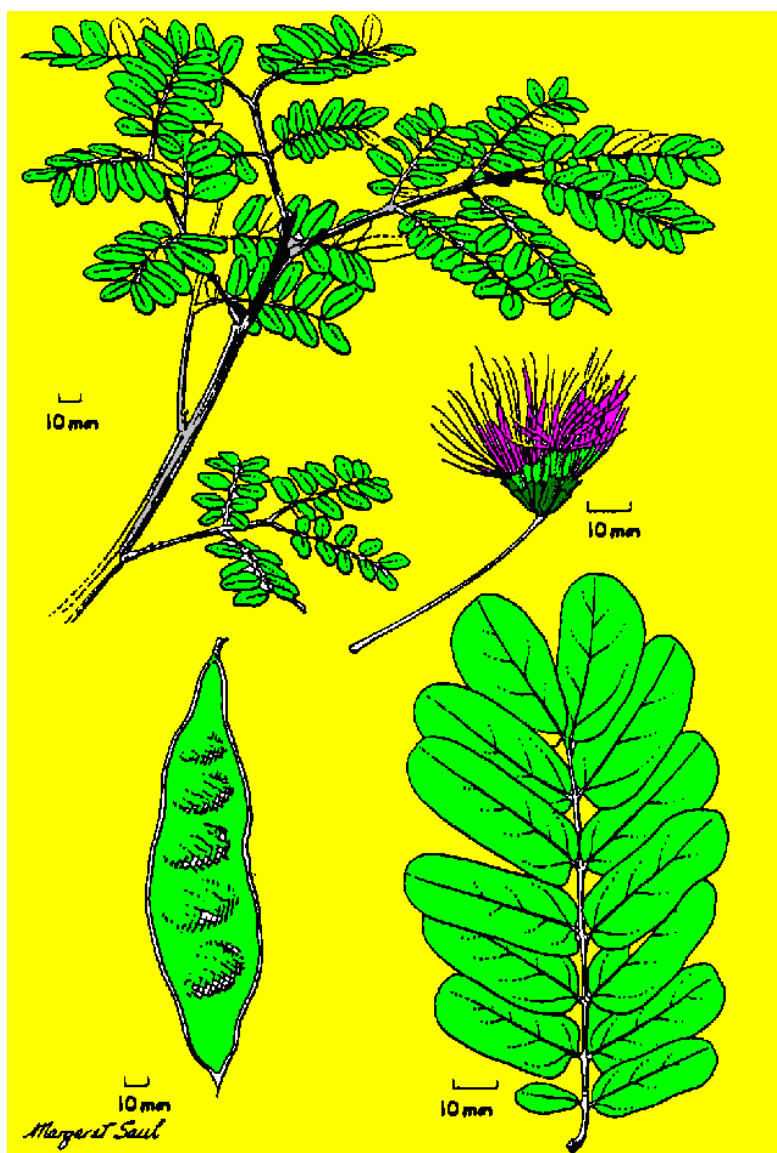
#### ***Albizia lebbbeck* (L.) Benth (Mimosaceae)**

É uma leguminosa arbustiva, promissora para cultivo em regiões semi-áridas: como alimento e suplemento de

---

<sup>7</sup> Informação Pessoal de PqC. MAURO SARTORI BUENO, do IZ/APTA, 2008.

gramíneas de baixa qualidade, principalmente na Índia e no Sudeste asiático (Figura 2).



**Figura 2. *Albizia lebbeck*, ramos, folhas, fruto e flores (Fonte: GUTTERIDGE & SHELTON, 1993).**

Não tolera ao frio e tem crescimento inicial lento. Cresce em áreas com precipitação abaixo de 800 mm ao ano. As liteiras das folhas que caem produzem até 5.000 kg de matéria seca/ha/ano.

A *Albizia* possui potencial em sistemas silvipastoris, apresenta:

- Forragem de alta qualidade aos animais;

- Promove sombra, que beneficia diretamente os animais, reduzindo a temperatura no verão e estimulando o crescimento dos capins.

Nas condições da América do Sul essa forrageira deveria ser melhor pesquisada.

### ***Cajanus cajan***

É uma leguminosa arbustiva, que ocupa posição de destaque com uso na alimentação de bovinos em pastejo ou mesmo como fonte de nitrogênio (Figura 3).



**Figura 3. *Cajanus cajan* (guandu), ramos, folhas, flores e sementes (PAULINO, 2006).**

O guandu é uma leguminosa arbustiva, semi-perene, apresentando caule lenhoso e raiz principal pivotante profunda. As raízes secundárias são mais finas, apresentando nódulos que contêm bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam simbioticamente o nitrogênio atmosférico.

As folhas são trifoliadas e a emissão da inflorescência é sensível ao efeito do fotoperíodo nas condições tropicais.

O guandu é planta que produz grande quantidade de sementes, e os testes de germinação mostram que 80 a 90%

geminam com até quatro anos de armazenagem em condições adequadas.

A época de plantio é um fator importante que pode interferir na proporção de folha/caule no guandu, recomenda-se de setembro a novembro. O plantio realizado em dezembro tem favorecido uma melhor proporção de folhas, principalmente no primeiro ano da cultura, disponibilizando forragem de melhor qualidade para utilização no período crítico do ano, como banco de proteína.

Segundo SEIFFERT (1988), os teores de proteína bruta do guandu variam entre as variedades, entre os corte e épocas do ano, de um mínimo de 13% a um máximo de 20,2%. LOURENÇO et al. (1993) encontrou teores entre 18,0 a 25,5% de proteína bruta nas folhas do guandu disponível como banco de proteína, o que evidência a alta qualidade da forragem. Os valores de proteína bruta, determinados nos caules do guandu disponível, foram inferiores aos das folhas.

Segundo LOURENÇO et al. (1993), o uso de banco de proteína com o guandu para pastejo durante a época crítica do ano, mostrou-se viável para melhorar o ganho de peso de animais, principalmente nos meses de junho-julho. Bovinos mantidos em pasto de capim-colonião exclusivo sem acesso ao banco de proteína mantiveram o mesmo peso, enquanto que os animais com acesso ao guandu apresentaram ganhos de peso vivo de 242 gramas/animal/dia no período das “secas”. Define-se como banco de proteína uma área adjacente com planta forrageira de qualidade superior, sob condições de manejo específico com objetivo de produzir suplemento alimentar à bovinos em pastejo.

Em estudo do potencial forrageiro do guandu como banco de proteína, empregando diferentes percentuais (0: 18: 33 e 51%) (Tabela 2) em áreas associado ao capim-jaraguá, LOURENÇO et al. (1984) observaram ganhos de peso de novilhos Nelore.

Em outro trabalho, LOURENÇO & DELISTOIANOV (1993) (Tabela 3) avaliaram por dois anos o desempenho de bovinos em pastagens de capim-colonião com livre acesso ao banco de proteína de guandu. Os dados mostram que os ganhos médios anuais e diários de peso vivo dos bovinos com acesso ao banco de proteína foram melhores do que os mantidos em pasto exclusivo de capim-colonião.

**Tabela 2. Desempenho animal com diferentes percentuais em área como banco de proteína com guandu.**

Área com guandu	Período da "seca"		
	Jun/Ago (56 dias)	Set./Dez. (140 dias)	Jun./Dez. (196 dias)
%	Ganho de P.V. (kg/dia)		
0	0,196	0,314	0,280
18	0,411	0,307	0,342
33	0,750	0,300	0,428
51	0,607	0,314	0,398

**Tabela 3. Comparação de desempenho animal com e sem guandu em pasto de capim-colonião.**

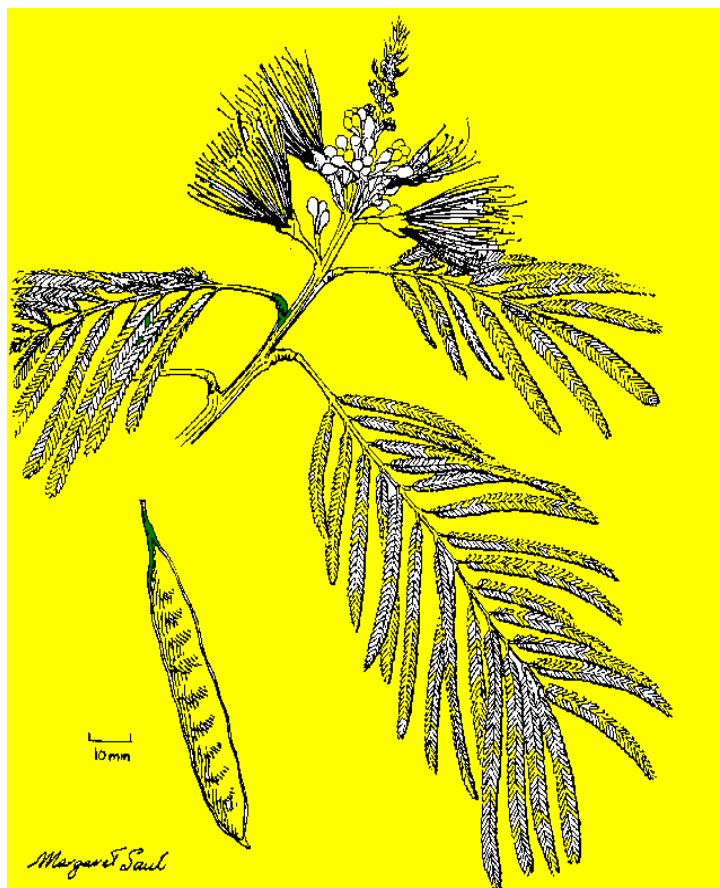
Pasto	1 <sup>o</sup> . Ano	2 <sup>o</sup> . Ano
	Kg animal /dia	
Colonião exclusivo	0,455	0,335
Colonião + guandu	0,482	0,381

### ***Calliandra calothyrsus***

É uma leguminosa arbustiva da família das mimosóideas de porte médio, originária do México e da América Central. Recentemente, tem sido utilizada na alimentação animal,

porém seu uso mais tradicional é como madeira, planta de sombra e culturas intercalares (Figura 4).

