

RECICLAGEM DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM CONSOCIADA DE CALOPOGONIUM MUCUNOIDES COM BRACHIARIA DECUMBENS¹

NELSON FREDERICO SEIFFERT, ADEMIR HUGO ZIMMER, ROZA MARIA SCHUNKE² e
CEZAR HERACLIDES BEHLING-MIRANDA³

RESUMO - É estudada a reciclagem de nitrogênio (N₂) de *Calopogonium mucunoides* associado com *Brachiaria decumbens* sob pastejo contínuo. As avaliações foram efetuadas pela medida de crescimento da matéria seca (MS) da gramínea e leguminosa e da quantidade de N em kg/ha, mobilizado pelo crescimento, para a biomassa. Adicionalmente, efetuaram-se avaliações do teor de N total e amônia e nitrato nas camadas 0, 20, 50, 100, 150, 200 e 250 cm de profundidade no perfil do solo. Determinou-se que, na consociação, o crescimento da gramínea, que mobilizou do solo para a vegetação, 105,57 kg/ha de N, foi acrescido de 81,37 kg/ha de N por ano, obtido da leguminosa. Na pastagem de gramínea pura, o N contido na biomassa foi de 123,10 kg/ha de N, havendo um acréscimo significativo (P < 0,05) de 63,84 kg/ha de N reciclado pela leguminosa. Isto resultou em aumento significativo (P < 0,05) na oferta de N e proteína bruta na forragem disponível do pasto consociado. A leguminosa foi responsável também por aumento significativo (P < 0,05) do teor de N total na camada superficial do solo e no conteúdo de amônia + nitrato no perfil.

Termos para indexação: fixação simbiótica de N₂, crescimento de pastagem, forrageiras, gramíneas e leguminosas em pastos tropicais.

NITROGEN RECYCLING IN MIXED PASTURES OF CALOPOGONIUM MUCUNOIDES AND BRACHIARIA DECUMBENS

ABSTRACT - The nitrogen (N₂) recycling in single *Brachiaria decumbens* and mixed with *Calopogonium mucunoides* pastures, under continuous grazing was studied. The growth of grass and legume biomass, and the amount of N mobilized by the pasture plants to the biomass were recorded. Additionally, measurements of total nitrogen and ammonium + nitrate were obtained in the soil profile from layers of 0, 20, 50, 100, 150, 200 and 250 cm of depth. The grass in the mixed pasture mobilized 105.57 kg/ha of N/year from the soil to the plant biomass, and the legume added more 81.37 kg/ha of N. The single pasture of *Brachiaria decumbens* recycled from soil to biomass by growth of 123.10 kg/ha of N/year under the same conditions, and a significant difference- (P < 0.05) of 63.84 kg/ha of N/year was added to the soil-pasture system by the legume. The recycled N resulted in significant increase (P < 0.05) in N and crude protein content in the forage. The legume was also responsible for a significant (P < 0.05) increase in the total N content of the soil surface layer, and of ammonium + nitrate content of the profile.

Index terms: symbiotic N₂ fixation, pasture growth, forages, mixed tropical pastures.

INTRODUÇÃO

A quantidade de N no perfil dos solos com pastagens tropicais varia de, aproximadamente, 4.500, em solos pobres, a 24.000 kg/ha, em solos férteis. Este N está contido principalmente na matéria orgânica acumulada, relativamente inerte, e o nível de liberação de N assimilável, (amônia e nitrato) nas pastagens de gramíneas é muito baixo. Usualmente, menos de 1% do N total é liberado anual-

mente para todo o perfil, e um pouco mais para o solo superficial. Como as pastagens normalmente ocupam os solos mais pobres, a quantidade de N disponível para o crescimento das plantas é geralmente menor que 100 kg/ha de N por ano e mais comumente situa-se entre 10 a 20 kg (Henzell 1977).

Em pastagem nativa não melhorada e levemente pastejada, é mantido um conteúdo estável de N na matéria orgânica, reduzindo-se quando é superpastejada e quando o esterco e urina são regularmente depositados fora da pastagem (Bruce 1965). As perdas de N são incrementadas quando o solo é mobilizado através do desmatamento, aração e outros tratamentos culturais. Nesta situação, grandes quantidades podem ser perdidas nos anos que se seguem ao desmatamento, em áreas semeadas apenas com

¹ Aceito para publicação em 8 de janeiro de 1985.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Rod. BR 262, km 4, Caixa Postal 154, CEP 79100 Campo Grande, MS.

³ Eng. - Agr., Bolsista da EMBRAPA/CNPGC.

gramíneas (Bruce 1965). A rápida mineralização da matéria orgânica libera elevada quantidade de N assimilável, nos primeiros anos, ocorrendo redução gradativa nos anos subseqüentes. A pastagem de gramínea pura é incapaz de utilizar todo o N assimilável disponível inicialmente, ocorrendo perdas.

Nos anos seguintes, o nível de mineralização diminui o N total no solo, até que as perdas sejam contrabalanceadas por ganhos, atingindo um novo estado de equilíbrio. O nível de N neste novo estado, em pastagens de gramíneas puras, situa-se bastante abaixo do nível inicial (Bruce 1965). Segundo Henzell (1977), a experiência geral com pastagens de gramíneas puras é que estas em poucos anos tornam-se deficientes quando não refertilizadas ou mantidas associadas a leguminosas.

A fixação biológica de N_2 é considerada o processo mais importante de retorno deste elemento para os seres vivos, sendo responsável por 63% do total de ingresso de N_2 à biosfera (Jones & Woodmansee 1979). Em pastagens que contêm leguminosas, o N derivado da mineralização da matéria orgânica é suplementado pelo N_2 fixado pela simbiose que ocorre entre a planta e as bactérias fixadoras de N_2 do gênero *Rhizobium*. Este N_2 fixado é usado inicialmente para o crescimento da leguminosa e posteriormente, pela mineralização do tecido morto, torna-se disponível para ser absorvido pelas gramíneas e outras plantas da pastagem. Os dados mostram que as leguminosas tropicais em pastagens fixam de 20 a 180 kg de N_2 por ha por ano e, embora ocorram perdas, é comum serem adicionados 40 kg/ha de N à reserva do solo. O restante fica incorporado, seja na forma de tecido vegetal, seja na forma de microorganismos etc. (Weber 1966, Vallis 1972, Kretschmer Junior 1974, Greenland 1977, Henzell 1977).

As pastagens no Brasil Central vêm sendo estabelecidas, em sua maior parte, com gramíneas, após a eliminação da vegetação nativa. Entre as espécies empregadas, a *Brachiaria decumbens* (braquiária) tem sido a mais usada, ocupando atualmente extensas áreas na região dos cerrados (Seiffert 1980). O *Calopogonium mucunoides* (calopogônio) é uma leguminosa encontrada nativa na região, de hábito prostrado e volúvel, apresentando caules com pêlos longos de cor marrom, enraizan-

do facilmente nos nós que entram em contacto com o solo. Esta espécie é nativa na América do Sul, América Central e Índia, onde foi usada inicialmente como cultura para adubação verde e posteriormente como espécie forrageira (Seiffert 1982). Embora seja descrita como espécie pouco palatável em seu estágio vegetativo, após o florescimento é bem aceita pelo gado. Segundo Skerman (1977), tem sido usada em consociação com *Panicum maximum*, sendo citadas também consociações com *Melinis minutiflora*, *Digitaria decumbens* e *Chloris gayana* (Bogdan 1977). Esta leguminosa nodula com bactérias do grupo caupi e, segundo Agboola & Fayemi (1972), citados por Greenland (1977), pode acumular até mais de 300 kg/ha de N em doze a quatorze semanas. Bogdan (1977) cita produções de quatro toneladas de matéria seca (MS) por hectare por ano.

