

Reciclagem de Nitrogênio em
Pastagem Consociada
de Calopogonium mucunoides
com Brachiaria decumbens



RECICLAGEM DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM CONSOCIADA
DE *Calopogonium mucunoides* COM *Brachiaria decumbens*

Nelson Frederico Seiffert
Ademir Hugo Zimmer
Roza Maria Schunke
Cezar Heraclides Behling-Miranda



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC
Campo Grande, MS

EMBRAPA-CNPGC. Boletim de Pesquisa nº 3

Exemplares desta publicação devem solicitados ao
CNPGC

Rodovia BR 262, km 4

Telefone: (067) 382-3001

Telex: (067) 2153

Caixa Postal 154

79100 - Campo Grande, MS

Tiragem: 3.000 exemplares

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES

João Camilo Milagres - Presidente

Nelson Frederico Seiffert - Secretário Executivo

Arthur da Silva Mariante

Jairo Mendes Vieira

José Marques da Silva

Jurandir Pereira de Oliveira

Liana Jank

Maria Regina Jorge Soares

Raul Henrique Kessler

Editoração: Arthur da Silva Mariante

Datilografia: Eurípedes Valério Bittencourt

Desenho: Paulo Roberto Duarte Paes

2.

SEIFFERT, N.F.; ZIMMER, A.H.; SCHUNKE, R.M. E BEHLING-
MIRANDA, C.H. Reciclagem de nitrogênio em pastagem
consociada de *Calopogonium mucunoides* com *Brachiaria
decumbens*. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1985.
40p. (EMBRAPA-CNPGC. Boletim de Pesquisa, 3).

1. Pastagens-Fertilização-Nitrogênio. *Calopogonium
mucunoides*-Consociação. 3. *Brachiaria decumbens*-Conso-
ciação. I. Zimmer, A.H., colab. II. Schunke, R.M., co-
lab. III. Behling-Miranda, C.H., colab. IV. Empresa
Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional
de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. V. Tít-
ulo. VI. Série.

CDD 633.2

© EMBRAPA 1985

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 <u>Quantificação do crescimento da MS das espécies da pastagem</u>	10
2.1.1 Avaliação da disponibilidade da MS que compõe a forragem nos pastos	10
2.1.2 Acúmulo de MS	11
2.1.3 Crescimento da MS	11
2.1.4 Deposição de MS morta	12
2.2 <u>Quantificação do N contido na MS das espécies da pastagem</u>	12
2.2.1 Percentagem de N na MS	12
2.2.2 Nitrogênio acrescentado pelo crescimento da MS	13
2.2.3 Nitrogênio da MS, disponível na forragem..	13
2.2.4 Nitrogênio retornado ao solo pela mineralização da MS morta	13
2.3 <u>Quantificação dos níveis de N total e N assimilável no perfil do solo</u>	13
2.4 <u>Características da nodulação e da estirpe do <i>Rhizobium</i> associado ao <i>Calopogonium mucunoides</i></u> ..	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES	37
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

RECICLAGEM DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM CONSOCIADA
DE *Calopogonium mucunoides* COM *Brachiaria decumbens*

Nelson Frederico Seiffert¹
Ademir Hugo Zimmer¹
Roza Maria Schunke¹
Cezar Heraclides Behling-Miranda²

RESUMO - O trabalho estuda a reciclagem de nitrogênio (N) de *Calopogonium mucunoides* associado com *Brachiaria decumbens*, sob pastejo contínuo, com lotação de 2,5 U.A/ha. As avaliações foram efetuadas através da medida de crescimento da matéria seca (MS) da gramínea e da leguminosa e da quantidade de N em kg/ha, mobilizada pelo crescimento para a biomassa das plantas da pastagem. Efetuaram-se avaliações do N total e N assimilável (amônia + nitrato) no perfil do solo, a profundidades de 0 a 250 cm, bem como do desempenho do *Rhizobium* associado à leguminosa. Pôde-se determinar que, na consociação, o crescimento da gramínea, que mobilizou do solo para a vegetação 105,47 kg de N/ha, foi acrescido de mais 81,37 kg de N/ha por ano, mobilizado pelo crescimento da leguminosa. Na pastagem de gramínea pura, o N mobilizado do solo foi de 123,10 kg de N/ha, e uma diferença significativa ($P < 0,05$) de 63,84 kg de N/ha por ano foi adicionada ao sistema da pastagem, sendo atribuída em sua maior parte à fixação simbiótica, realizada pelo *Calopogonium mucunoides*. O N reciclado resultou em aumento significativo ($P < 0,05$) na oferta de N e proteína bruta na forragem disponível do pasto consociado, ao longo do ano. A leguminosa foi responsável também por um aumento significativo ($P < 0,05$) da percentagem de N total na camada superficial do solo e aumentou significativamente ($P < 0,05$) o conteúdo de N assimilável no perfil. Os estudos realizados em casa de vegetação, com *Rhizobium* isolado de plantas da pastagem, indicaram que a estirpe associada não foi limitante para a fixação simbiótica de N do *Calopogonium mucunoides* na área.