Embora tolere a seca não muito prolongada, prefere locais com precipitações entre 2.000 a 2.500 mm anuais e não tolera ao encharcamento. Sua propagação é por sementes, preferencialmente, tratadas com água quente para escarificação.



**Figura 4. *Calliandra calothyrsus*, ramo, vagem e flores (Fonte: GUTTERIDGE & SHELTON, 1993).**

O uso de fertilizantes melhora o crescimento e produção inicial de *Calliandra*, especialmente em solos inférteis. PALMER et al. (1989) comparou *C. calothyrsus*, *Leucaena leucocephala* e *Gliricidia sepium* em dois locais na Austrália, cujos dados são apresentados na Tabela 4 .

ROSECRANCE et al. (1992a) trabalhando no Hawaii, em um experimento e cultivo de nove leguminosas arbustivas,

verificaram que a *Calliandra calothyrsus* produziu 4,3 t/ha e foi, em termos de produção, a quinta colocada após *Sesbania sesban*, *G. sepium*, *Leucaena pallida* e *Cajanus cajan*

**Tabela 4. Parâmetro do solo e produção anual de folhas (t/ha) de três leguminosas arbustivas em quatro locais com e sem aplicação de fertilizantes (PALMER et al. 1989).**

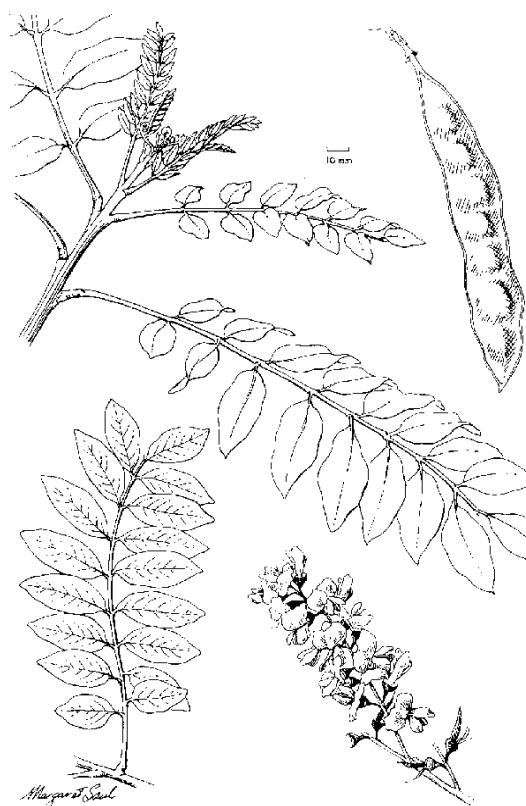
		Capacidade de troca de cátions (meq/100 g)	<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>			
Locais	pH	Aplicação de fertilizantes*						
			-	+	-	+	-	+
<b>(a) Locais férteis</b>								
Utchee Creek (Australia)	5.3	2.39	11.3	12.6	7.8	7.8	5.5	7.3
Sei Putih (Indonesia)	5.3	2.69	6.6	11.8	5.2	7.5	4.0	7.5
<b>(b) Locais menos férteis</b>								
Silkwood (Australia)	5.3	0.83	3.0	7.7	1.5	5.2	0.4	3.1
Sembawa (Indonesia)	4.9	0.87	2.3	6.8	1.1	3.1	0.5	2.1

\* + Nos tratamentos com fertilizantes foram aplicados 33 kg P, 20 kg Mg, 3 kg Cu, 3 kg Zn, 0.2 kg Mo, 1.5 kg B e 2 t calcário/ha (em Sembawa e Silkwood) ou 0.4 t calcário/ha (em Sei Putih e Utchee Creek)

*Calliandra* tem se mostrado palatável na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos. Apresentando em sua composição bromatológica: 20-22% proteína bruta, 35-70% fibra bruta, 4-5% cinza nas folhas secas. Nenhuma substância tóxica tem sido encontrada, não obstante altas concentrações de tanino condensado (superior a 11%). Uma vantagem do tanino é que ele garante a proteção da proteína, entretanto altas concentrações de tanino podem reduzir a digestibilidade da proteína para os animais domésticos.

### ***Gliricidia sepium***

É uma leguminosa arbustiva, da sub-família Papilionoideae, que ocorre em toda a faixa da Mesoamérica. Apelida da mata-rato, pelas propriedades tóxicas de suas sementes (*Gliricidia* = matador de rato). Após a *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* é a leguminosa arbustiva mais empregada (Figura 5).



**Figura 5 *Gliricidia sepium*, ramo, vagem e flores  
(Fonte: GUTTERIDGE & SHELTON, 1993).**

Essa leguminosa é de crescimento relativamente rápido de 2 a 3 m em seis meses. Propaga-se por sementes que germinam bem sem necessidade de tratamento prévio. Não tolera ao frio e prefere temperaturas mensais entre 20-30°C. Ocorre geralmente, em altitudes acima de 1.200 m. Cresce em solos com pH de 4,5-6,2.



Além de ser utilizada como madeira para produção de energia, cerca viva, sombra, alimento animal e adubo verde.

Como adubo verde a *Gliridia sepium* fornece um fertilizante orgânico de excelente qualidade, provendo o equivalente a 40 kg de N/h/ano. Recomendam-se cortes a cada 12 semanas, à altura de 30 a 60 cm.

Como alimento animal, a produção de biomassa varia desde 2 a 20 t de matéria seca/ha/ano, recomendam-se cortes a cada 6 a 12 semanas e uma densidade de 4 plantas/m<sup>2</sup>.

As folhas de *Gliridia sepium* têm um alto valor nutritivo, com conteúdos de proteína bruta de 20-30% na matéria seca, fibra bruta somente 15% e digestibilidade da matéria seca de 60-65%.

Se não fosse problemas relacionados com a toxidez, a alta qualidade das folhas e a sustentabilidade da produção de biomassa fariam da *Gliricidia* uma leguminosa tão importante quanto a leucena. A toxidez tem sido atribuída à conversão via bactéria de comarina a dicomerol, um componente hemorrágico, durante a fermentação.

A variação da palatabilidade encontrada em várias partes do mundo acompanham os efeitos climáticos, edáficos sobre a composição química, diferenças no comportamento da flora ruminal entre animais (por causas genéticas ou ambientais) ou variações genéticas da *Gliricidia* em si (SIMONS et al., 1992).

### ***Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit (leucaena)**

A leucena é uma leguminosa arbustiva da família das mimosóideas com potencial forrageiro e capacidade produzir, a baixo custo, elevadas quantidades de proteína para serem empregada na alimentação animal (Figura 6).

O gênero *Leucaena* sp., representado por espécies arbóreas e arbustivas, desempenham diferentes funções nos sistemas produtivos: programas de reflorestamentos; planta

sombreadora para outras culturas; controladora progressão de fogo; madeira para construção; combustível (carvão); como adorno; matéria prima para apicultura e dietas de ruminantes.



**Figura 6. *Leucaena leucocephala* (leucena), planta adulta, flores e frutos (PAULINO, 2006).**

Há outras 14 espécies reconhecidas no gênero *Leucaena*: *L. collinsii*, *L. cuspidata*, *L. diversifolia*, *L. esculenta*, *L. greggii*, *L. lanceolata*, *L. macrophylla*, *L. multicapitula*, *L. retusa*, *L. pallida*, *L. pulverulenta*, *L. salvadorensis*, *L. shannoni* and *L. trichodes*. *Leucaena leucocephala* e *L. pallida*, e uma das *subspecies* de *L. diversifolia*, são *polpoides* (104 chromosomes) enquanto que todas outras espécies são *diplóides* (52 ou 56 cromossomos). *Leucaena leucocephala* e variedades tetraploides de *L. diversifolia* autofecundadas, enquanto que as outras são cruzamentos.

A leucena desenvolve-se melhor em faixas de temperaturas de 25 a 30°C, e sob precipitação entre 650 e 3.000 mm. Toler a seca, mas não tolera ao encharcamento, nem a geada. Prefere solos com pH>5,2, sendo exigente em fósforo e cálcio. Propaga-se por sementes, que exigem *escarificação* com água quente ou ácido sulfúrico para quebra

de dormência, a inoculação com estirpes específicas de *Rhizobium* é recomendável.

Sua produtividade varia entre 2,0 a 32,0 toneladas de matéria seca/ha/ano, sendo aconselhados dependendo da região cortes de 6 a 12 semanas, com conteúdos de proteína bruta de 15,0 a 42,0% e com digestibilidade de 50 a 71%.