No CNPGC-EMBRAPA em Campo Grande, MS, o calopogônio vem sendo avaliado em consociação com braquiária em solos de cerrado, em experimentos de pastejo desde 1978, mostrando-se persistente e compatível com esta gramínea. Em 1981, iniciou-se uma fase experimental em que são testadas cargas animais sobre a pastagem consociada, e é avaliado o potencial desta leguminosa, como planta recicladora de N, para o sistema solo-planta-animal.

O objetivo deste trabalho é apresentar resultados sobre a reciclagem de N_2 proporcionada pelo calopogônio associado a *Brachiaria decumbens* em pastagens mantidas com 2,5 U.A./ha, em regime de pastejo contínuo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em outubro de 1981 foi instalado um experimento de pastejo em uma área de 18,8 ha, já formada com braquiária, em latossolo Roxo álico, após adubação com 200 kg/ha de fosfato de rocha mais 170 kg/ha de superfosfato simples, 60 kg/ha de cloreto de potássio, 5 kg/ha de sulfato de zinco, 5 kg/ha de sulfato de cobre, 5 kg/ha de bórax e 0,3 kg/ha de molibdato de sódio. A área foi subdividida em doze pastos para comportar quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos usados foram: braquiária pura com 2,5 U.A./ha; braquiária + calopogônio com 2,5 U.A./ha; braquiária + calopogônio com 2 U.A./ha e braquiária + calopogônio com 3 U.A./ha. Os pastos consociados foram formados pela semeadura a lanço de 3,5 kg de sementes de calopogônio/ha, após a aração para

incorporação do adubo. Como havia abundância de sementes de braquiária na área, foi considerado desnecessário o emprego de sementeira de gramínea. Para cobertura das sementes da leguminosa foi efetuada uma gradagem leve com grade niveladora. As sementes foram inoculadas com inoculante comercial e peletizadas com fosfato de rocha. Foram utilizadas, para pastejo, novilhas Nelore com 200 kg de peso vivo ao início da estação de pastejo, usando-se um número fixo de cinco cabeças por pasto e variando-se a área da pastagem (1,2 a 1,9 ha) conforme as lotações propostas.

Para este trabalho, dirigido especialmente para o estudo da reciclagem de N_2 , foram somente utilizados os tratamentos braquiária pura (usada como testemunha) e braquiária + calopogônio, sob lotações de 2,5 U.A./ha.

O período abrangido por este estudo cobriu os meses de abril de 1982 a abril de 1983, que corresponde à época em que o calopogônio termina a fase vegetativa e entra em florescimento. Desta forma cobriu-se um período completo de crescimento da leguminosa na pastagem.

De acordo com Vincent (1970) e Stowers & Elkan (1980), a medição do N gerado pela atividade simbiótica da leguminosa foi feita a partir da determinação do crescimento da MS (colhida acima do nível do solo) e da quantidade de N total nela contido.

As medidas efetuadas e necessárias para quantificar a reciclagem de N_2 exercida pela leguminosa foram distribuídas em três grupos: quantificações do crescimento da MS das espécies da pastagem; quantificação do N contido na MS das espécies da pastagem e quantificação dos níveis de N total e N assimilável no perfil do solo. Adicionalmente foi efetuado o levantamento da nodulação da leguminosa. A descrição deste parâmetro é feita a seguir:

Quantificação do crescimento da MS das espécies da pastagem

Para caracterização das modificações que ocorrem na vegetação, e determinação do crescimento mensal e anual da MS, foram feitas as seguintes avaliações:

Avaliação da disponibilidade da MS que compõe a forragem nos pastos

Sob condições de pastejo, a MS disponível em qualquer momento reflete a oferta de forragem existente para uso animal. A sua quantificação foi obtida pela determinação da MS em kg/ha das frações botânicas braquiária viva (tecido verde) e braquiária morta (folha mais hastes mortas) na pastagem de gramínea pura e braquiária viva, braquiária morta, calopogônio vivo e calopogônio morto, na pastagem consociada. Esta avaliação foi efetuada a cada 28 dias em 30 repetições, colhidas ao acaso em cada pastagem (tratamento). Cada amostra foi obtida em uma superfície de $0,25 m^2$, através de corte e coleta da vegetação total existente acima do nível do solo. Em cada amostra foi efetuada a separação botânica dos componentes (bra-

quiária viva, braquiária morta, calopogônio vivo e calopogônio morto), os quais foram pesados, para determinação da matéria fresca, subamostrados para secagem a $65^{\circ}C$ e determinação da percentagem de MS, cujos resultados foram utilizados para o cálculo da quantidade de MS em kg/ha.

Para atender aos objetivos deste trabalho, é apresentada somente a análise da variância dos dados de observação considerados essenciais para a interpretação dos resultados obtidos, representados pela MS total disponível a cada mês em kg/ha.

Estes valores foram analisados usando-se um delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos e 30 repetições.

Embora o levantamento dos dados de observação referentes aos componentes botânicos da MS da pastagem fossem fundamentais para determinação do crescimento da MS (item seguinte), a sua comparação estatística no presente item não foi efetuada por ser considerada desnecessária. Pela sua complexidade e importância, no entanto, é efetuada uma descrição de seu comportamento, durante o período experimental para melhor compreensão da dinâmica da pastagem, embora seu estudo detalhado não faça parte desta publicação.

Acúmulo de MS

Para determinação da acumulação de MS, sob condições de pastejo, foi adotada a seguinte metodologia: empregaram-se 30 gaiolas de madeira e arame farpado por tratamento, cobrindo cada unidade uma superfície de $1 m^2$, para excluir de pastejo 30 pontos de coleta de forragem. No mesmo dia em que foram obtidas as amostras para disponibilidade de MS, as gaiolas foram colocadas em sítios adjacentes ao ponto de coleta anterior. Após um período de 28 dias em que estes pontos permaneceram excluídos de pastejo, foram obtidas amostras de $0,25 m^2$ do interior da gaiola, obedecendo-se o mesmo critério descrito anteriormente. Para avaliação do período seguinte, repetiu-se esta rotina, colhendo-se novamente 30 amostras ao acaso para determinação da disponibilidade, e colocando-se novamente as gaiolas em áreas similares adjacentes e assim sucessivamente. Por representar um artifício necessário à obtenção dos dados de observação subsequentes, os valores do acúmulo de MS não foram submetidos a análise de variância, mesmo porque seu estudo aprofundado fugiu ao escopo desta pesquisa.

Crescimento da MS

Pela forma descrita anteriormente, foram obtidas, em cada tratamento, 30 amostras de forragem do início do período e 30 amostras de forragem ao final do período de 28 dias. Para cada tratamento em estudo, a diferença de peso obtida entre a forragem verde (viva) do final e a forragem verde do início do período foi considerada como medida mensal do crescimento da MS. Mais detalhadamente, a diferença obtida na fração verde (braquiária viva) mediu o crescimento da gramínea, e a diferença de peso

na fração verde da leguminosa (calopogônio vivo) mediu o crescimento do calopogônio. O crescimento da MS na pastagem sob condições de utilização animal foi considerado o parâmetro de maior relevância. Os dados de observação obtidos em termos de kg/ha de MS foram submetidos a análise de variância utilizando-se um delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos e 30 repetições.