Eng.-Agr., M.Sc. Pesquisador da EMBRAPA-CNPCC
Eng.-Agr., Bolsista da EMBRAPA-CNPCC

NITROGEN RECYCLING IN MIXED PASTURES OF *Calopogonium*
mucunoides AND *Brachiaria decumbens*

ABSTRACT - The nitrogen (N) recycling in single *Brachiaria decumbens* and mixed with *Calopogonium mucunoides* pastures, under a stocking rate of 2.5 U.A/ha was studied. The growth of the grass and legume biomass, and the amount of N mobilized by the pasture plants to the biomass were recorded. Additionally, measurements of the total and assimilable-N (ammonia + nitrate) were obtained in the soil profile from layers of 0 to 250 cm depth. The N fixation efficiency of the associated *Rhizobium* was evaluated. The grass in the mixed pasture mobilized 105.57 kg of N/ha/year from the soil to the plant biomass, and the legume added more 81.37 kg of N. The single pasture of *Brachiaria decumbens* mobilized from soil to biomass by growth 123.10 kg N/ha/year under the same conditions, and a significant difference ($P < .05$) of 63.84 kg of N/ha/year was added to the soil pasture system, and was attributed, in its majority, to symbiotic N fixation activity of *Calopogonium mucunoides*. The recycled N resulted in a significant increase ($P < .05$) in N and crude protein content in the available forage of the mixed pasture. The legume was also responsible for a significant ($P < .05$) increase in the total N content of the surface layer of the soil, and the assimilable N content of the profile. Evaluation, in green-house conditions, showed that the associated *Rhizobium* was not limitant to symbiotic N fixation of *Calopogonium mucunoides* in the site.

1 INTRODUÇÃO

A quantidade de nitrogênio (N) no perfil dos solos com pastagens tropicais varia de aproximadamente 4.500 kg, em solos pobres, a 24.000 kg por hectare, em solos férteis (Henzell 1977). Este N está contido principalmente na matéria orgânica acumulada, 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 anualmente 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 de N/ha 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 quanto 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 gramíneas (Bruce 1965). A rápida mineralização da matéria orgânica libera elevada quantidade de N assimilável nos primeiros anos, ocorrendo redução gradativa nos anos subsequentes. 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 é considerada o processo mais importante de retorno deste elemento para os seres vivos, sendo responsável por 63% do total de ingresso de N à bi-

osfera (Jones & Woodmansee 1979). Em pastagens que contêm leguminosas, o N derivado da mineralização da matéria orgânica é suplementado pelo N fixado pela simbiose que ocorre entre a planta e as bactérias fixadoras de N do gênero *Rhizobium*. Este N 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 por ha por ano e, embora ocorram perdas, é comum serem adicionados 40 kg de N/ha à reserva do solo. O restante fica incorporado, seja na forma de tecido vegetal, 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 *Bracharia 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, enraizando 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 "cowpea" e, segundo Agboola & Fayemi (1972), citados por Greenland (1977), pode acumular até mais de 300 kg de N/ha em doze a quatorze semanas. Bogdan (1977) cita produções de quatro toneladas de matéria seca (MS) por hectare por ano.

No CNPQC-EMBRAPA em Campo Grande (MS), o calopogônio vem sendo avaliado em consociação com *Brachiaria decumbens* 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 lotações sobre a pastagem consociada, bem como 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 proporcionada pelo *Calopogonium mucunoides* associado a *Brachiaria decumbens* em pastagens mantidas com 2,5 U.A./ha, em regime de pastejo contínuo.

2 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 distrófico (Tabela 7), após adubação com 200 kg/ha de fosfato de Araxá e 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 2,0 U.A./ha e braquiária + calopogônio com 3,0 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 semeadura de gramínea. Para cobertura das sementes de 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 especificamente para o estudo da reciclagem de N, foram somente utilizados os tratamentos braquiária pura (usada como testemunha) e braquiária + calopogônio, sob lotações de 2,5 U.A/ha.

A medição do N reciclado pela atividade 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 (Vincent 1970; Stowers & Elkan 1980).

As medidas efetuadas, e necessárias para quantificar a reciclagem de N exercida pela leguminosa, foram distribuídas em dois grupos: quantificação do crescimento da MS das espécies da pastagem e quantificação do N contido na MS das espécies da pastagem. Adicionalmente foi efetuada a quantificação dos níveis de N total e N assimilável no perfil do solo, o levantamento da nodulação da leguminosa e a caracterização da estirpe de *Rhizobia* associada. A descrição destes parâmetros é feita a seguir.

2.1 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:

2.1.1 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 (recido verde) e braquiária morta (folhas mais hastes mortas), na pastagem de gramínea pura, assim como 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 m², através de corte e coleta de vegetação total existente acima do nível do solo. Em cada amostra foi efetuada a separação botânica dos componentes (parte viva e parte morta), os quais foram pesados para determinação da matéria fresca, sub-amostrados para secagem a 65°C e determinação da percentagem de MS, cujos resultados foram utilizados para o cálculo da quantidade de MS em kg/ha.

2.1.2 Acúmulo de MS

Para determinação do acúmulo de MS, sob condições de pastejo, foi adotada a seguinte metodologia: empregaram-se 30 gaiolas de madeira protegidas com arame farpado por tratamento, cobrindo, cada unidade, uma superfície de 1 m², para excluir de pastejo 30 pontos de coleta de forragem. No mesmo dia em que foram obtidas as amostras para disponibilidade de MS (2.1.1), as gaiolas foram colocadas em sítios adjacentes aos pontos de coleta anterior. Após um período de 28 dias em que estes pontos permaneceram excluídos de pastejo, foram obtidas amostras de 0,25 m² 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.