A leucena é conhecida pelo seu alto valor nutritivo (Tabela 5), e similaridade de composição com a alfafa (NAS, 1977).

**Tabela 5. Composições foliares de leucena e de alfafa (*Medicago saliva*) (NAS 1977).**

<b>Composição geral</b>	<b>Leucaena folhas</b>	<b>Alfafa folhas</b>
<b>Cinza total (%)</b>	<b>11.0</b>	<b>16.6</b>
<b>N Total (%)</b>	<b>4.2</b>	<b>4.3</b>
<b>Proteína bruta (%)</b>	<b>25.9</b>	<b>26.9</b>
<b>Fibra detergente ácido modificada (%)</b>	<b>20.4</b>	<b>21.7</b>
<b>Calcio(%)</b>	<b>2.36</b>	<b>3.15</b>
<b>Fósforo (%)</b>	<b>0.23</b>	<b>0.36</b>
<b>β -caroteno(mg/kg)</b>	<b>536.0</b>	<b>253.0</b>
<b>Tannino (mg/g)</b>	<b>10.15</b>	<b>0.13</b>
<b>Aminoácidos</b>	<b>Leucaena</b>	<b>Alfafa</b>
<b>Arginina (mg/gN)</b>	<b>294</b>	<b>357</b>
<b>Cysteina (mg/gN)</b>	<b>88</b>	<b>77</b>
<b>Histidina (mg/gN)</b>	<b>125</b>	<b>139</b>
<b>Isoleucina (mg/gN)</b>	<b>563</b>	<b>290</b>
<b>Leucina (mg/gN)</b>	<b>469</b>	<b>494</b>
<b>Lisina (mg/gN)</b>	<b>313</b>	<b>368</b>
<b>Metionina (mg/gN)</b>	<b>100</b>	<b>96</b>
<b>Metionina + cisteina (mg/gN)</b>	<b>188</b>	<b>173</b>
<b>Fenilalanina (mg/gN)</b>	<b>294</b>	<b>307</b>
<b>Treonina (mg/gN)</b>	<b>231</b>	<b>290</b>
<b>Tirosina (mg/gN)</b>	<b>263</b>	<b>232</b>
<b>Valina (mg/gN)</b>	<b>338</b>	<b>356</b>

Altos conteúdos de taninos, nas folhas e especialmente nos ramos de leucena, reduzem a digestibilidade da matéria seca e da proteína, mas libera o valor “bypass” da proteína.

As folhase vagens de leucena contém um aminoácido chamado mimosina que pode atingir concentração de até 12 %, em pontos de crescimento, mas em folhas jovens 3 a 5 % da matéria seca. No rumem, a mimosina é degradada em dihidroxipirimidina (DHP), que por sua vez é degradada pelos microorganismos do rúmen a compostos não tóxicos. Ocorre em muitos locais que há falta de microorganismos ruminais apropriados e o acúmulo de DHP causa toxidez, bócio, perda de apetite, perda de peso, queda de pelos.

A literatura relata ganhos de pesos diários em animais alimentando-se com leucena em banco de proteína de 518 g/animal/dia e de 1420 kg/ha/ano em pasto consorciado (LOURENÇO et al., 1993; DAVISON, 1987).

### ***Sesbania sesban***

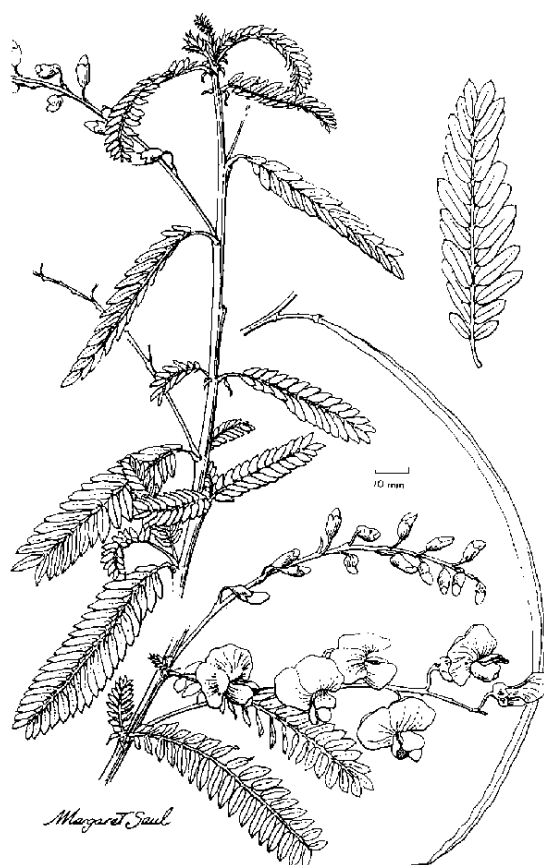
Essa leguminosa destaca-se como forrageira e adubo verde. A *S. sesban* e *S. grandiflora* são as espécies mais importantes desse gênero.

A *S. sesban* tolera ao frio, cresce em regiões subtropicais e nas condições tropicais de até 2.000 m. Cresce rapidamente, com rendimentos de 3a 12 toneladas de matéria seca/ha/ano (Figura 7). Sendo recomendáveis cortes acima de 60 cm de altura. Os conteúdos protéicos situam-se em torno de 25-30%. *Sesbania sesban* pode incorporar no sistema, através de sua bioamassa até 600 kg de N/ha/ano.

Outros usos alternativos da sesbania inclui, por suas propriedades ,como antibiótico, antihelmintico, anti-tumor.

GUTTERIDGE et al, (1991) estudaram, em uma área de 2 ha, por um período curto de 15 meses, a introdução de faixas de 4 m de largura de *S. sesban* em pastagens com *Brachiaria decumbens*. Os resultados para *B. decumbens* + *S. sesban*

foram excelentes para os aumentos no ganho de peso vivo, semelhantes aos obtidos com braquiária adubada com 200 kg de N/ha/ano, entretanto o pastejo causou quebra de muitos ramos devido a sua fragilidade.



**Figura 7. *Sesbania sesban* ramo, vagem e flores (Fonte:GUTTERIDGE & SHELTON, 1993).**

Com referência às leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas, com multiusos no mundo tropical ou sub-tropical, destacam-se, também outros gêneros por seu potencial para alimentação animal. Tais como: *Acacia angustissima*, *A. boliviana*, *A. villosa*, *A. saligna*, *Chamaecystis palmensis*, *Codariocalyx gyroides*, *Desmanthus virgatus*, *Faidherbia albida*, *Flemingia macrophylla*, *Prosopis sp.*,

novos estudos sobre o valor nutritivo e manejo dessas espécies apontariam essas leguminosas como alternativas para dieta animal. Dados apresentados nas Tabelas 6 e 7 apontam as leguminosas arbustivas *A. angustissima*, *C. rotundifolia* CIAT-7792 e *C. gyroides* CIAT-3001 como mais promissoras para a formação de sistemas agroflorestais nas condições edafoclimáticas de Ariquemes (RO) considerando-se os rendimentos, a qualidade e a distribuição estacional de matéria seca (COSTA et al., 1988)

**Tabela 6. Rendimento de matéria seca (t/ha) de leguminosas forrageiras, durante os períodos de máxima e mínima precipitação.**

Leguminosas	Máxima Precipitação <sup>1</sup>	Mínima Precipitação <sup>2</sup>	Total
<i>Acacia angustissima</i>	5,76 a	3,14 a	8,90 a
<i>Aeschynomene histrix</i> CIAT-9666	2,05 c	0,80 d	2,85 d
<i>Aeschynomene histrix</i> CIAT-9690	1,59 c	0,59 d	2,18 d
<i>Cassia rotundifolia</i> CIAT-7792	4,11 b	2,33 b	6,44 b
<i>Cajanus cajan</i>	1,47 cd	0,64 d	2,11 de
<i>Codariocalyx gyroides</i> CIAT-3001	3,18 b	1,64 c	4,82 c
<i>Leucaena leucocephala</i>	1,03 d	0,50 d	1,53 e

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey

<sup>1</sup>. Médias de seis cortes; <sup>2</sup>. Médias de dois cortes

## DESAFIOS NA ADOÇÃO DE PASTAGENS CONSORCIADA E ALGUNS CONSELHOS PRÁTICOS

O correto desempenho do papel das leguminosas em relação à fixação biológica de nitrogênio, acúmulo de biomassa vegetal e ciclagem de nutrientes, preconiza a adoção e o conhecimento de alguns procedimentos corretos referentes ao uso em pastagens consorciadas.