Deposição de MS morta

As determinações efetuadas no início e no final de cada período nas frações mortas permitiram avaliar a variação que ocorreu na deposição de vegetação morta sobre o solo da pastagem, tanto da gramínea como da leguminosa. Como, nas leguminosas tropicais, é considerado que a principal via de transferência do N da leguminosa para a gramínea é a mineralização das folhas mortas da leguminosa (Whytney & Kanehiro 1967), a quantificação desta fração assumiu particular interesse. Embora de caráter relevante para o estudo do balanço de N em pastagens, e embora sejam incluídos comentários breves sobre o seu comportamento, estes dados não foram analisados estatisticamente, porque foram necessários apenas para separar a fração viva da pastagem, de caráter essencial. Por outro lado, o estudo do comportamento da fração morta da biomassa, que passa a ser responsável pelo retorno de nutrientes para o solo, faz parte de um estudo mais amplo, e não é objeto desta publicação.

Quantificação do N contido na MS das espécies da pastagem

Para caracterização das modificações que ocorrem no teor e quantidade de N existente na biomassa das plantas da pastagem foram adotadas as seguintes avaliações:

Porcentagem de N na MS

Após determinação do teor de MS, foram separadas, aleatoriamente, 10% das amostras de cada fração botânica, que foram moídas e analisadas para teor de N pelo método Micro-Kjeldhal (Bremner 1965). Como os teores de N dos componentes botânicos representaram apenas um meio para estimação do N acrescentado pelo crescimento e contido na forragem disponível, a sua comparação estatística foi considerada desnecessária.

Nitrogênio acrescentado pelo crescimento da MS

Usando-se os dados de porcentagem de N e do crescimento da MS, foi possível estimar a quantidade de N em kg/ha acrescentado mensalmente à pastagem, tanto pela gramínea como pela leguminosa. Para comparação dos tratamentos, foi empregado o N em kg/ha obtido a cada mês através do crescimento das espécies da pastagem, bem como o N acumulado durante todo o período de avaliação, adotando-se um delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos e 30 repetições.

Nitrogênio na MS disponível da forragem

Empregando-se os valores da porcentagem de N tanto das frações vivas como mortas (braquiária viva, braquiária morta, calopogônio vivo, calopogônio morto), e usando-se os valores da MS disponível nos pastos, foi possível estimar a quantidade de N em kg/ha existente a cada mês na forragem disponível. Para comparação dos tratamentos, foram submetidos a análise de variância o valor total de N em kg/ha obtido pela soma do N contido em todos os componentes botânicos da pastagem. A análise foi feita mês a mês, utilizando-se o mesmo critério estatístico citado para os parâmetros anteriores.

Nitrogênio retornado ao solo pela mineralização da MS morta

Tomando-se o material morto (braquiária morta e calopogônio morto) não recuperado nas coletas, e a porcentagem de N do material morto, medida ao início de cada período de amostragem, foi possível estimar a quantidade de N em kg/ha, que retornou ao solo por mineralização. Por não apresentarem caráter essencial a este trabalho, e embora não sejam efetuadas comparações estatísticas nestes dados de observação, pelo interesse que despertam, merecem uma breve descrição.

Quantificação dos níveis de N total e N assimilável no perfil do solo

Para determinação do efeito da presença da leguminosa na pastagem sobre o solo, foram efetuadas; adicionalmente, análises do conteúdo de N total e de amônia e nitrato, no perfil do solo. Como o N total está representado por uma fração elevada de N imobilizado (mais de 95%) na forma de matéria orgânica ou mesmo em argilas, e portanto não acessível às plantas (Bremner 1965), julgou-se necessário efetuar-se também determinações de amônia (NH₄) e nitrato (NO₃), que são consideradas as principais formas de N assimilável, prontamente disponíveis para as plantas (Bremner 1965, Henzel 1977, Postgate 1978).

Para obtenção destes dados foram efetuadas escavações nos pastos, em maio e dezembro de 1982, para coleta de amostras de solo, nos níveis 0, 20, 50, 100, 150, 200 e 250 cm de profundidade, em quatro repetições por pastagem. Imediatamente após a abertura das escavações e a coleta, parte das amostras foram analisadas para conteúdo (ppm) de amônia e nitrato (Bremner 1965) e o restante do solo foi secado ao ar, moído e analisado para porcentagem de N total pelo método Micro-Kjeldhal, semelhante ao citado para análise de plantas (Bremner 1965). A análise de variância dos valores percentuais de N total nos diferentes níveis do perfil e sua comparação entre a pastagem de gramínea e a pastagem consociada foram efetuadas usando-se um delineamento em blocos casualizados, com parcelas divididas. Foi efetuada uma análise para a época da seca, uma análise para a época chuvosa e uma análise nas duas épocas simultaneamente. Para facilidade de interpretação, os resultados são apresentados na forma de tabelas, uma para cada época, indicando os teores de

N total em cada estrato do perfil. A análise de variância dos dados obtidos da soma de amônia + nitrato em ppm obedeceram o mesmo critério. Estes resultados são também apresentados na forma de tabelas, um para cada época e para cada tratamento, indicando o conteúdo de amônia + nitrato em ppm em cada estrato do perfil.

Para acompanhamento do desempenho do inoculante comercial aplicado com a semente, foram efetuadas amostragens do sistema radicular da leguminosa a cada dois meses, em plantas tomadas ao acaso na pastagem. Foram observadas a ocorrência de nodulação e a localização dos nódulos no sistema radicular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados da disponibilidade mensal de forragem nos pastos, obtidos para todas as frações botânicas coletadas (braquiária viva, braquiária morta, calopogônio vivo e calopogônio morto), tanto para a pastagem de braquiária pura como para a consociada.

Quando se compara a MS total disponível existente em ambas as pastagens, verifica-se que na consociação esta foi significativamente superior (P < 0,05) apenas nos meses de abril a julho de 1982 e em março e abril de 1983. Entre agosto e fevereiro, as quantidades não diferiram estatisticamente.

A participação média da biomassa da leguminosa na consociação situou-se em torno de 25,8% entre abril e agosto, caiu para próximo de 10% em novembro, voltando a crescer paulatinamente para próximo de 27% em abril de 1983.

A quantidade de braquiária viva disponível mensalmente nos pastos foi aparentemente maior na pastagem de braquiária pura, nos meses de abril a dezembro de 1982 e em janeiro de 1983. A maior disponibilidade ocorreu em junho, com 2.889 kg/ha de MS, reduzindo-se paulatinamente até janeiro, quando atingiu 954 kg/ha de MS, voltando a crescer até atingir 1.502 kg/ha de MS em abril de 1983. O comportamento da fração de braquiária morta foi aproximadamente semelhante nas pastagens de braquiária pura e consociada. Nota-se que a MS morta foi acumulando continuamente de março a outubro, passando de 1.800 kg/ha de MS na pastagem de braquiária pura e 1.400 kg/ha de MS na pastagem consociada para 4.970 e 4.219 kg/ha de MS, respectivamente. A

TABELA 1. Disponibilidade de matéria seca em kg/ha, em pastagem de *Brachiaria decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* no período de 13.04.82 a 12.04.83, sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

Componentes botânicos da pastagem	MS em kg/ha													
	13.04	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03	12.04
Pastagem de braquiária pura														
braquiária viva	2.652	2.889	2.725	2.429	2.066	1.950	1.540	1.224	1.226	1.226	954	1.205	1.243	1.502
braquiária morta	1.800	1.878	2.975	3.093	3.505	3.476	4.970	3.281	2.113	2.113	2.416	1.990	1.397	1.144
total	4.410 b**	4.530 b	5.684 b	5.522 a	5.571 a	5.426 a	6.510 a	4.505 a	3.339 a	3.339 a	3.370 a	3.195 a	2.640 b	2.646 b
Pastagem consociada														
Calopogônio vivo	1.300	1.292	758	1.416	1.390	658	597	366	521	521	456	601	942	1.058
Calopogônio morto	250	250	274	378	342	347	77	89	36	36	49	41	44	97
braquiária viva	2.400	2.465	2.984	2.522	1.154	1.128	1.136	1.113	920	1.118	830	1.118	1.311	1.740
braquiária morta	1.400	1.393	2.869	2.640	2.816	3.191	4.219	2.627	1.867	1.867	2.183	1.837	1.289	1.345
Total	5.350 a	5.400 a	6.895 a	6.956 a	6.218 a	6.142 a	6.029 a	4.195 a	3.344 a	3.344 a	3.518 a	3.597 a	3.586 a	4.240 a
CV (%)	26,7	29,3	29,1	24,9	26,0	29,2	23,3	16,5	39,8	25,2	21,6	24,1	27,5	21,5

* Média de 30 repetições
 ** Totais seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste de Duncan.

partir deste mês, o material morto acumulado passou a diminuir continuamente até abril de 1983 (4.970 para 1.144 kg/ha de MS na braquiária pura e 4.219 para 1.345 kg/ha de MS na consociação).