2.1.3 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 (braquiaria viva) mediu o crescimento da gramínea, e a diferença de peso na fração verde da leguminosa (calopogônio vivo) mediu o crescimento do calopogônio.

2.1.4 Deposição de MS morta

As determinações efetuadas nas frações mortas, no início e no final de cada período, 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.

2.2 Quantificação do N contido na MS das espécies da pastagem

Para o acompanhamento das modificações que ocorreram no teor e na quantidade de N existente na biomassa das plantas da pastagem, foram adotadas as seguintes avaliações:

2.2.1 Percentagem 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).

2.2.2 Nitrogênio acrescentado pelo crescimento da MS

Usando-se os dados de % 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.

2.2.3 Nitrogênio da MS, disponível na forragem

Empregando-se os valores da % 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.

2.2.4 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 % de N do material morto, medido ao início de cada período de amostragem, foi possível estimar a quantidade de N em kg/ha que retornou ao solo por mineralização.

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

Além das avaliações efetuadas quanto ao N contido na biomassa da pastagem, foram efetuadas medidas do conteúdo de N total 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 nas argilas e, portanto, não acessível às plantas (Bremner 1965), foram efetuadas também determinações de amônia (NH₄) e nitrato (NO₃), que são as formas de N assimilável prontamente disponíveis para as plantas.

Para obtenção destes dados foram efetuadas escavações nos pastos em maio e dezembro de 1982, para coleta de amostras de solo para análises de N total e N assimilável. Foram obtidas amostras no perfil às profundidades de 0, 20, 50, 100, 200 e 250 cm, em quatro repetições por pasto. Imediatamente após abertura das escavações e coleta, parte das amostras foram analisadas para conteúdo de amônia e nitrato (Bremner 1965), e o restante do solo foi seco ao ar, moído e analisado para N total pelo método Micro-Kjeldhal, semelhante ao citado para análise de plantas (Bremner 1965).

2.4 Caracterização da nodulação e da estirpe do *Rhizobium* associado ao *Calopogonium mucunoides*

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, localização dos nódulos no sistema radicular e foram efetuados isolamentos de bactérias obtidas de nódulos. Os isolados obtidos foram empregados em ensaios de casa de vegetação, em vasos de Leonard, para avaliar o seu potencial de fixação de N em relação a uma testemunha suprida com N mineral.

Para comparação dos dados de observação foi utilizado um delineamento completamente casualizado com dois tratamentos e 30 repetições por tratamento. Os parâmetros submetidos a análise de variância foram a disponibilidade mensal de MS em t/ha, o crescimento mensal e anual da MS em t/ha das espécies da pastagem; a quantidade mensal e anual de N em kg/ha acrescentada pelo crescimento da MS, a quantidade de N em kg/ha disponível mensalmente na pastagem; a percentagem de N total no perfil, e a quantidade de N assimilável em ppm, disponível no perfil do solo de 0 a 250 cm de profundidade.

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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados climáticos registrados no período experimental, denotando a ocorrência de condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, sem registro de temperaturas excessivamente baixas, e com chuvas bem distribuídas, o que amenizou a estação crítica de produção de forragem que ocorre entre maio e outubro.

Na Tabela 2 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 consociada.

A quantidade de braquiária viva disponível mensalmente nos pastos foi aparentemente maior na pastagem de Braquiária pura, nos meses de abril de 1982 a janeiro de 1983. A maior disponibilidade ocorreu em junho, com 2.889 kg MS/ha, reduzindo-se paulatinamente até janeiro, quando atingiu 954 kg de MS/ha, voltando a crescer até atingir 1.502 kg de MS/ha 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 MS/ha na pastagem de braquiária pura e 1.400 kg de MS/ha na pastagem consociada, para 4.970 e 4.219 kg de MS/ha, respectivamente. A partir deste mês, o material morto acumulado passou a diminuir continuamente até abril de 1983 (4.970 para 1.144 kg de MS/ha na braquiária pura e 4.219 para 1.345 kg de MS/ha na consociação). Entre outubro e novembro ocorreu uma redução acentuada da MS morta acumulada, passando de 4.970 para 3.281 e 4.219 para 2.627 kg de MS/ha, na pastagem de graminha pura e consociada, respectivamente. Isto foi explicado, por ocorrer nesta época o início da estação chuvosa,

TABELA 1. Dados climáticos obtidos durante o período experimental na estação climatológica do CNPCC - Campo Grande, MS.