**Tabela 7. Teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio (g/kg) de leguminosas forrageiras, durante o período de máxima precipitação.**

g/kg					
Leguminosas	N	P	Ca	Mg	K
<i>Acacia angustissima</i>	32,08 a	1,99 a	7,66 a	3,76 a	18,32 a
<i>Aeschynomene histrix</i> CIAT-9666	22,25 c	1,70 c	6,98 c	2,84 c	15,42 cd
<i>Aeschynomene histrix</i> CIAT-9690	23,62 c	1,64 c	7,33 ab	3,01 bc	14,99 d
<i>Cajanus cajan</i>	32,56 a	1,35 d	7,21 b	2,98 c	15,04 d
<i>Cassia rotundifolia</i> CIAT-7792	23,44 c	1,88 b	7,03 bc	3,12 b	16,01 c
<i>Codariocalyx gyroides</i> CIAT-3001	25,58 b	1,65 c	6,24 d	3,28 b	17,11 b
<i>Leucaena leucocephala</i>	34,34 a	1,29 d	6,44 cd	3,11 b	13,87 e

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey

Primeiramente, as leguminosas e gramíneas forrageiras tropicais apresentam marcantes diferenças morfofisiológicas. As gramíneas são mais eficientes na utilização de água, de alguns nutrientes minerais, e apresentam uma eficiência fotossintética mais alta, que resulta taxa de crescimento e potencial de produção de forragem superior ao das leguminosas. O sistema radicular das gramíneas é mais extenso e difuso. As gramíneas têm diversas unidades de crescimento denominadas perfilhos, que são autônomos em relação ao crescimento e dotados de tecidos meristemáticos (gemas) bem localizadas. A partir das características morfogênicas (taxa de aparecimento e alongamento de folhas, duração de vida e alongamento de folhas), são definidas as principais características estruturais (tamanho da folha, número de perfilhos e número de folhas por perfilho) do pasto. Por outro lado, as leguminosas têm pontos de crescimentos mais expostos em ramificações, geralmente dependentes da planta mãe e em número menor (Figura 8).



**Figura 8. Rebrotas da leguminosa (guandu) com menor número de ramificações e da gramínea forrageira (Aruana) com um conjunto programado de fitômeros.**

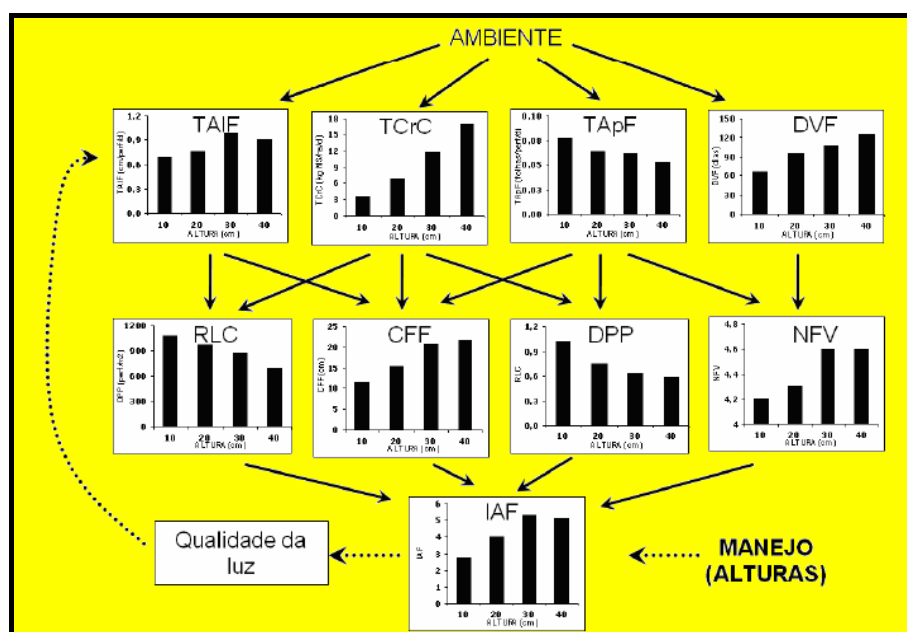
A morfogênese é uma valiosa ferramenta de manejo para se juntar às demais áreas do conhecimento, com o objetivo de possibilitar ao manejador de pastagens melhor tomada de decisão, tais como na definição do melhor momento de entrada e saída dos animais nos piquetes, na duração do período de descanso do pastejo, na intensidade do pastejo, etc. Fatores como luz, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes afetam a morfogênese. Dessa forma, tanto adubações em pastagens como manejo dos animais possam de alguma forma, influir no comportamento das plantas, quanto ao tempo necessário para o aparecimento de folhas e perfilhos, e alterar o padrão de crescimento da forrageira. Tais mudanças são essenciais à definição de modificações no manejo do ecossistema com vistas em otimizar os investimentos em insumos e a colheita da forragem produzida (NASCIMENTO Jr., et al., 2002).

O potencial de produção da pastagem é determinado pela taxa de crescimento da forrageira, mas é a quantidade de forragem consumida por meio do pastejo que representa esse potencial modificado pela eficiência de utilização. A produção



animal, sustentada na exploração de pastagens, reflete o balanço entre processos de crescimento, senescência e consumo, como resposta a diferentes propostas de manejo (NASCIMENTO Jr., et al., 2002).

Segundo SILVA et al., (2005) a velocidade de alongamento dos colmos precisa ser melhor estudada e incorporada aos conceitos de características morfológicas e estruturais (Figura 9).



\*TAIF – taxa de alongamento foliar; TCrc – taxa de crescimento do colmo; TApF – taxa de aparecimento foliar; DVF – duração de vida da folha; RLC – relação lâmina/colmo; CFF – comprimento final da folha; DPP – densidade populacional de perfilhos; NFV – número de folhas vivas; IAF – índice de área foliar.

**Figura 9. Alterações nas características morfológicas e estruturais do capim-marandau mantido em quatro alturas do dossel forrageiro por meio de lotação contínua (Adaptado de Sbrissia, 2004 por SILVA et al., 2005).**

Considerando as vantagens competitivas das gramíneas em relação às leguminosas, o manejo deve ser direcionado para favorecer as leguminosas, porém sem comprometer a produtividade das gramíneas.

Alguns conselhos úteis:

- a) escolha uma associação compatível entre o capim e leguminosa – observe que as condições climáticas não sejam limitantes;

b) assegure um suprimento adequado de nutrientes, para otimizar o crescimento da leguminosa forrageira. Na Tabela 8, são apresentadas recomendações de calagem para elevação do índice de saturação por bases à necessidade de leguminosas.

### **Compatibilidade na associação gramínea-leguminosa**

O grande entrave para a adoção do sistema gramínea/leguminosa, encontra-se na caracterização da função da leguminosa quando em consorciação: o papel principal da leguminosa é o de fixar nitrogênio e fornecê-lo à gramínea associada, melhorando a produção e o valor nutritivo desta. A melhoria da dieta, devido ao consumo da leguminosa torna-se, portanto, uma função decorrente. A caracterização destas funções torna-se possível através da adoção de um manejo que permita o consumo preferencial da gramínea, com um valor nutritivo melhor no período de primavera/verão, atrasando-se o consumo da leguminosa quando à quantidade e à qualidade do capim diminui.

PERES (1988) destaca a importância da palatabilidade da leguminosa em pastagens consorciadas. Segundo o autor, na fase de maior crescimento das pastagens a leguminosa não deve ser muito palatável em relação à gramínea, pois é nesta fase que a gramínea tem o máximo desenvolvimento, assegurando à leguminosa a capacidade de competição. Na época das secas, em que há diminuição da produção e da qualidade da gramínea, a leguminosa passa a ser mais palatável e o animal consumindo a forragem disponível no pasto aproveita melhor a gramínea de baixa qualidade. Caracteriza-se aqui o conceito de aceitabilidade relativa. Com relação à persistência, leguminosas de alta palatabilidade, sobretudo no período das águas, correm o risco de serem eliminadas do pasto com o passar do tempo, pela alta frequência de desfolha e menor capacidade de competir com

as gramíneas (PERES, 1988). CADISH et al. (1994) incluem o uso de leguminosas menos palatáveis como uma das opções de manejo para aumentar a fixação de N no sistema gramínea/leguminosa.

As leguminosas utilizadas em consorciação apresentam diferente aceitabilidade pelos animais e seu consumo varia ainda em função da palatabilidade relativa à gramínea a que estão consorciadas. SOUTO et al. (1975) observaram que o estilosantes (*Stylosanthes guianensis* cv. IRI 1022) e o siratro (*Macropitilium atropurpureum* cv. Siratro) apresentaram, na maior parte das avaliações, maior produtividade e palatabilidade (medida através do tempo de pastejo e do consumo da forragem consumida) que o kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* cv. Deodoro), centrosema (*Centrosema pubescens* cv. Deodoro) e soja-perene (*Glycine wightii* cv. IRI n° 1). STOBBS (1977) atribuiu diferenças no consumo de siratro, superiores para a estação de outono, em relação ao inverno e primavera, não somente à quantidade de forragem disponível, mas também às diferenças na palatabilidade da leguminosa observadas durante o ano.

ALCÂNTARA et al. (1980) classificaram um grupo de leguminosas como de aceitabilidade média, quando comparadas com outras gramíneas tropicais. Werner<sup>8</sup> (2002) observou, avaliando pastagens consorciadas de soja-perene com green-panic (*Panicum maximum* var. trichoglume) e setária (*Setaria sphacelata* cv. Kazungula), que a soja perene apresentava-se em maior proporção nos pastos de green-panic do que nos de setária, sendo em relação à esta última mais palatável. Em um sistema de pastejo COLOZZA et al. (2001a) avaliaram a persistência da uma mistura das leguminosas: calopogônio (*Calopogonium mucunoides* N.O. 1824), galaxia (*Galactia striata* N.O. 1871) guata (*Macrotyloma axillare* cv. Guatá), soja-perene (*Neonotonia wightii* N.O. 253) e

---

<sup>8</sup>Informação pessoal, Joaquim Carlos Wener (2003)

estilosantes (*Stylosanthes guianensis* N.O. 2313), em parcelas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Setaria sphacelata* cv. Kazungula e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, pastejadas em sistema de cafeteria. Constatou-se que o estilosantes foi a leguminosa que ocorreu em menor número de plantas  $m^{-2}$  e que a menor concentração do total de leguminosas ocorreu nos pastos do capim-Marandu. Em geral, observou-se uma relação negativa entre a quantidade de forragem remanescente pós-pastejo e o número de plantas (leguminosas) presente.