Entre outubro e novembro ocorreu uma redução acentuada da MS morta que vinha acumulando-se até este período, passando de 4.970 para 3.281 e 4.219 para 2.627 kg/ha de MS, na pastagem de gramínea pura e consociada, respectivamente. A explicação disso é o fato de ter ocorrido nesta época o início da estação chuvosa, e as precipitações, freqüentes e abundantes, terem concorrido para o rápido apodrecimento e mineralização do material vegetal morto. A partir de novembro, a redução continuou a se processar até abril de 1983, porém num ritmo mais lento, caindo para 1.144 e 1.345 kg/ha de MS na pastagem de braquiária pura e consociada, respectivamente. A redução observada num total de 3.826 kg/ha de MS na braquiária pura e 2.874 kg/ha de MS na pastagem de braquiária consociada, atribuída ao apodrecimento, correspondeu a 34,4% do total de MS acrescentado pelo crescimento da gramínea na pastagem de braquiária pura, e 28,6% do total do crescimento da gramínea na pastagem consociada, respectivamente. Isto indicou que uma expressiva fração da forragem produzida pela gramínea não foi aproveitada pelo gado e retornou ao solo na forma de matéria orgânica, constituindo-se em importante via de retorno de nutrientes para o solo.

Na pastagem consociada, a quantidade de calopogônio vivo oscilou entre 758 e 1.450 kg/ha de MS entre abril e agosto, reduzindo-se para 366 kg/ha de MS em novembro, passando então a crescer novamente até atingir 1.058 kg/ha de MS em abril de 1983.

O comportamento da fração morta de calopogônio, encontrada na biomassa disponível, mostra um conteúdo de 250 a 378 kg/ha de MS entre maio e agosto. Esta quantidade tende a desaparecer entre setembro e outubro, mantendo-se bastante baixa entre outubro e março (36 a 97 kg/ha de MS). Foi observado, também, que ocorreu uma rápida decomposição das folhas mortas da leguminosa nos meses chuvosos (menos de 60 dias), o que dificultou a estimação do acúmulo da MS morta desta planta.

Na Tabela 2 são apresentados os dados de acúmulo de MS obtidos a cada mês a partir das amostras coletadas das áreas excluídas de pastejo (gaiolas).

Usando-se os dados da fração viva (braquiária viva e calopogônio vivo) da Tabela 2, obtidos a cada final de período, e subtraindo-se os valores destes componentes, obtidos a cada início de período (Tabela 1), foi possível estimar o crescimento mensal da braquiária e do calopogônio, cujos resultados são apresentados na Tabela 3. Por exemplo, na pastagem de braquiária pura, o valor 916 kg/ha de MS é resultado da subtração braquiária viva do final do período (11.05.83 = 3.526 kg/ha de MS) (Tabela 2) menos braquiária viva do início do período (13.04.82 = 2.610 kg/ha de MS) (Tabela 1), e assim por diante.

O crescimento mensal da MS da consociação foi estatisticamente superior ($P < 0,05$) ao de gramínea pura apenas para os dados coletados no dia 03.08. Embora o crescimento anual acumulado da MS da pastagem de gramínea pura (braquiária viva) tenha sido inferior ao da pastagem consociada (braquiária viva + calopogônio vivo), não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as duas produções (11.106 versus 13.683 kg/ha de MS), fato este relacionado ao elevado coeficiente de variação ocorrido (Tabela 3). A causa desta variabilidade foi identificada pela constatação de que o surgimento de folhas novas e a passagem de folhas vivas para o estágio de folhas mortas, tanto na gramíneas como na leguminosa, são fenômenos muito dinâmicos, e, muitas vezes, o crescimento zero ou negativo, obtido em muitas amostras, foi consequência da acelerada passagem do estágio de folhas vivas para mortas, ocorrência esta que não foi uniforme nos diferentes pontos de amostragem nas pastagens. Isto foi mais acentuado durante a estação seca, que cobriu o período de maio a outubro. Quando, no entanto, foi comparada a disponibilidade de MS (Tabela 1), o coeficiente de variação esteve bem mais baixo, porque neste caso, a MS é colhida em seu todo (vegetação viva + vegetação morta), e o ciclo do tecido vivo entre a fase de surgimento e morte não interfere na avaliação. As alternativas para redução do erro experimental, no entanto, não são de fácil adoção, e a obtenção de coeficientes de variação elevados parece ser fre-

TABELA 2. Matéria seca acumulada mensalmente em kg/ha (excitadas de pastejo) em pastagem de *Brachiaria decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* no período de 13.04.82 a 12.04.83.

Componentes botânicos da pastagem	MS em kg/ha													
	13.04	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03	12.04
Pastagem de braquiária pura	3.900*	3.526	3.102	3.377	3.073	3.068	2.673	2.306	2.687	2.042	2.510	2.365	2.429	2.661
braquiária viva	1.580	2.440	2.600	3.700	3.810	4.180	3.200	2.000	1.910	1.830	1.700	1.740	1.000	1.300
braquiária morta	5.480	5.966	5.702	7.077	6.883	7.248	5.873	4.306	4.587	3.872	4.210	4.105	3.429	3.961
Pastagem consociada	1.500	1.747	1.598	850	1.745	1.512	1.539	771	745	690	809	776	1.105	1.507
Calopogônio vivo	200	300	100	300	300	500	200	77	89	36	49	41	100	300
Calopogônio morto	2.900	3.189	2.794	3.532	2.815	2.457	1.698	1.538	2.277	2.092	2.002	2.094	1.859	2.000
braquiária viva	1.210	3.094	2.970	3.100	2.930	4.163	3.967	4.306	2.724	1.908	2.226	1.961	1.384	1.662
braquiária morta	5.810	7.330	7.632	7.782	7.790	8.632	7.674	6.692	5.835	4.726	5.086	4.872	4.448	5.469
Total														

* Média de 30 repetições

Obs.: Como os dados de acúmulo da MS foram utilizados como um ítem para a determinação do crescimento da MS (Tabela 3) e sua análise estatística não é apresentada.