Ano/Mês	Temperatura °C			Precipitação mm	U. Relativa %	Evaporação mm	Nebulosidade média	Insolação Horas/dia
	max.	mín.	méd.					
1982-maio	26,5	16,0	20,0	102,6	72	107,9	3,9	234,1
jun.	25,7	16,9	20,4	107,8	78	129,8	5,9	171,1
jul.	27,6	16,8	21,0	42,6	66	213,1	3,0	273,4
ago.	28,1	17,3	21,8	88,6	68	191,9	4,5	223,7
set.	29,5	18,1	22,7	53,7	65	230,7	5,5	176,8
out.	29,8	19,5	24,2	151,5	73	166,1	5,3	204,2
nov.	30,6	20,9	25,0	235,8	78	133,0	6,2	215,4
dez.	28,5	19,7	23,4	302,4	80	122,0	6,6	180,1
1983-jan.	29,3	21,4	24,7	366,0	85	83,6	7,0	185,3
fev.	30,7	20,9	24,6	182,3	81	100,1	6,3	176,4
mar.	29,4	20,0	23,7	143,7	80	122,3	4,8	215,9
abr.	29,7	20,1	23,8	109,4	80	109,8	4,8	225,1
TOTAL				1.886,4				

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

Componentes botânicos da pastagem	Matéria Seca (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	13.04
<u>Pastagem de braquiária pura</u>														
Braquiária viva	2.610*	2.652	2.889	2.725	2.429	2.066	1.950	1.540	1.224	1.226	954	1.205	1.243	1.502
Braquiária morta	1.800	1.878	2.975	2.820	3.093	3.505	3.476	4.970	3.281	2.113	2.416	1.950	1.397	1.144
Total	4.410	4.530	5.864	5.545	5.522	5.571	5.426	6.510	4.505	3.339	3.370	3.155	2.640	2.646
		b**	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	b	b
<u>Pastagem consociada</u>														
Calopogônio vivo	1.300	1.292	758	1.416	1.390	1.450	658	597	366	521	456	601	942	1.058
Calopogônio morto	250	250	274	378	342	347	183	077	89	36	49	41	44	97
Braquiária viva	1.400	2.465	2.984	2.522	1.670	1.154	1.128	1.136	1.113	920	830	1.118	1.311	1.740
Braquiária morta	1.400	1.393	2.869	2.640	2.816	3.191	3.779	4.219	2.627	1.867	2.183	1.837	1.289	1.345
Total	5.350	5.400	6.805	6.956	6.218	6.142	5.748	6.029	4.195	3.344	3.518	3.597	3.586	4.240
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	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 33 repetições

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

e as precipitações freqüentes e abundantes concorreram para o rápido apodrecimento e decomposição 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 de MS/ha na pastagem de braquiária pura e consociada, respectivamente. A redução observada num total de 3.826 kg de MS/ha na braquiária pura e 2.874 kg de MS/ha na pastagem de braquiária consociada, atribuída ao apodrecimento, correspondem a 34,4% do total de MS acrescentado pelo crescimento anual acumulada 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, o peso de calopogônio vivo oscilou entre 758 e 1.450 kg de MS/ha entre abril e agosto, reduzindo-se para 366 kg de MS/ha em novembro, passando então a crescer novamente até atingir 1.058 kg MS/ha em abril de 1983.

A análise do comportamento da fração morta de calopogônio, encontrada na biomassa disponível, mostra um conteúdo de 250 a 347 kg de MS/ha 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 de MS/ha). Foi observado, também, que ocorre uma rápida decomposição das folhas mortas da leguminosa nos meses chuvosos (menos de 60 dias), o que dificultou a estimativa do acúmulo da MS morta desta planta.

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. En-

TABELA 3. Matéria seca acumulada mensalmente em kg/ha (excluída de pastejo) em pastagem de *Braquiária decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucronoides* no período de 13.04.82 a 12.04.83

Componentes botânicos da pastagem	Matéria Seca (kg/ha)													
	13.04	11.05	08.06	06.07	03.08	31.08	27.09	25.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03	12.04
<u>Pastagem de braquiária pura</u>														
Braquiária viva	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 morta	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
Total	5.480	5.966	5.702	7.077	6.883	7.248	5.873	4.306	4.597	3.872	4.210	4.105	3.429	3.961
<u>Pastagem consociada</u>														
Calopogônio vivo	1.500	1.747	1.598	850	1.745	1.512	1.539	771	745	690	809	776	1.105	1.507
Calopogônio morto	200	300	100	300	300	500	200	77	89	36	49	41	100	300
Braquiária viva	2.900	3.189	2.794	3.532	2.815	2.457	1.968	1.538	2.277	2.092	2.002	2.094	1.859	2.000
Braquiária morta	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
Total	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

*Média de 30 repetições

tre agosto e fevereiro, as quantidades não diferiram estatisticamente, mas a partir de março a consociação voltou a apresentar maior biomassa.

A participação 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.

Na Tabela 3 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 3, obtidos a cada final de período, e subtraindo-se os valores destes componentes, obtidos a cada início de período (Tabela 2), foi possível estimar o crescimento mensal da braquiária e calopogônio, cujos resultados são apresentados na Tabela 4. Por exemplo, na pastagem de braquiária pura, o valor de 916 kg MS/ha é resultado da subtração: braquiária viva do final do período (11/5/83 = 3.526 kg MS/ha, Tabela 3, menos braquiária viva do início do período (13/4/82 = 2.610 kg MS/ha, Tabela 2, e assim por diante.