Em 1997, no Instituto de Zootecnia, SP, deu-se continuidade a um processo de seleção de novos acessos de leguminosas, visando selecionar aqueles com florescimento precoce, alta produção de sementes, boa produção de biomassa e tolerantes a pragas e doenças, para serem estudados posteriormente em consorciação, sob pastejo. Desse processo VEASEY et al., (1999) trabalharam com 96 acessos referentes aos gêneros *Calopogonium*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Galactia*, *Macrotyloma*, *Macroptilium*, *Neonotonia* e *Stylosanthes* (acessos pré-selecionados por precocidade no florescimento e produção de sementes), tendo sido revelados vários acessos promissores segundo os critérios produtividade, produção de sementes, desenvolvimento vegetativo e tolerância a pragas e doenças.

Na sequência deste estudo, COLOZZA et al. (2002) trabalharam com 25 acessos dos melhores apontados por Veasey et al. (1999), sendo sete pertencentes à espécie soja-perene (*Neonotonia wightii*), sete ao gênero estilosantes (*Stylosanthes*), quatro à espécie calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), quatro à galactia (*Galactia striata*) e três à macrotiloma (*Macrotyloma axillare*), avaliados em consorciação com capim-Aruana (*Panicum maximum* jacq. cv. Aruana) sob pastejo. Foi observado que os acessos de macrotiloma e os de calopogônio apresentaram tanto uma maior velocidade de estabelecimento como uma maior frequência de ocorrência na

consorciação, observadas depois de 21 meses. Entre os sete acessos de soja perene, três também apresentaram boa persistência sob pastejo. Os oito melhores acessos, de acordo com os critérios determinados neste experimento, foram multiplicados com a finalidade de produção de sementes para novos experimentos, obtendo-se boas quantidades de sementes de dois acessos de soja-perene (*Neonotonia wightii*, acessos N.O. 253 e N.O. 2348), dois de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*, acessos N.O. 1194 e N.O. 1824), um de estilosantes (*Stylosanthes capitata*, acesso N.O. 1327) e um de macrotiloma (*Macrotyloma axillare*, acesso N.O. 279).

### **Capacidade de utilização e requerimentos nutricionais diferenciados entre leguminosas e gramíneas**

No geral, as gramíneas apresentam vantagem competitiva em relação às leguminosas e, portanto, tendem a dominar nas pastagens. Diversos fatores, tanto das plantas, como ambientais, podem influenciar o balanço entre espécies numa pastagem consorciada. Entre esses, a competição por nutrientes é um dos mais importantes.

Diversos trabalhos têm mostrado que as leguminosas apresentam menor habilidade de competição por K, quando associadas com gramíneas (VALENCIA et al, 1988). A explicação para esse fato tem sido relacionada com a capacidade de troca de cátions (CTC) das raízes dessas plantas. Resultados de pesquisa têm indicado que a CTC das raízes das leguminosas é aproximadamente o dobro da CTC das raízes das gramíneas (HAYNES, 1980). A CTC das raízes resulta da existência de pontos carregados negativamente no espaço livre da parede celular das raízes. Essa característica exerce uma influência qualitativa na absorção de nutrientes pelas plantas. Assim, uma espécie com alta CTC de raízes absorve mais cátions divalentes (como Ca), enquanto que

espécies com baixa CTC de raízes absorvem mais cátions monovalentes (como K). HALL (1971) verificou que, quando plantas de *Setaria sphacelata* e *Desmodium intortum* foram cultivadas juntas, o crescimento da leguminosa foi reduzido a nível baixo de K no solo, mas não a nível alto.

**Tabela 8. Valores de saturação de bases adequados para diversas forrageiras.**

<b>FORAGEIRAS</b>	<b>V<sub>2</sub> (%)</b>
<i>Arachis pintoï</i> (amendoim forrageiro)	60
<i>Avena sp</i> (aveias)	50 – 60
<i>Cajanus cajan</i> (guandú)	50
<i>Calopogonium mucunoides</i>	50
<i>Leucaena leucocephala</i> (leucena)	60
<i>Lotus corniculatus</i> (cornichão)	50
<i>Macrotiloma axillare</i> cv. Guatá, Java	50
<i>Medicago sativa</i> (alfafa)	80
<i>Neonotonia wightii</i> (soja perene)	
Tinaroo, Cooper, Clarence e Comum	60
Malawii	50
<i>Pueraria phaseoloides</i> (kudzu tropical)	35-40
<i>Stylosanthes</i> (Mineirão, Bandeirante, Pioneiro e Campo Grande)	45-50
<i>Trifolium sp</i> (trevos)	60 – 70
<i>Vicia sp</i> (ervilhacas)	60

Fonte: PAULINO (2004).

O efeito da competição por nutrientes, afetando o balanço leguminosas x gramíneas, em pastagens consorciadas, torna-se mais importante, à medida que aumentam as diferenças em hábito de crescimento e ciclo de desenvolvimento entre as espécies consideradas. VALENCIA et al (1988) estudaram o efeito da competição exercida pelas raízes de *Andropogon gaynus* sobre o desenvolvimento

plântulas de *Stylosanthes capitata* em um latossolo da Colômbia. Nutrientes foram aplicados ao solo, ou omitidos, e seu efeito sobre o desenvolvimento das plântulas de *Stylosanthes capitata* foi avaliado na presença e na ausência de competição radicular pelas plantas de *A. gayanus*. Os resultados mostraram que a competição radicular limitou mais o desenvolvimento das plântulas do que a ausência de nutrientes, embora o K tenha sido um importante fator limitante em todos os casos.

O manejo desses fatores para benefício do balanço adequado das espécies, em associações gramíneas x leguminosas, pode ser feito pelo menos de duas formas. Em primeiro lugar, a seleção de espécies para usar na consorciação deve recair sobre espécies compatíveis, principalmente no que se refere à habilidade competitiva mais favorável após a fase de estabelecimento e ciclo de desenvolvimento mais semelhante.

BRAGA et al., (1978) verificam que o capim-gordura (*Melinis minufloa*) com CTC das raízes mais alta (18 meq/100g) do que, por exemplo *Cenchrus ciliaris* cv. Gayndah (9 meq/100g) revelou-se menos competitivo por K, quando em associação com leguminosas, do que as outras gramíneas, surgindo, assim maior possibilidade de desenvolver uma consorciação mais estável com as mesmas (Tabela 9).

Ainda com relação à CTC de raízes e a absorção de nutrientes, ARRUDA et al. (1993) verificam que o aumento do Al em solução nutritiva diminuiu a CTC das raízes de *Brachiaria decumbens*. Esse efeito contribuiu para aumentar a absorção de K pela *B. decumbens* em 21 %, em relação ao nível zero de Al (FERNANDES et al., 1974). Portanto, a neutralização do Al tóxico, em solos ácidos para formação de pastagens consorciadas, além dos efeitos benéficos sobre o crescimento e nodulação das leguminosas, deve favorecer a absorção de K

pelas mesmas, à medida que pode aumentar a CTC das raízes de gramíneas.

**Tabela 9. Concentração de potássio (%) na parte aérea de leguminosas em função das gramíneas associadas.**

LEGUMINOSAS <sup>1</sup>	GRAMÍNEAS		
	COLONIÃO	BUFFEL	GORDURA
Centrosema	0,93	1,19	1,50
Soja Perene	1,96	2,29	3,18
Calopogônio	1,18	1,59	2,06

<sup>1</sup>Leguminosas: *Centrosema pubescens*, *Neonotonia wightii* e *Caloponium muconoides*.

A outra forma de manejo consiste na aplicação de fertilizantes, visando favorecer a proporção de leguminosas na pastagem consorciada. No caso específico do K, os resultados de pesquisa sugerem que, com o aumento do nível de K no solo a absorção desse elemento pela leguminosa é adequada, mesmo na presença da gramínea (HALL, 1971).

A aplicação dos fertilizantes necessários pode ainda ser localizada, conforme sugerem VALENCIA et al., (1988). Esses autores discutem a aplicação localizada de fertilizantes em pastagens de *A. gayanus* x *S. capitata*, para favorecer o desenvolvimento das plântulas da leguminosa.

Em São Paulo, pesquisadores do Instituto de Zootecnia têm estudado a adubação diferenciada, para gramíneas e leguminosas, por ocasião do plantio, visando favorecer o desenvolvimento posterior da leguminosa e conseguir um balanço adequado de espécies na pastagem consorciada, empregando-se 2/3 da adubação recomendada mais micronutrientes na linha da leguminosa e 1/3 na linha da gramínea.



c) adote o manejo que intensifique a produção de sementes e a ressemeadura natural ou se necessário adote a sobre-semeadura de leguminosas. A quantidade de sementes produzidas é crítica para a persistência e produtividade, pois o desenvolvimento de bancos de sementes no solo fornece os meios para a espécie sobreviver a condições desfavoráveis, tanto ambientais como de manejo, para a sua regeneração e persistência na pastagem.