TABELA 3. Crescimento mensal da matéria seca em kg/ha de *Brachiaria decumbens* em pastagem de gramínea pura e de *Brachiaria decumbens* e *Calopogonium mucunoides* em pastagem consociada, no período de 13.04.82 a 12.04.83, sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

Componentes botânicos vivos da pastagem	MS em kg/ha acrescentada pelo crescimento												Total acumulado		
	13.04	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02		15.03	12.04
Pastagem de braquiária pura	000	916 a*	450 a**	488 a	348 b	639 a	607 a	356 a	1.147 a	818 a	1.284 a	1.411 a	1.224 a	1.418 a	11.106 a
braquiária viva	000	447	306	92	329	122	89	113	148	324	288	320	504	565	3.647
Pastagem consociada	000	739	499	548	293	787	814	410	1.141	979	1.082	1.264	741	689	10.036
calopogônio vivo	000	1.236 a	805 a	640 a	622 a	909 a	523 a	1.289 a	1.289 a	1.303 a	1.370 a	1.584 a	1.245 a	1.254 a	13.683 a
braquiária viva	000	92,3	123	104	103	75,4	85,7	102,7	30,6	55,0	39,3	33,9	41,2	47,3	71,4
CV (%)															

* Média de 30 repetições

** Totais seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste de Duncan.

quente neste tipo de investigação (Shaw et al. 1976).

Sob condições de pastejo de 2,5 U.A./ha, em cultura pura, a braquiária acumulou pelo crescimento 11.106 kg/ha de MS por ano, o que está um pouco acima das produções citadas por Buller et al. (1972) para o Brasil Central 9,1 t/ha de MS), mas de acordo com produções citadas para a região norte (IPEAN) 11,7 a 15,8 t/ha de MS) reportadas por Simão Neto & Serrão (1974) e também por Bogdan (1977) em outros países. No pasto consociado, entretanto, o calopogônio adicionou 3.647 kg/ha de MS, pelo seu crescimento, à pastagem, somando, ambas as espécies, 13.683 kg/ha de MS por ano.

Em termos de MS, o crescimento da braquiária na pastagem de braquiária pura pode ser suficiente para sustentar lotações em torno de 1,16 U.A./ha na estação seca e em torno de 4 U.A./ha entre novembro e abril. Na consociação, a biomassa gerada pelo crescimento de gramínea mais leguminosa, foi suficiente para sustentar lotações de 2 U.A./ha nos meses de seca (junho, julho e agosto) e entre 4 a 5 U.A./ha nos meses de novembro a abril.

Os teores médios mensais de N nos componentes botânicos da biomassa da pastagem são apresentados na Tabela 4. Na braquiária viva o teor de N variou de 0,85% a 1,52%, dependendo da maior ou menor relação de folhas e hastes na MS colhida. Na fração morta da braquiária, o teor mais baixo foi de 0,31% e o mais alto, 0,57%. Embora as gramíneas tendam a deslocar o N das folhas senescentes para os tecidos jovens, pode-se verificar que o material morto ainda conteve um teor entre 0,36% a 0,46% de N em seu tecido, no momento em que passou a compor a fração de "litter" (material morto depositado sobre o solo).

O teor de N na fração de calopogônio vivo reduziu-se de 2,24% para 1,81% entre abril e agosto, voltando para níveis acima de 2% entre outubro de 1982 a abril de 1983, atingindo o seu máximo (2,5%) em dezembro e janeiro. No período de julho a setembro foram registrados os teores mais baixos, o que é explicado pelo maior conteúdo de hastes e pequeno conteúdo de folhas nas amostras de forragem coletadas neste período. O teor de N contido na fração morta de calopogônio variou de 1,67 a 2,63%, e o seu conteúdo esteve sempre pró-

TABELA 4. Percentagem de nitrogênio nos componentes botânicos da biomassa da pastagem de *Brachiaria decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides*, no período de 13.04.82 a 12.04.83, sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

Componentes botânicos da pastagem	Percentagem de nitrogênio na MS														Média
	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03	12.04		
Pastagem de braquiária pura															
braquiária viva	0,97*	0,86	1,00	1,16	0,96	1,34	1,22	0,85	1,44	1,52	1,04	1,20	0,96	1,11	
braquiária morta	0,42	0,33	0,50	0,36	0,31	0,34	0,31	0,36	0,33	0,32	0,34	0,41	0,41	0,36	
Pastagem consociada															
calopogônio vivo	2,24	2,16	1,94	1,81	1,92	1,95	2,25	2,08	2,53	2,52	2,26	2,41	2,22	2,17	
calopogônio morto	1,67	1,90	2,31	2,17	2,27	2,06	2,13	2,11	2,24	2,28	2,21	2,21	2,36	2,14	
braquiária viva	0,88	0,90	1,28	0,94	0,80	1,22	0,94	0,90	1,21	1,17	1,09	1,18	0,95	1,04	
braquiária morta	0,54	0,52	0,49	0,46	0,38	0,37	0,35	0,39	0,40	0,48	0,53	0,57	0,57	0,46	

* Média de 3 amostras tomadas ao acaso entre 30 amostras por componente botânico.

ximo do conteúdo encontrado nas folhas vivas. Isto indicou que o N contido nas folhas mortas não foi translocado para os tecidos jovens em sua senescência, permanecendo em sua maior parte na folha no momento da abscisão e queda ao solo. Isto confirma também para o calopogônio as evidências já descritas para *Centrosema* e *Desmodium* spp. (Whytney & Kanehiro 1967, Stobbs 1969, Whytney 1982) de que a mineralização das folhas é a mais importante via de transferência do N fixado pela simbiose *Rhizobium*-leguminosa para o solo e para outras plantas da pastagem.

Empregando-se os dados de crescimento mensal da MS (Tabela 3) e os dados da percentagem de N na forragem (Tabela 4), foi possível estimar a quantidade de N em kg/ha acrescentado a cada mês e em todo o período avaliado, pelo crescimento das plantas da pastagem (Tabela 5). Quando é comparada a quantidade de N total acrescentado mensalmente pelo crescimento dos componentes botânicos vivos, verifica-se uma diferença significativa ($P < 0,95$) a favor do pasto consociado, em todas as épocas de avaliação, dentro do período estudado. Na pastagem de gramínea pura houve uma mobilização anual de 123,10 kg/ha de N do solo para a biomassa, efetuada pelo crescimento da braquiária. Na consociação, o crescimento da gramínea mobilizou 105,57 kg/ha de N, que se somou a mais 81,37 kg/ha de N, acrescentado pelo crescimento da leguminosa, perfazendo um total de 186,94 kg/ha de N por ano, significativamente superior ($P < 0,05$) ao N obtido na pastagem de gramínea pura. A diferença de 63,84 kg/ha de N (186,94 - 123,10) obtida no pasto consociado representou a contribuição da leguminosa em termos de N acrescentado ao sistema da pastagem em uso. Isto demonstrou que o calopogônio, quando associado a braquiária, em solo Latossolo Roxo álico e mantido com lotação de 2,5 U.A./ha, foi capaz de funcionar como mecanismo reciclador de N para as pastagens.

A quantidade de 81,37 kg/ha de N contidos na MS gerada pelo crescimento da leguminosa, foi atribuída a fixação simbiótica de N do *Calopogonium mucunoides* e *Rhizobia* associados. Embora possa ser previsível que uma fração de N incorporado na biomassa da leguminosa possa ter sido

TABELA 5. Nitrogênio acrescentado pelo crescimento em kg/ha de *Brachiaria decumbens* em pastagem de gramínea pura e de *Brachiaria decumbens* e *Calopogonium mucunoides* em pastagem consociada, no período de 13.04.82 a 12.04.83, sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

Componentes botânicos vivos da pastagem	Nitrogênio em kg/ha acrescentado pelo crescimento													
	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03	12.04	Total
Pastagem de gramínea pura														
braquiária viva	8,90 a*	3,90 b	4,60 b	3,50 b	6,00 b	7,90 b	4,30 b	9,80 b	11,70 b	19,60 b	14,60 b	14,70 b	13,60 b	123,10 b
Pastagem consociada														
calopogônio vivo	10,01	6,60	1,78	5,95	2,34	1,73	2,54	3,07	8,19	7,25	7,23	12,14	12,54	81,37
braquiária viva	7,02	4,53	7,02	2,78	6,37	9,97	3,85	10,26	11,83	12,74	13,89	8,79	6,52	105,57
total	17,03 a	11,13 a	8,80 a	8,73 a	8,71 a	11,70 a	6,39 a	13,33 a	20,02 a	19,99 a	21,12 a	20,93 a	19,06 a	186,94 a
CV (%)	51,1	33,3	33,0	34,4	53,5	46,2	25,0	53,2	41,0	39,5	39,0	32,8	32,7	39,5

* Totais seguidos de letras distintas na coluna não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

obtido do N mineral do solo, considerou-se que a grande totalidade resultou da atividade simbiótica, uma vez que a gramínea associada é a principal dependente e consumidora do N assimilável disponível no perfil.