O crescimento mensal da MS da consociação foi estatisticamente superior ($P < 0,05$) ao da gramínea pura, apenas para o período de 06/07 a 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 de MS/ha, fato este possivelmente relacionado a alta variação (Tabela 4). 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 gramínea como na leguminosa, são fenômenos muito dinâmicos e, muitas vezes, o crescimento zero ou negativo, obtido em muitas amostras, foi conseqüência da acelerada passagem do estágio de folhas vivas para mortas, ocorrência esta que não foi uniforme nos diferentes pontos de amostragem nas pas-

TABELA 4. 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	Matéria Seca em kg/ha acrescentada pelo crescimento													Total acumulado	
	13.04	11.05	08.06	05.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03		12.04
<u>Pastagem de braquiária pura</u>															
Braquiária viva	000	916 ^a	450 ^a	486 ^a	348 ^b	639 ^a	607 ^a	355 ^a	1.147 ^a	818 ^a	1.284 ^a	1.411 ^a	1.224 ^a	1.418 ^a	11.106 ^a
<u>Pastagem consociada</u>															
Calopogônio vivo	000	447	305	92	325	122	89	113	148	324	288	320	504	565	3.647
Braquiária viva	000	789	499	548	293	787	814	410	1.141	979	1.092	1.264	741	689	10.036
Total	000	1.235 ^a	805 ^a	640 ^a	622 ^a	909 ^a	903 ^a	523 ^a	1.289 ^a	1.303 ^a	1.370 ^a	1.584 ^a	1.245 ^a	1.254 ^a	13.683 ^a
CV%		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

* Média de 30 repetições

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

tagens. 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 2), o coeficiente de variação esteve bem mais baixo, porque, neste caso, a MS foi colhida em seu todo (vegetação viva + vegetação morta), e o ciclo do tecido vivo entre a fase de surgimento e morte não interferiu na avaliação.

Embora seja inerente a este tipo de investigação a obtenção de coeficientes de variação elevados (Shaw et al. 1977), uma alternativa possível para diminuir a variabilidade seria aumentar o número de amostras de forragem por tratamento. Como, no entanto, já estavam sendo processadas mensalmente 120 amostras (2 tratamentos x 2 coletas - dentro e fora da gaiola x 30 repetições, que ainda foram separadas em quatro sub-amostras (braquiária viva, braquiária morta, calopogônio vivo e calopogônio morto)), o volume de trabalho seria elevado, limitando a sua adoção. Outra alternativa seria aumentar o tamanho da amostra colhida no pasto. Isto, no entanto, também implica em grande aumento da mão-de-obra, uma vez que a colheita de vegetação rente ao solo implica em uso de equipamento de corte manual, de baixo rendimento.

Sob condições de pastejo de 2,5 U.A/ha, em cultura pura, a braquiária acumulou, pelo crescimento, 11.106 kg de MS/ha por ano, o que está um pouco acima das produções citadas por Buller et al. (1972) para o Brasil Central (9,1 t MS/ha), mas de acordo com produções citadas para a região Norte (11,7 a 15,8 t MS/ha), reportadas por Simão Neto & Serrão (1974) e também por Bogdan (1977) em outros países. No pasto consociado, entretanto, o calopogônio pelo seu crescimento, adicionou 3.647 kg de MS/ha à pastagem, somando ambas espécies 13.683 kg de MS/ha 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 2,0

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 5. Na braquiária viva, o teor de N variou de 0,86% a 1,50%, dependendo da maior ou menor relação de folhas e hastes da MS colhida. Na fração morta da braquiária, o teor mais baixo foi de 0,31% e o mais alto 0,57%. Embora as plantas 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 e 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 2,0% 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 2,36%, e o seu conteúdo esteve sempre próximo do conteúdo encontrado nas folhas vivas. Isto indicou que grande parte do 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 do 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 4) e os dados da percentagem de N na forragem (Tabela 5), 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 6). Quando

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

Componentes botânicos da pastagem	% de Nitrogênio na MS												Média	
	11.05	08.05	06.07	03.08	31.08	27.09	26.10	23.11	21.12	18.01	17.02	15.03		12.04
<u>Pastagem de braquiária pura</u>														
Braquiária viva	0,97*	0,85	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
<u>Pastagem consociada</u>														
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.

TABELA 6. Nitrogênio acrescentado pelo crescimento em kg/ha de *Brachiaria decumbens* em pastagem de braquiária pura e de *Brachiaria decumbens* e *Calopogonium mucunoides* em pastagem consorciada, 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												Total	
	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
<u>Pastagem de braquiária pura</u>														
Braquiária viva ¹	8,90 b*	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
<u>Pastagem consorciada</u>														
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	8,60 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.

é comparada a quantidade de N total acrescentado mensalmente pelo crescimento dos componentes botânicos vivos, verifica-se uma diferença significativa ($P < 0,05$) 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 de N/ha do solo para a biomassa, efetuada pelo crescimento da braquiária. Na consociação, o crescimento da gramínea mobilizou 105,57 kg de N/ha, que somou-se a mais 81,37 de N/ha, acrescentado pelo crescimento da leguminosa, perfazendo um total de 186,94 kg de N/ha por ano, que foi significativamente superior ($P < 0,05$) ao N obtido na pastagem de gramínea pura. A diferença de 63,84 kg de N/ha (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 no Latossolo Roxo distrófico eman-tido com lotação de 2,5 U.A/ha, foi capaz de funcionar como mecanismo reciclador de N para a biomassa da pastagem.