A precocidade do florescimento é um mecanismo que as leguminosas apresentam em produzirem suas sementes antes de períodos adversos (secas, geadas, superpastejo, etc), os quais limitam uma boa produção de sementes (JONES & JONES, 1978).

Diversos estudos mostram a correlação que existe entre alta produção de sementes e precocidade no florescimento de leguminosas forrageiras, tais como *Stylosanthes humilis*, siratro (JONES & JONES, 1978), *Calopogonium mucunoides* (VEASEY et al., 1999) e soja-perene.

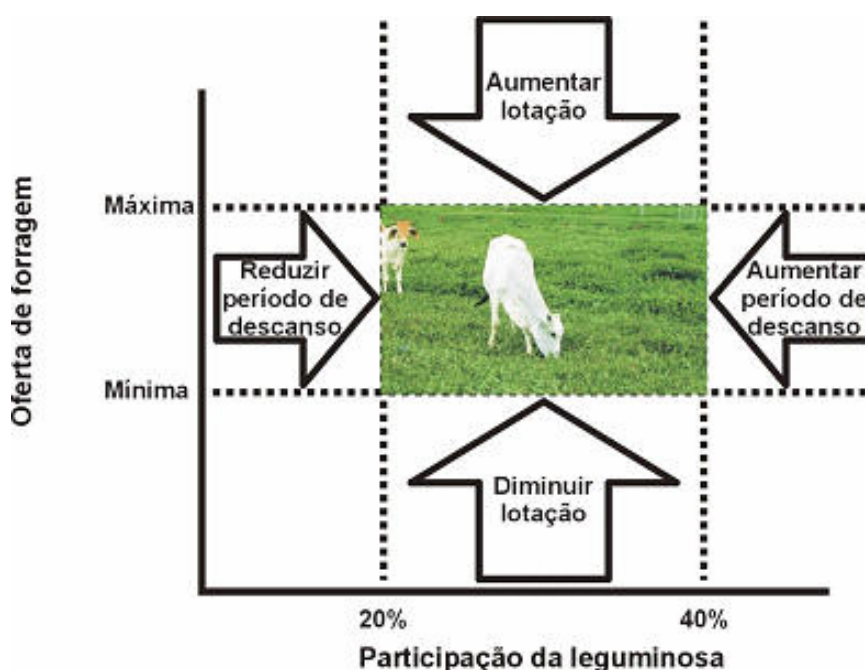
Plantas mais tardias, por outro lado, tendem a maior produção de biomassa, em detrimento da produção de sementes, necessárias para o aparecimento de novas plantas nas pastagens (visando sua persistência) e, também, para a multiplicação das sementes para a comercialização (WERNER et al., 2001). A quantidade de sementes produzidas é crítica para a persistência e produtividade, porque o desenvolvimento de bancos de sementes no solo fornece os meios para a espécie sobreviver a condições desfavoráveis, tanto ambientais como de manejo, para a sua regeneração e persistência na pastagem (JONES & JONES, 1978). Visto que uma planta forrageira é considerada bem adaptada a um determinado meio quando ela se desenvolve bem, persiste e produz apreciável quantidade de sementes naquele meio.

O uso de leguminosas forrageiras em pastagens visando a produção animal é ainda bastante baixo, considerando o benefício dessa forrageira ao sistema. As principais causas apontadas pela baixa adoção da tecnologia de pastagens consorciadas são: a) falta de persistência da leguminosa, devido ao manejo inadequado; b) uso de cultivares não adaptados às diversas condições edafoclimáticas; c) carência de cultivares comerciais adaptados a estresses ambientais; d) baixa disponibilidade e alto custo de sementes no mercado; e) a não correção e manutenção da fertilidade do solo; f) maior participação dos pecuaristas na pesquisa e desenvolvimento; g) lançamentos de cultivares sem a devida validação, feita muitas vezes em condições ideais, que difere da realidade de nossos pecuaristas; h) falta de continuidade na avaliação de acessos que expressaram um bom potencial em ambientes específicos (VALENTIM et al, 2004).

A baixa persistência de leguminosas tropicais tem sido o grande entrave no desenvolvimento de pastagens gramínea-leguminosa. Pesquisadores e cientistas internacionais apontam algumas áreas prioritárias de pesquisa visando a persistência de leguminosas forrageiras: A) Desenvolvimento de Germoplasma de Leguminosa Forrageira mais Adaptado: enfoque a seleção e avaliação de plantas mais tolerantes a solos ácidos, inférteis e tolerantes a estresse hídrico, pragas e doenças. Exemplificando, tínhamos o programa do CIAT com subcoleções promissoras para as savanas e para o trópico úmido. Ressalta-se aqui o gênero *Stylosanthes*, *S. guianensis*, *S. capitata* e *S. macrocephala*, recomendados para os solos de cerrados e savanas, tais como o *S. guianensis* cv Mineirão, lançado pela EMBRAPA. O Mineirão é tolerante a antracnose, que limitou o uso do *Stylosanthes spp.* no passado. Outros exemplos fortuitos foram uso de *Pueraria* e *Calopogonium* na Amazônia e nos Trópicos Úmidos e mais recentemente, o uso de *Arachis* Amarillo no Sul da Bahia; B) Estudos de

mecanismos adaptativos a ambientes de estresses; c) Estudos da dinâmica na interface planta-animal durante o pastejo; D) Inovações na formação de pastagens.

SPAIN et al., (1985) fizeram uma proposta combinando lotação e período de descanso de modo manter a oferta de forragem e a composição botânica de forma a possibilitar maior estabilidade das consorciações, denominado “manejo flexível” (Figura 10 ).



**Figura 10. Estratégia de manejo para persistência de leguminosas em pastagens consorciadas (Adaptado de SPAIN & PEREIRA, 1985).**

### **RECUPERAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS PASTAGENS MEDIANTE O USO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS**

As pastagens cultivadas exclusivamente com gramíneas forrageiras apresentam uma séria limitação, que é a falta de nitrogênio. A carência desse elemento, via química ou biológica, é apontada como uma das principais causas da degradação de pastagens. Ela ocorre devido ao esgotamento

do nitrogênio, proveniente da matéria orgânica ou ao manejo inadequado sistema de produção animal.

A aplicação de fertilizantes nitrogenados é economicamente inviável. Por outro lado a introdução de leguminosas figura como alternativa prática, eficiente e econômica ao fornecimento de nitrogênio ao sistema solo-planta-animal, eleva a capacidade suporte, valor nutritivo, amplia a estação de pastejo, beneficiando a produção de carne e/ou leite.

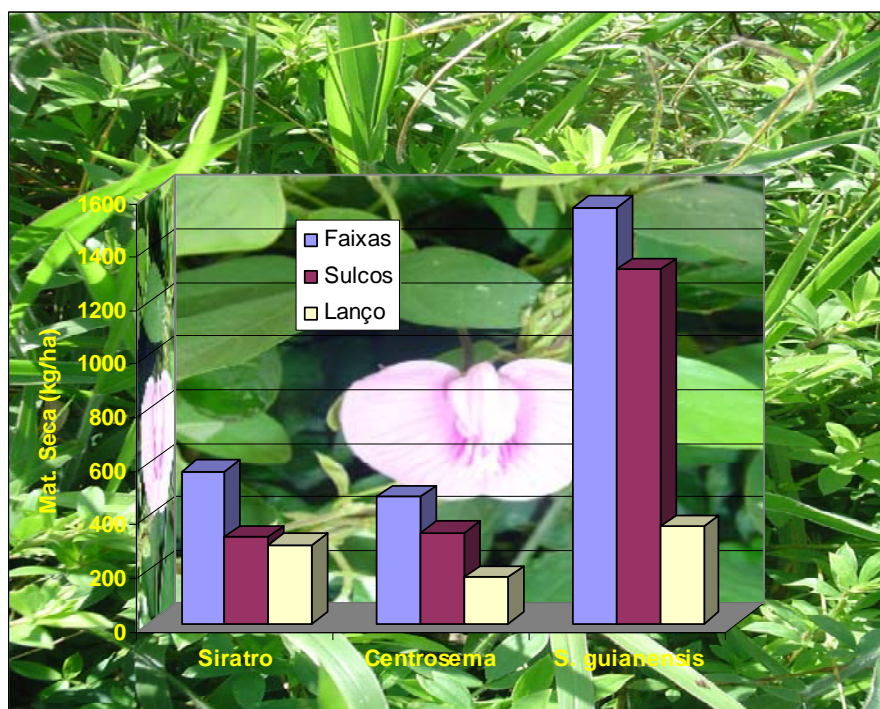
Na região Amazônica e no cerrado brasileiro muitas das pastagens estão em estágio de degradação.

COSTA et al. (2008) recomendam alguns métodos de estabelecimento de leguminosas forrageiras visando recuperar as pastagens degradadas:

1) Estabelecimento de cultivo mecânico, visando dar maior oportunidade de sobrevivência às plantas recém estabelecidas. Quando não há déficit hídrico uma simples roçagem pode ser suficiente, porém há casos que melhores resultados são obtidos com a aplicação de herbicidas.