Em adição a estas avaliações, foram efetuadas medidas da produção de MS em estandes puros de calopogônio em áreas periféricas com o mesmo tipo de solo. Obteve-se, nestas condições, uma biomassa acumulada de 7,52 t/ha de MS com 2,12% de N, quando colhido após o início da floração, que coincide com a época de máxima MS acumulada. Isto representou um conteúdo de 159,4 kg/ha de N, que, quando comparado com o obtido na pastagem consociada (81,37 kg/ha de N), evidenciou que o N reciclado para a biomassa foi de apenas 51% daquele obtido no estande puro. Na Tabela 3, observa-se também que o crescimento acumulado da MS da leguminosa na pastagem consociada, situou-se em 3,64 t/ha de MS, o que representou apenas 48,5% da produção de MS do estande puro (7,52 t/ha de MS). Como existe uma estreita relação entre a biomassa (área foliar) e a fixação de N₂, porque plantas com maior capacidade de fotossíntese tem condições de suprir maior quantidade de energia para as bactérias fixadoras (Postgate & Hill 1979, Neves 1982), e como na pastagem a biomassa ficou limitada pela vegetação da gramínea, consumo pelo gado, pisoteio e condições de solo, acredita-se que o patamar de reciclagem de N obtido não possa facilmente ser ultrapassado, dentro das condições existentes.

Como a literatura cita produções de até 13,3 t/ha de MS (Herrera et al. 1966, citado por Bogdan 1977) em plantios puros, é de se supor que existam fatores limitantes que estejam restringindo a produção da leguminosa. Entre estes, os fatores ligados ao solo foram considerados como tendo assumido caráter preponderante. Por estes motivos, foi efetuada, adicionalmente, análise de amostras de solo das pastagens, coletadas de sítios onde o desenvolvimento das plantas foi considerado normal e em sítios em que o desenvolvimento foi julgado precário. Os dados da análise das suas características químicas são apresentados na Tabela 6, evidenciando-se que, associados a plantas de calopogônio que apresentam desenvolvimento precário, existem níveis de Al elevados e níveis de Ca, Mg, P, K e Zn acentuadamente mais baixos que aqueles existentes em solo onde as plantas apresentam desenvolvimento normal.

A estimativa da quantidade de N em kg/ha na MS da forragem disponível nos pastos indicou também que a oferta de N (e, em consequência, de proteína bruta) foi significativamente ($P < 0,05$) superior na pastagem consociada (Tabela 7), quando comparada com a pastagem de gramínea pura, em todos os períodos de avaliação, com exceção do mês de agosto. Esta diferença na disponibilidade de N na forragem da consociação foi em torno de 85% superior, de abril a agosto, 16,8% a 18,40% superior entre setembro e outubro, em torno de 32% superior em novembro e dezembro, e maior que 85% entre fevereiro e abril de 1983, como

TABELA 6. Características químicas do Latossolo Roxo álico da pastagem de *Brachiaria decumbens* consociada com *Calopogonium mucunoides* (três repetições).

Locais de coleta de solo	e mg/100 g TFSA				ppm				
	pH	Al	Ca	Mg	P	K	Mn	Zn	Cu
Calopogônio com desenvolvimento normal	5,9	0,76	3,24	1,51	1,73	112	28,4	1,19	5,9
Valores médios	6,1	0,64	6,84	3,19	3,03	167	44,6	1,42	4,3
Calopogônio com desenvolvimento deficiente	6,1	0,55	5,38	2,50	2,73	149	37,3	1,78	6,1
Valores médios	6,0	0,65	5,15	2,40	2,49	142	36,7	1,46	5,4
Calopogônio com desenvolvimento deficiente	5,6	1,44	1,41	0,60	1,20	42	25,2	0,81	6,7
Valores médios	5,5	1,62	1,23	0,52	1,10	42	26,8	0,75	6,5
Calopogônio com desenvolvimento deficiente	5,4	1,98	0,88	0,36	1,00	43	30,0	0,64	6,2
Valores médios	5,5	1,68	1,17	0,49	1,10	42	27,3	0,73	6,5

TABELA 7. Nitrogênio em kg/ha na matéria seca disponível da pastagem de *Brachiaria decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* no período de 13.04.82 a 12.04.83, sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

Componentes botânicos da pastagem	N em kg/ha												
	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	19.01	17.02	15.03	12.04
Pastagem de braquiária pura													
braquiária viva	25,72	24,84	27,25	28,17	19,83	26,13	18,78	10,42	17,65	14,50	12,53	14,91	14,41
braquiária morta	7,88	9,81	14,10	11,13	10,86	11,81	15,40	11,81	6,97	7,73	6,76	5,72	4,69
total	33,60 b*	34,65 b	41,35 b	39,30 a	30,69 b	37,94 b	34,18 b	22,23 b	24,62 b	22,23 b	19,29 b	20,63 b	19,10 b
Pastagem consociada													
calopogônio vivo	28,94	16,37	27,47	25,15	27,84	12,83	13,43	7,61	13,18	11,49	13,58	22,70	23,48
calopogônio morto	4,17	5,20	8,73	7,42	7,87	3,76	1,64	1,87	0,80	1,11	0,90	0,97	2,28
braquiária viva	21,69	26,85	32,28	15,69	9,23	13,76	10,67	10,00	11,13	9,71	12,18	15,46	16,53
braquiária morta	7,52	14,9	12,93	12,95	12,12	13,98	14,76	10,24	7,46	10,47	9,73	7,34	7,66
total	62,32 a	63,32 a	81,41 a	61,21 a	57,06 a	44,33 a	40,50 a	29,72 a	32,57 a	32,78 a	36,39 a	46,47 a	49,95 a
Diferença percentagem a favor da consociação	85,0	82,8	96,8	55,7	85,9	16,8	18,4	33,6	32,3	47,4	88,9	125,2	161,5
CV (%)	42,3	28,7	26,4	107,4	46,0	38,7	21,3	45,5	34,3	33,6	36,2	32,0	30,3

* Totais seguidos de letras distintas na coluna, não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste de Duncan.

conseqüência direta da participação do N contido na biomassa da leguminosa.

Dentro das condições de utilização impostas, 3.826 kg de MS de braquiária na pastagem de gramínea pura e 2.874 kg de MS de braquiária na pastagem consociada sofreram decomposição. O fato de a percentagem média de N na braquiária morta ter-se situado em torno de 0,36% permitiu estimar um retorno de 13,77 kg/ha de N na pastagem de gramínea pura. Na pastagem consociada o teor médio situou-se em torno de 0,46%, estimando-se um retorno de 13,22 kg/ha de N. Como houve dificuldade na determinação do acúmulo mensal de MS morta de calopogônio, pelo rápido aprofundamento das folhas mortas e particularmente no período chuvoso, a estimação do N retornado ao solo via mineralização ficou prejudicada. Do total de N acumulado pelo crescimento da leguminosa (81,37 kg/ha de N), estima-se que a maior parte tenha permanecido na pastagem, incorporando-se ao sistema solo-planta-animal.