A quantidade de 81,37 kg de N/ha contidos na MS, gerada pela contribuição da leguminosa, foi atribuída em maior parte, à 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 obtido no 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 "stands" puros de calopogônio, em áreas periféricas com o mesmo tipo de solo. Obteve-se, nestas condições, uma biomassa acumulada de 7,52 t MS/ha com 2,12% de N, quando colhido após o início de floração, que coincide com a época de máxima MS acumulada. Isto representou um conteúdo de 159,4 kg de N/ha que, quando comparado com o obtido na pastagem consociada (81,37 kg de N/ha), evidenciou que a fixação de N foi de apenas 51,0% daquela obtida no "stand" puro. Na Tabela 4, obser-

va-se também que o crescimento acumulado da MS da leguminosa na pastagem consociada situou-se em 3,64 t MS/ha, o que representou apenas 48,5% da produção de MS do "stand" puro (7,52 t MS/ha). Como existe uma estreita relação entre a biomassa (área foliar) e a fixação de N, porque plantas com maior capacidade de fotossíntese têm condições de suprir maior quantidade de energia para as bactérias fixadoras (Postgate & Hill 1979; Neves 1981), 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 fixação de N obtido não possa facilmente ser ultrapassado, dentro das condições existentes. Como a literatura cita produções de até 13,3 t MS/ha (Herrera et al. 1966, citado por Bogdan 1977) em plantios puros, é de se supor que existam fatores nutricionais do solo que estejam limitando a produção da leguminosa e que devam ser investigados (Tabela 7).

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 8), quando comparada com a pastagem de gramínea pura, em todos os períodos de avaliação, a 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 consequência direta da participação do N contido na biomassa da leguminosa (Fig. 1).

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. Como a percentagem média de N na braquiária morta situou-se em torno de 0,36%, isto permitiu estimar um retorno de 13,77 kg de N/ha 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 de N/ha. Como houve dificuldade na determinação do acúmulo

TABELA 7. Características químicas do Latossolo Roxo distrófico da pastagem de *Brachiaria decumbens* consociada com *Calopogonium mucunoides* (média de três repetições).

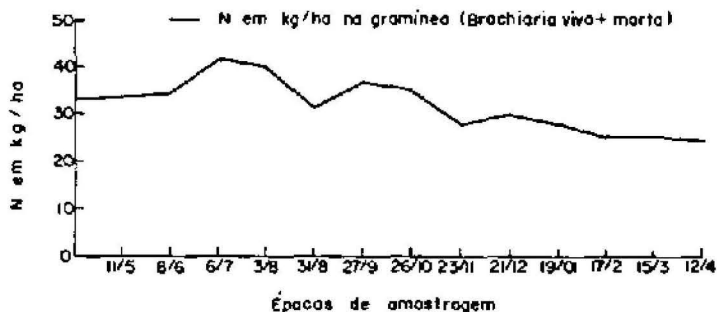
Locais de coleta de solo	e mg/100 g TFSA				PPM				
	pH	Al	Ca	Mg	P	K	Mn	Zn	Cu
Calopogônio com desenvolvimento normal	5,9	0,76	3,24	1,51	1,73	112	28,4	1,19	5,9
	6,1	0,64	6,84	3,19	3,03	167	44,6	1,42	4,3
	6,1	0,55	5,38	2,50	2,73	149	37,3	1,78	6,1
Calopogônio com desenvolvimento deficiente	5,6	1,44	1,41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

TABELA 8. 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	Nitrogênio 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
<u>Pastagem de braquiária pura</u>													
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	34,65	41,35	39,30	30,69	37,94	34,18	22,23	24,62	22,23	19,29	20,63	19,10
	b*	b	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
<u>Pastagem consociada</u>													
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	1,67	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	63,32	81,41	61,21	57,06	44,33	40,50	29,72	32,57	32,78	36,39	46,47	49,95
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
<u>Diferença % a favor da consociação</u>													
CV%	85,0	82,8	95,8	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	25,4	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.

PASTAGEM DE *Brachiaria decumbens* PURA



PASTAGEM CONSOCIADA *Brachiaria decumbens* + *Calopogonium mucunoides*

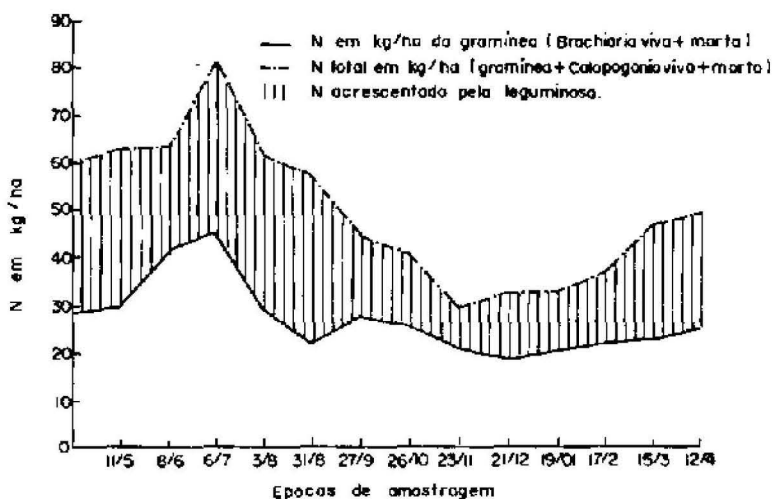


FIG. 1. Nitrogênio disponível em kg/ha na biomassa da pastagem de *Brachiaria decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* no período 11.05.82 a 12.04.83 sob pastejo de 2,5 U.A/ha.

mensal de MS morta de calopogônio, pelo rápido apodrecimento das folhas mortas, particularmente no período chuvoso, a estimativa do N retornado ao solo via mineralização ficou prejudicada. Do total de N acumulado pelo crescimento da leguminosa (81,37 kg N/ha), estima-se que a maior parte tenha permanecido na pastagem, incorporando-se ao sistema solo-planta-animal.