O superpastejo antes ou após a semeadura da leguminosa pode ser eficaz em reduzir a agressividade da cobertura existente e promover o enterrio das sementes pelo pisoteio. Os métodos dos sulcos e ou das faixas são superiores a semeadura a lanço (dados adaptados de ANDRADE et al., 1981, citados por COSTA et al., 2008), são apresentados na Figura 11.

2) Estabelecimento com tratamentos físico-químicos: introdução de leguminosas com uso de fertilizantes e movimentação do solo (aração e gradagem). A literatura relata que a aração ou a gradagem são benéficas em melhorar o estabelecimento de leguminosas, entretanto se o solo é baixa fertilidade natural o uso conjunto com a calagem e adubação corretiva pode melhorar eficientemente os rendimentos das pastagens.



**Figura 11. Rendimentos de matéria seca (kg/ha) de leguminosas forrageiras estabelecidas em pastagens de *Hyparrhenia rufa*, em função dos sistemas de plantio (dados de ANDRADE et al., 1981, citados por COSTA et al., 2008).**

3) Densidade de semeadura, correlaciona-se diretamente com o sucesso no estabelecimento de leguminosas em pastagens degradadas. Essa densidade varia com o tamanho e valor cultural das sementes. Sempre que necessário as sementes de leguminosa forrageira devem ser escarificadas. O uso de um adicional de 10 a 20% de sementes à dose recomendada é uma medida de garantia de sucesso.

4) O desempenho animal é incrementado mediante introdução de leguminosa na recuperação de pastagens, elevando a capacidade suporte de 0,20 UA/ha para valores superiores a 2,0 UA/ha, com incremento sobre os ganhos de peso vivo por hectare em 40 a 60%. A introdução de centrosema, pueraria, soja perene, estilosantes são exemplos de introdução de leguminosas associadas à fertilização

fosfatada, em pastagens degradadas que incrementaram o desempenho produtivo dos animais.

## SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

A Figura 12 mostra o diagrama das inter-relações entre as variáveis e que podem ser determinantes na resposta animal e das lavouras que participam do sistema de Integração Lavoura-Pecuária.



**Figura 12. Diagrama das inter-relações observadas no sistema de integração lavoura-pecuária (ALVES et al., 2007).**

Na exploração pecuária apenas com o enfoque do plantio direto, a introdução de um animal em área de agricultura significa a introdução de um agente competidor por biomassa.

A utilização das forrageiras das áreas de integração lavoura-pecuária, via o manejo dos animais, nas pequenas propriedades leiteiras ou de corte se dá principalmente de três métodos de pastejo: pastejo contínuo, pastejo rotativo fixo e pastejo contínuo em faixas. Em todos os sistemas de pastejo

uma das dificuldades presentes é a dificuldade e fornecer água qualidade para os animais, nessas áreas de integração lavoura-pecuária. Este fato muitas vezes, que prejudica a distribuição uniforme das fezes e urina. Por outro lado, a entrada de animais muito cedo no outono quando a disponibilidade de matéria seca está por volta de 1.000 kg/ha e o retorno do cultivo agrícola com menos que 1.000 kg/ha a seguir, não permite a recuperação das forrageiras, e nem uma ciclagem adequada de nutrientes para o cultivo agrícola.

No sistema de plantio direto, recomenda-se a manutenção de 4.000 a 6.000 kg/ha de matéria seca de palhada sobre o solo para que se obtenha cobertura de todo o solo e desta forma ocorra o controle de erosão.

Buscando alternativas para minimizar alto custo da adubação nitrogenada via a introdução de leguminosas no sistema de integração lavoura-pecuária, têm surgido dificuldades para perenização de espécies como trevo, e quais as quantidades adequadas desta leguminosa para um sucesso do sistema. O cultivo exclusivo do trevo no PR contribui com cerca de 90 kg de N/ha/ano. O emprego dessa leguminosa juntamente do azevém e aveia, tendo o milho no final do ciclo tende a diminuir drasticamente a contribuição do trevo.

Basicamente, o aporte de N proveniente de fixação biológica em sistemas de integração lavoura-pecuária é obtido quase que em sua totalidade pelo cultivo de soja durante o verão. Considerando o sistema de integração lavoura-pecuária observa-se que há necessidade de alterações de práticas de manejo de solos, forrageiras e animais (ASSMANN et al., 2007).

O sistema de integração lavoura-pecuária tem sido rentável, de menor risco ao produtor e de alta sustentabilidade, quando bem manejado. A literatura relata lotações superiores a 8 UA/ha no verão e de 2 UA/ha no período de inverno, com desempenhos médios anuais acima de 800 gr/animal/dia e têm

alcançado peso de abate dos animais em média, com idades inferiores a 20 meses de idade (ALVES, et al., 2007).

Em 12 ha da unidade de pesquisa tem-se produzido em média 550 sacos de soja e 350 @ de carcaça bovina, o que em valores atuais, representa um aumento de renda bruta de 80 % em relação ao plantio apenas de soja e cobertura verde (ALVES, et al., 2007).

Na atividade leiteira, tem-se trabalhado em pastagens com e sem suplementação, obtendo-se produtividades variando de 15 a 20 litros.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> a baixos custos, mostrando que pode-se ter alta rentabilidade neste sistema.

As produtividades de soja e milho têm sido elevadas não se observando diferenças significativas sobre as áreas pastejadas e não pastejadas, pois em áreas extensas, os animais se concentram em menos que 1% da área total.

A pesquisa deve responder qual seria o nível intermediário de pressão de pastejo que favoreça tanto a cultura de verão no sistema plantio direto, quanto a produção animal na fase da pastagem, de forma a assegurar alta produtividade e sustentabilidade ao sistema. Bem como quais as melhores opções em cada região do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, V. B.G.; ABRAMIDES, P.L.G.; ALCÂNTARA, P.B.; ROCHA, G.L. da. Aceitabilidade de gramínea e leguminosas forrageiras tropicais. Boletim de Indústria Animal, v.37, n.1, p.149-157, 1980.
- ALLARD, V.; SOUSSANA, J.F.; FALCIMAGNE, R.; BERBIGIER, P.; BONNEFOND, E.C.; D' HOUR, P.; HÉNAULT, C.; LAVILLE, P.; MARTIN, C.; PINARÈS-PATINO, C. The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>) of semi-natural grassland.



- Agriculture, Ecosystems and Environment, v.121, p. 47-58, 2007.
- ALVES, S.J.; ALVES, R.M.; RICCE, W.S.; TORMENA, C.; MORAES, A.; BELLO, M. Integração Lavoura-Pecuária e perspectivas do aumento do uso de leguminosas em pastagens. In: ENCONTRO SOBRE LEGUMINOSAS, Nova Odessa, SP, p.129-162, 2007.
- AMMANN, C.; FLECHARD, C.R.; LEIFELD, J.; NEFTEL, A.; FUHRER, J. The carbon budget of newly established temperate grassland depends on management intensity. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 121, p. 5-20, 2007.
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, A. L.; SOARES, A.B.; CASSOL, C. LUSTOSA, S.B.C. Experiências em integração lavoura-pecuária em propriedades familiares no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, Curitiba-PR, 15 p., 2007.
- ANDRADE, A.P.; SOUZA, E.S.; SILVA, D.S.; SILVA I.F.; LIMA, J.R.S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos – reservas. Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ, João Pessoa, PB, 2006, 21 p.
- BRAGA, G.J. Contribuição da pastagem para o seqüestro de carbono. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fealq, 2006, p. 271-296.
- BRAGA, J. M.; RAMOS C. M. Competição por potássio entre capacidade de troca catiônica das raízes. R. Ceres, viçosa, MG, 25(140):335-44, 1978.
- BROOKER, R.W.; MAESTRE, F.T.; CALLAWAY, R.M.; LORTIE, C.L.; CAVIERES, L.A.; KUNSTLER, G.; LIANCOURT, P.; TIELBÖRGER, K.; TRAVIS, J.M.J.; ANTHELME, F.; ARMAS, C.; COLL, L.; CORCKET, E.; DELZON, S.; FOREY, E.; KIKVIDZE, Z.; OLOFSSON, J.; PUGNAIRE, F.; QUIROZ, C. L.; SACCONI, P. SCHIFFERS, K.; SEIFAN, M.; TOUZARD, B.; MICHALET, R. Facilitation in plant communities: the past, the

- present and the future. *Journal of Ecology*, v. 96, p. 18-34, 2008.
- CADISH, G.; SCHUNKE, R.M.; GILLER, K.E. Nitrogen cycling in pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *Tropical Grassland*, v.28, p.43-52, 1994.
- CARVALHO, M.M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio em pastagens. Simpósio sobre Calagem e Adubação de Pastagens, 1. Nova Odessa, SP, 1985. Anais. Piracicaba: POTAFÓS, 1986, p.125-143.
- CARMONA, J.C.; BOLIVAR, D.M.; GIRALDO, L.A. El gás metano em la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev. Col Cienc Pec*, v.18, p. 49-63, 2005.
- CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 22, 2005, Piracicaba. Anais... Teoria e prática da produção animal em pastagens. Piracicaba, 2005. p.7-32.
- COLOZZA, M.T.; WERNER, J.C.; GERDES, L.; SCHAMASS, E.A.; FREITAS, J.C.T. Introduction of forage legumes into pastures of three different grass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. Proceedings. 2001a. p.106-107.
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação a vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, p. 425-432, 1999.
- COSTA, N. L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, G.A. Recuperação de pastagens da Amazônia com leguminosas forrageiras. *Pubvet*, v. 2, n.1, jan 1, p.1-17, 2008.
- DAVISON, S. Adopting leucaena - achievement and a new problem. *Rural Research*, 134, 22-27, 1987.