O consumo de leguminosa pelo gado foi nulo durante a fase vegetativa, aumentando a partir do florescimento (maio-junho). Da fração consumida pelo gado, por outro lado, a maior parte do N ingerido (75%) é retornado para a pastagem através das fezes e urina (Jones & Woodmansee 1979), embora uma fração elevada possa se perder através da volatilização da amônia contida nas fezes e urina, durante os meses secos do ano (Watson & Lapins 1969). Os estudos detalhados do retorno de N para o solo fazem parte do balanço de N na pastagem, envolvendo ganhos e perdas, e fogem ao escopo deste trabalho. Ficou ressaltado, no entanto, que a leguminosa *Calopogonium mucunoides* funciona como um mecanismo reciclador eficiente de N, sob condições de pastejo, quando associado a *Brachiaria decumbens*.

As avaliações do N total efetuadas no perfil do solo na estação seca (maio 1982) e na estação chuvosa (dezembro 1982) são apresentadas nas Tabelas 8 e 9.

Os valores encontrados para os teores de N total são característicos de Latossolo Roxo álico coberto com vegetação de "Cerradão" (Seiffert 1982), e o conteúdo total estimado de N no perfil de 0 cm a 250 cm de profundidade situou-se entre 7.600 a 8.700 kg/ha de N.

Na avaliação efetuada ao início da fase experimental (maio 1982), a análise da variância indicou uma diferença significativa ($P < 0,05$) no teor médio de N total no perfil, a favor da pastagem de gramínea pura (0,055% versus 0,049%) e também para os teores de N entre os diferentes níveis do solo (Tabela 8), em ambos tratamentos. Na estação chuvosa (dezembro 1982), a análise de variância indicou diferença significativa ($P < 0,05$) para o teor de N total na interação tratamento x níveis e para as diferentes profundidades do solo em cada pastagem (Tabela 9). A diferença entre os tratamentos foi determinada, no entanto, pelo conteúdo de N total da camada superficial do solo da pastagem consociada, onde o teor 0,169% foi significativamente superior ($P < 0,05$) ao teor de 0,145% da pastagem de gramínea pura. Nos demais níveis, embora seja perceptível uma tendência à elevação, nas camadas 20 cm, 50 cm e 100 cm de profundidade estas diferenças não foram significativas.

O aumento do teor de N na camada superficial do pasto consociado pode ser explicado pela rápida decomposição das folhas mortas de calopogônio, que se acumularam na pastagem entre maio e agosto e que desapareceram por decomposição em setembro e outubro. A reciclagem de N atmosférico para o sistema biótico, e seu efeito no aumento da fertilidade do solo e produtividade das plantas, têm sido relatados por diversos autores (Bruce 1965, Whytney & Kanehiro 1967, Vallis 1972, Greenland 1977, Franco 1978) e as respostas obtidas evidenciam que isto também ocorre com o *Calopogonium mucunoides* sob condições de pastejo, associado a *B. decumbens*.

A análise da variância do comportamento da amônia mais nitrato indicou que ocorreu uma diferença significativa ($P < 0,01$) em seu conteúdo médio no perfil entre as épocas e entre os tratamentos (Tabelas 10 e 11).

Ocorreu, em ambas pastagens, uma redução significativa ($P < 0,01$) do conteúdo médio de $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ entre a estação seca e chuvosa, passando de 2,69 para 1,13 ppm na pastagem de gramínea pura e 3,08 para 2 ppm na pastagem consociada.

Ao início da fase experimental (estação seca) não foram constatadas diferenças significativas no conteúdo médio de $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ entre os tratamen-

TABELA 8. Percentagem de N total no perfil do solo nas profundidade de 0 cm a 250 cm, na estação seca (maio 1982), em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides*.

Níveis profundidade em cm	Pastagem de <i>B. decumbens</i> pura N total (%)	Pastagem <i>B. decumbens</i> + <i>C. mucunoides</i> N total (%)	N % média p/nível
0	0,149	0,138	0,143 a**
20	0,091	0,079	0,085 b
50	0,054	0,052	0,053 c
100	0,032	0,030	0,031 d
150	0,023	0,020	0,021 e
200	0,020	0,016	0,018 ef
250	0,018	0,015	0,015 f
média	0,055 a*	0,049 b*	

* Médias de percentagem de N total no perfil, seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente a nível de 5%, pelo teste de Duncan.

** Médias da percentagem de N total nos diferentes níveis, seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente a nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 9. Percentagem de N total no perfil do solo nas profundidade de 0 cm a 250 cm, na estação chuvosa (dezembro 1982) em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides*.

Níveis profundidade em cm	Pastagem de <i>B. decumbens</i> pura N total (%)	Pastagem <i>B. decumbens</i> + <i>C. mucunoides</i> N total (%)	N % média p/nível
0	0,145 b*	0,169 a	0,157 a**
20	0,083	0,090	0,086 b
50	0,051	0,057	0,054 c
100	0,026	0,033	0,029 d
150	0,023	0,022	0,022 e
200	0,018	0,020	0,019 ef
250	0,014	0,015	0,015 f
média	0,051	0,058	

* Médias da percentagem de N total no nível 0, seguidas de letras distintas na linha, diferem significativamente a nível de 5%, pelo teste de Duncan.

** Médias da percentagem de N total nos diferentes níveis, seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente a nível de 5% pelo teste de Duncan.

tos, bem como entre os diferentes níveis de profundidade do solo (Tabela 10). Na estação chuvosa (Tabela 11), no entanto, ocorreu uma diferença, que foi significativamente superior ($P < 0,01$) para a pastagem consociada (2 ppm versus 1,13 ppm). Nesta época, da mesma forma que na estação seca, também não houve diferenças significativas do conteúdo de $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ entre as diferentes profundidades do solo.

A redução do teor destas formas de N assimilá-

vel entre a época seca e a chuvosa pode ser explicada pela maior absorção, pela gramíneas de N disponível, na primavera e verão - absorção essa que coincide com a estação de crescimento mais acentuado (Tabela 3) - e por um maior grau de lixiviação e denitrificação.

Para uma melhor visualização das diferenças obtidas, acompanha cada perfil nas Tabelas 10 e 11 uma coluna da estimativa da disponibilidade de amônia + nitrato em kg/ha de 0 cm a 250 cm de

TABELA 10. Conteúdo de amônia + nitrato no perfil do solo nas profundidades de 0 cm a 250 cm na estação seca (maio 1982) em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *C. mucunoides*.

Níveis profundidade em cm	Pastagem de <i>B. decumbens</i> pura			Pastagem <i>B. decumbens</i> <i>C. mucunoides</i>			N ppm média p/nível
	NH ₄ + NO ₃		kg/ha	NH ₄ + NO ₃		kg/ha	
	ppm			ppm			
0	3,32		3,30	3,25		3,25	3,28 a
20	2,85		2,85	2,70		2,72	2,77 a
50	2,52		7,50	3,15		9,45	2,83 a
100	2,35		11,50	2,97		15,00	2,66 a
150	2,47		12,50	3,02		15,00	2,75 a
200	2,87		14,00	3,10		15,55	2,98 a
250	2,47		12,50	3,37		16,95	2,92 a
média	2,69 a		64,15	3,08 a		77,92	

* Médias seguidas de mesma letra na linha e na coluna não diferem significativamente a nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 11. Conteúdo de amônia + nitrato no perfil do solo nas profundidades de 0 cm a 250 cm na estação chuvosa (dezembro 1982) em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *C. mucunoides*.