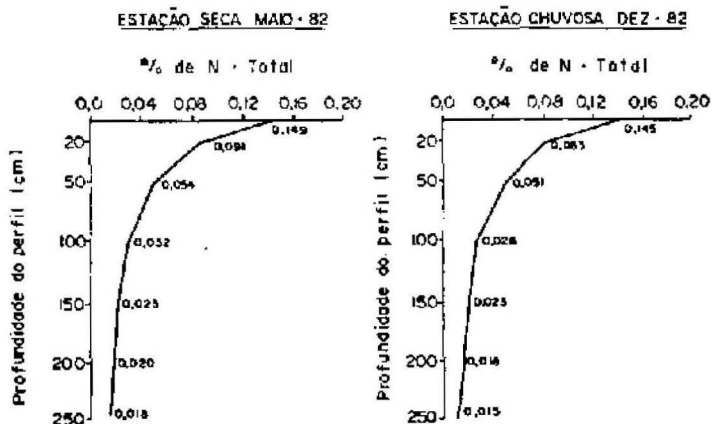
O consumo de leguminosa pelo gado foi nulo durante a fase vegetativa, aumentando a partir do florescimento (maio-junho). Da fração consumida pelo gado, por outro lado, a maior parte do N ingerido (75%) é retornada para a pastagem através das fezes e urina (Jones & Woodmansee 1979), embora uma fração 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 na Fig. 2.

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

No início da fase de avaliação (maio 1982), os teores de N total nos diferentes estratos amostrados não foram estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) em ambas as pastagens. Já a avaliação efetuada na estação chuvosa seguinte (dezembro 1982) indicou uma tendência de elevação nos teores da pastagem consociada, nos estratos de 0, 20 e 50 cm de profundidade, onde, na camada superficial, o teor (0,170% de N) foi significativamente superior ($P < 0,05$) ao encontrado na pastagem de gramínea pura (0,145%). Confor-

Pastagem de *Brachiária decumbens* puro



Pastagem consociada *B. decumbens* *C. mucunoides*

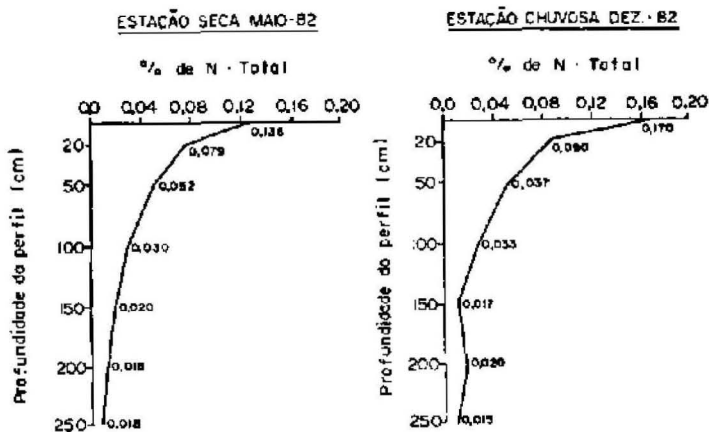


FIG. 2. Teores de Nitrogênio total no perfil do solo de 0 a 250 cm de profundidade, na estação seca e chuvosa em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

me já mencionado, as folhas de calopogônio sofreram rápida decomposição e a fração de MS morta de leguminosa acumulada na pastagem entre maio e agosto desapareceu, por decomposição, em setembro e outubro. Grande parte, portanto, do N acumulado nesta vegetação deve ter retornado ao solo para a mineralização, o que deve explicar a tendência de aumento do nível de N total na camada superficial do solo da pastagem consociada. 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 1967; Vallis 1972; Greenland 1977; Franco 1978), e as respostas obtidas evidenciam que isto também ocorre com o *Calopogonium mucunoides* sob pastejo, associado a *Brachiaria decumbens*.