- FAO. FAO Statistical Databases. Agriculture, 2006  
<http://apps.fao.org/default.jsp>
- FERNANDES, M. S.; ROSSIELO, R. O. P. & ARRUDA, M. L. R. Relações entre capacidade de troca de cátions de raízes e toxidez de alumínio em duas gramíneas forrageiras. *Pesq. Agropec.bras.*, Brasília, 19(5):631-7, 1974.
- FOLLET, R. F. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. *Soil & Tillage Research*, 61:77-92, 2001.
- FORNARA, D.A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. *Journal of Ecology*, v. 96, p. 314-322, 2008.
- GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H.M. Forage Tree Legumes in the tropical agriculture. The Tropical Grassland Society of Australia Inc. 1998, Saint Lucia, Australia, p.258.1998.
- GUTTERIDGE, R.C.; SHELTON, H.M. Evaluation of *Sesbania sesban* - a new forage shrub species for tropical and subtropical Australia. Final Technical Report, Meat Research Corporation, Canberra. 12 p.1991.
- HALL, R. L. The influence of potassium supply on the competition between Nandi setaria and Greenleaf desmodium. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, Melbourne, 11(51):415-9,1971.
- HAYNES, R. J. Competitive aspects the grass-legume association. *Adv. Agrom.*, NY, 33:227-61, 1980.
- HESS, H.D.; MONSALVE, J.M.; CARULLA, J.E.; LASCANO, C.E.; DIAZ, T.E.; KREUZER, M. In vitro evaluation of the effect of *Sapindus saponaria* on methane release and microbial populations (1.4.1) 2002. In: <http://www.ciat.cgiar.org/forrajes>
- HUMPHREYS, L.R. Tropical forages: their role in sustainable agriculture. Essex, UK: Longman Scientific & Technical, 1994. 414p.
- JONES, R.J., JONES, R.M. The Ecology of Siratro-Based Pastures. In: Wilson, J.R. (ed.) *Plant Relations in pastures*. Brisbane, CSIRO, 1978. p.353-367.

- KAHIYA, C.; MUKARATIRWA,S.; THAMSBORG, S.M. Effects of Acacia nilotica and Acacia karoo diets on *Haemonchys contortus* infection in goats. *Veterinary Parasitology*, 115: 265–274, 2003.
- LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, v. 304, p. 1623-1627, 2004.
- LAL, R. Soil science in the era of hydrogen economy and 10 billion people. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, de 05 a 10 de agosto de 2007, Gramado, RS. p. 9.
- LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 19:451-472, 2002.
- LOURENÇO, A J.; DELISTOIANOV, J. Desempenho de bovinos em pastagem de capim-colonião com acesso ao banco de proteína de guandu. *Rev. Soc. Bras.Zoot.*, 22(6):902-911, 1993.
- MONTENEGRO, J.; ABARCA, S. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. Em: Intensificación de la ganadería em Centroamérica beneficios econômicos y ambientales. CATIE – FAO –SIDE. Ed Nuestra Tierra 2000. 334 p.
- NASCIMENTO Jr., D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R.A.; ANDRADE, C. M. S. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade.In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, UFV, Viçosa, 2002. p.149-196.
- NAS (1977) *Leucaena - Promising Forage and Tree Crop for the Tropics*. National Academy Press, Washington DC, 115 pp.
- NOSBERGER, J.; BLUM, H.; FUHRER, J. Crop ecosystem responses to climatic change: productive grasslands. In: Reddy, K. R.; Hodges, H. F. (eds.). *Climate change and global crop productivity*. CAB International. p. 271-291, 2000.
- PALMER, B.; BRAY, K.A.; IBRAHIM, T.; FULON, M.G. (1989) Shrub legumes for acid soils. In: Craswell, E.T. and

- Pushparajah, E. (eds), *Management of Acid Soils in the Humid Tropics of Asia*. ACIAR Monograph No. 13, pp. 36-43, 1989.
- PAULINO, V.T. Potencialidades de pastagens tropicais para a produção animal. Simpósio de Produção Animal, Santo Antonio da Platina, 2004, 1-26 p.
- PERES, R.M. Persistência de leguminosas em pastagens consorciadas tropicais. Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1988. 26p. (Boletim Técnico nº 27).
- POSSENTI, R. Efeitos de dietas com *Leucaena leucocephala* com ou sem adição de *Sacharomyces cerevisiae* na digestão, fermentação, protozoários e produção de metano no rúmen em bovinos. 98 f. 2006. Tese (Doutorado). Pirassununga, USP, 2006.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 142p.
- ROSECRANCE, R.C.; BREWBAKER, J.L.; FOWNES, J.H. Alley cropping of maize with nine leguminous trees. *Agroforestry Systems* 17, 159-168, 1992a.
- SEIFFERT, N.F. Manejo de leguminosas forrageiras arbustivas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, Piracicaba, 1988. Anais...Piracicaba, FEALQ, 1988. p.285-314.
- SEIFFERT, N.F.; ZIMMER, A.H.; SCHUNKE, R.M.; BEHLING-MIRANDA, C.H. Reciclagem de nitrogênio em pastagem consorciada de *Calopogonium mucunoides* com *Brachiaria decumbens*. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1985. 40p. (EMBRAPA-CNPGC. Boletim de Pesquisa, 3).
- SHUNKE, R. In: <http://www.cnpqc.embrapa.br...Fertibio2004.pdf>., disponível em 28/03/2008.
- SILVA, S.; NASCIMENTO Jr., D.; MONTAGNER, D. B. Desafios da produção intensiva de bovinos de corte. In: I SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, UPIS, BRASILIA, 2005, p.1-13.

- SIMONS, A.J.; DUNSDON, A.J. Evaluation of the potential for genetic improvement of *Gliricidia sepium*. Report to ODA on Forestry Research Project R.4525. Oxford Forestry Institute, 176 p. 1992
- SOUSSANA, J.F.; ALLARD, V.; PILEGAARD, K.; AMBUS, P.; AMMANN, C.; CAMPBELL, C.; CESCHIA, E.; CLIFTON-BROWN, J.; CZOBEL, S.; DOMINGUES, R.; FLECHARD, C.; FUHRER, J.; HENSEN, A.; HORVATH, L.; JONES, M.; KASPER, G.; MARTIN, C.; NAGY, Z.; NEFTEL, A.; RASCHI, A.; BARONTI, S.; REES, R.M.; SKIBA, U. STEFANI, P.; MANCA, G.; SUTTON, M.; TUBA, Z.; VALENTINI, R. Full accounting of the greenhouse gas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) budget of nine European grassland sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 121, p. 121-134, 2007.
- SPAIN, J.M.; PEREIRA, J.M. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo. Uma proposta: LASCANO, C.; PIZARRO, E.(eds.) Evaluación de pastos con animales. Alternativas metodológicas-RIEPT. Cali, 1985. Cali, Colombia: CIAT 1985. p. 85-87.
- STOBBS, T.H. Seasonal changes in the preference by cattle for *Macroptilium atropurpureum* cv. siratro. *Tropical Grasslands*, v.11, n.1, p.87-91, 1977.
- SWIFT, M.J.; WOOMER, P. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definition and measurement. In: MULONGOY, K.; MERCKX, R. (Eds.). Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture. Chichester, UK: IITA/K.U. Leuven, 1993, p. 3-18.
- TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CANTARUTI, R.B.; REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The effect of the presence of legume on a *Brachiaria humidicola* pasture. *Plant and Soil*, v. 234, p. 15-26, 2001.
- THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. *Grass For. Sci.*, v. 47, p. 133-142, 1992.

- TILMAN, D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*, v. 80, p. 1455-1474, 1999.
- VALENCIA, I M. & SPAIN, J. M. Preliminary observations on the effect of competitive interference on stand maintenance of *Stylosanthes capitata* associated with *Andropogon gayanus* in the eastern plain of colombia. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: SAVANAS, ALIMENTO E ENERGIA, 6, Brasília, 1982. Planaltina, EMBRAPA-CPAC; 1988. P.491-8.
- VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. *Anais...Simpósios, RASBZ*, 41<sup>a</sup>, 2004, Campo Grande, MS, 142-154.
- VEASEY, E.A., WERNER, J.C., COLOZZA, M.T., FREITAS, J.C.T. et al. Avaliação de caracteres morfológicos, fenológicos e agronômicos em leguminosas forrageiras tropicais visando a produção de sementes. *Boletim da Indústria Animal*, v.56, n.2, p.109-125, 1999.
- WERNER, J.C., COLOZZA, M.T., MONTEIRO, F.A., Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., Piracicaba, 2001. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 2001. p.129-156.
- ZIMMER, A; SILVA, M.P. da, MAURO, R. Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., Piracicaba, 2002. *Anais. Piracicaba: FEALQ*, 2002. p.31-58.