Níveis profundidade em cm	Pastagem de <i>B. decumbens</i> pura			Pastagem <i>B. decumbens</i> <i>C. mucunoides</i>			N ppm média p/nível
	NH ₄ + NO ₃		kg/ha	NH ₄ + NO ₃		kg/ha	
	ppm			ppm			
0	1,22		1,22	2,05		2,05	1,63 a
20	1,05		1,05	2,25		2,18	1,65 a
50	0,92		2,70	2,12		6,36	1,52 a
100	1,07		5,00	2,00		9,90	1,53 a
150	1,12		5,60	1,95		9,65	1,53 a
200	1,25		6,30	1,60		8,00	1,42 a
250	1,32		6,60	2,02		10,10	1,67 a
média	1,13 b*		28,47	2,00 a		48,24	

* Médias seguidas de letras distintas na linha e na coluna diferem significativamente a nível de 5% pelo teste de Duncan.

profundidade. Este valor, representado pela soma do seu conteúdo em todo o perfil, indica apenas uma pequena diferença entre os tratamentos na estação seca (64,1 kg/ha de N versus 77,2 kg/ha de N). Na estação chuvosa, entretanto, a quantidade de N no pasto consociado foi superior em 69,2% (48,24 kg versus 28,47 kg/ha). Estas avaliações indicaram que a leguminosa, além de contribuir para elevação do N total, foi capaz de contribuir, em um curto período, para elevação da oferta de N assimilável, de grande importância para o

desenvolvimento da gramínea associada. A maior presença de amônia e nitrato, neste curto período de tempo, foi também explicada pela rápida decomposição das folhas mortas de calopogônio, o que representa uma característica importante desta planta para a reciclagem de N para o sistema solo-planta-animal.

Os levantamentos efetuados no sistema radicular do calopogônio permitiram verificar que ocorreu abundante nodulação durante todo o ciclo da planta. Os nódulos formados apresentaram tamanho

aproximado entre 1 mm a 2 mm, cor castanha com algumas estrias brancas, e sua distribuição ocorreu de forma não localizada por todo o sistema radicular. Como foi constatada a ocorrência de bactérias nativas que foram isoladas de plantas de calopogônio de ocorrência freqüente na periferia das pastagens, não foi possível saber se a nodulação existente foi obtida através das bactérias introduzidas pelo inoculante ou por estirpes nativas pré-existentes na área.

CONCLUSÕES

1. O *Calopogonium mucunoides*, quando associado a *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo álico e mantido sob pastejo contínuo com uma lotação de 2,5 U.A./ha, é capaz de reciclar para o sistema solo-planta 63,8 kg/ha de N/ano.

2. A inclusão de *Calopogonium mucunoides* em áreas de *Brachiaria decumbens* redonda em aumento significativo ($P < 0,05$) na oferta de nitrogênio e proteína bruta durante todo o ano, na forragem disponível na pastagem.

3. O *Calopogonium mucunoides* associado a *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo álico, mantido sob pastejo contínuo de 2,5 U.A./ha, é capaz de produzir 3.647 kg/ha de MS por ano, com um conteúdo médio de 2,17% de N na MS.

4. O *Calopogonium mucunoides*, quando associado a *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo álico, sob pastejo contínuo de 2,5 U.A./ha, eleva significativamente ($P < 0,05$) a percentagem de N total na camada superficial e aumenta significativamente a disponibilidade de N assimilável (amônia + nitrato) no perfil do solo.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. New York, Longman, 1977. 465p.
- BREMNER, J.M. Inorganic forms of nitrogen. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. part. 2, p.1179-237. (ASA. Agronomy, 9).
- BRUCE, R.C. Effect of *Centrosema pubescens* Benth on soil fertility in the humid tropics. Queensl. J. Agric. Anim. Sci., 22(2): 221-6. 1965.
- BULLER, R.E.; STEENMEIJER, H.P.; QUINN, L.R. & ARONOVICH, S. Comportamento de gramíneas perenes recentemente introduzidas no Brasil Central. Pesq. agropec. bras. Sér. Zoot., Rio de Janeiro, 7: 17-21, 1972.
- FRANCO, A.A. Contribution on the legume *Rhizobium* symbiosis to the ecosystems and food production. In: DÖBEREINER, J.; BURRIS, R.H. & HOLAENDER, A., eds. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum, 1978. p.65-74.
- GREENLAND, D.J. Contribution of microorganisms to the nitrogen status of tropical soil. In: AYANABA, A. & DART, P.J. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. New York, J. Wiley, 1977. p.13-25.
- HENZELL, F. Nitrogen nutrition of tropical pastures. In: SKERMAN, P.J. Tropical forage legumes. Rome, FAO, 1977. p.86-102.
- JONES, R.J. & WOODMANSEE, R.C. Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems. Bot. Rev., 45(2): 129-36, 1979.
- KRETSCHMER JUNIOR, A.E. Legume vs. fertilizer nitrogen in tropical pastures. Fort Pierce, s.ed., 1974. 7p. (ARC Research Report).
- NEVES, M.C.P. Energy costs of biological nitrogen fixation. In: GRAHAM, P.H. & HARRIS, S.C., eds. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Cali, CIAT, 1982. p.77-92.
- POSTGATE, J.R. Biological nitrogen fixation. In: BULL, A.T. & MEADOW, P.M. Companion to microbiology. New York, Longman, 1978. p.343-61.
- POSTGATE, J.R. & HILL, S. Nitrogen fixation. In: LYNCH, J.M. & POOLE, N.J. Microbial ecology; a conceptual approach. Oxford, Blackwell, 1979. p.191-213.
- SEIFFERT, N.F. Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1980. 34p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular Técnica, 1).
- SEIFFERT, N.F. Leguminosas para pastagens no Brasil Central. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 92p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 7).
- SHAW, N.H.; MANNETJE, L.; JONES, R.M. & JONES, R.J. Pasture measurements. In: SHAW, N.H. & BRIAN, W.H., eds. Tropical pasture research principles and methods. Hurley, CAB, 1976. p.235-50. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin, 51).
- SIMÃO NETO, M. & SERRÃO, E.A.S. Capim kicuio da Amazônia (*Brachiaria* spp.). B. téc. Inst. Pesq. Agropec. N., (58): 1-17, 1974.
- SKERMAN, P.J. Tropical forage legumes. Rome, FAO, 1977. 610p.
- STOBBS, T.H. The value of *Centrosema pubescens* Benth for increasing animal production and improving soil fertility in Northern Uganda. East Afr. Agric. For. J., 35(2): 197-202, 1969.
- STOWERS, D.M. & ELKAN, G.H. Criteria for selecting infective and efficient strains of *Rhizobium* for use in tropical agriculture. s.l., N.C. Agric. Res. Serv., 1980. 73p. (N.C. Agric. Res. Serv. Technical Bulletin, 264).

- VALLIS, I. Soil nitrogen changes under continuously grazed legume grass pasture in subtropical coastal Queensland. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 12(58):495-501, 1972.
- VINCENT, J.M. A manual for the practical study of the rootnodule bacteria. Oxford, Blackwell Scientific, 1970. 164p.
- WATSON, E.R. & LAPINS, P. Losses of nitrogen from urine on soils from Southwestern Australia. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 9: 85-9, 1969.
- WEBER, C.R. Nodulating and nonnodulating isolines. II. Responses to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agron. J.*, 58:46-9, 1966.
- WHYTNEY, A.D. Role of the legume in mixed pastures. In: GRAHAM, P.H. & HARRIS, S.C., eds. *Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture*. Cali, CIAT, 1982. p.361-7.
- WHYTNEY, A.S. & KANEHIRO, Y. Pathways of nitrogen transfer in some tropical legume grass associations. *Agron. J.*, 59:585-8, 1967.