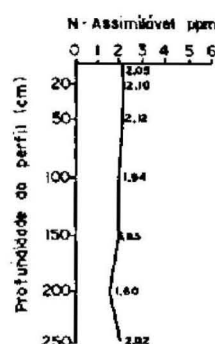
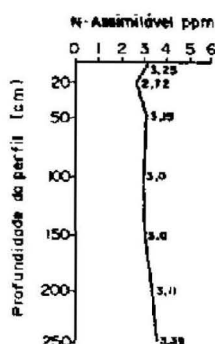
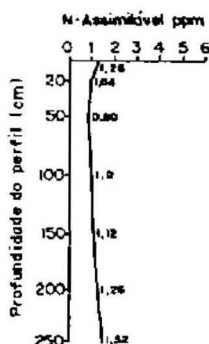
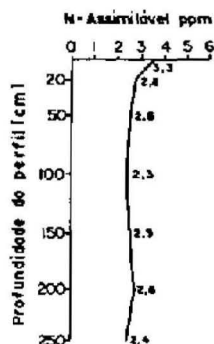
A análise do comportamento do N assimilável (Fig. 3) indicou que, tanto na pastagem da gramínea pura como na consociada, ocorre uma redução no teor de amônia e nitrato no perfil do solo, da estação seca para a estação chuvosa. Isto pode ser decorrência de uma maior absorção de N disponível pela gramínea, na primavera e verão, que coincide com a estação de crescimento mais acentuado (Tabela 4). Por outro lado, no início da fase experimental (maio 1982), o N assimilável de ambas as pastagens apresentou-se aproximadamente igual para todo o perfil, não tendo a análise estatística indicado diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Na estação chuvosa, no entanto, os perfis apresentaram teores distintos, sendo o conteúdo de amônia e nitrato na consociação significativamente superior ($P < 0,05$) ao da pastagem de gramínea pura, chegando a apresentar-se 69,26% mais elevado. O conteúdo de N assimilável também diferiu significativamente nos diferentes estratos de solo e entre as épocas avaliadas, em ambos tratamentos. 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 liberação de N assimilável, neste curto prazo, foi expli-

ESTACÃO SECA MAIO-82

ESTACÃO CHUVOSA DEZ-82

ESTACÃO SECA MAIO-82

ESTACÃO CHUVOSA DEZ-82



ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N - ASSIMILÁVEL NO SOLO

Profundidade cm	ppm			N-Assimilável kg/ha
	NH ₃	NO ₃	Soma	
0	2,0	1,3	3,3	3,3
20	1,5	1,3	2,8	2,8
50	1,3	1,2	2,5	2,5
100	1,1	1,2	2,3	2,3
150	1,3	1,2	2,5	2,5
200	1,5	1,3	2,8	2,8
250	1,3	1,2	2,5	2,5
Total				64,1

ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N - ASSIMILÁVEL NO SOLO

Profundidade cm	ppm			N-Assimilável kg/ha
	NH ₃	NO ₃	Soma	
0	0,77	0,49	1,26	1,26
20	0,64	0,40	1,04	1,04
50	0,59	0,31	0,90	0,90
100	0,62	0,38	1,00	1,00
150	0,74	0,39	1,12	1,12
200	0,73	0,53	1,26	1,26
250	0,76	0,56	1,32	1,32
Total				28,5

ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N - ASSIMILÁVEL NO SOLO

Profundidade cm	ppm			N-Assimilável kg/ha
	NH ₃	NO ₃	Soma	
0	1,34	1,91	3,25	3,25
20	0,98	1,74	2,72	2,72
50	1,56	1,79	3,15	3,15
100	1,20	1,80	3,00	3,00
150	1,11	1,89	3,00	3,00
200	1,44	1,67	3,11	3,11
250	1,37	2,02	3,39	3,39
Total				77,92

ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N - ASSIMILÁVEL NO SOLO

Profundidade cm	ppm			N-Assimilável kg/ha
	NH ₃	NO ₃	Soma	
0	1,24	0,81	2,05	2,05
20	1,37	0,81	2,18	2,18
50	1,37	0,75	2,12	2,12
100	1,32	0,66	1,98	1,98
150	1,34	0,59	1,93	1,93
200	1,05	0,55	1,60	1,60
250	1,39	0,63	2,02	2,02
Total				48,26

Diferença 69,26%

FIG. 3. Teores e estimativa da disponibilidade de N assimilável (NH₃ e NO₃) no perfil do solo de 0 a 250 cm de profundidade na estação seca e chuvosa em pastagem de *B. decumbens* pura e consociada com *Calopogonium mucunoides* sob pastejo de 2,5 U.A./ha.

cada pela rápida decomposição das folhas mortas de calopogônio, o que representa uma característica importante 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 a 2 mm, cor castanha com algumas estrias brancas, e sua distribuição ocorreu de forma não localizada por todo o sistema radicular. Foram efetuados isolamentos de bactérias dos nódulos colhidos na área e que, após purificação em meio YMA com actidione e posteriormente em placas com vermelho congo, foram armazenadas, recebendo a identificação Cal.GC-04. Este isolado participou de um ensaio de eficiência de fixação de N com mais oito estirpes (Tabela 9), tendo apresentado eficiência relativa de 87,4%, em relação à testemunha com N mineral, considerada com eficiência de 100%.

Estes dados indicaram que as bactérias encontradas nos nódulos não limitaram a fixação simbiótica de N na área das pastagens. Foi verificada também a ocorrência de *Rhizobia* nativos na periferia da pastagem, infectando plantas de calopogônio, não podendo, portanto, ser atribuída a nodulação da leguminosa às bactérias introduzidas pelo inoculante, bem como se os isolados obtidos foram oriundos das estirpes nativas ou do inoculante.

TABELA 9. Avaliação de indicadores de eficiência na fixação de N de estirpes de *Rhizobia Calopogonium mucunoides* cultivado em vasos de Leonard por 60 dias.

Isolados	Parte aérea MS em g	Nódulos MS em mg	N total por planta em mg	Eficiência relativa* %
Cal.GC-04	6,655**	0,583	183,245	87,4
Cal.GC-06	6,721	0,636	176,930	84,4
Cal.GC-05	6,188	0,600	173,666	82,9
Cal.GC-09	7,089	1,143	163,189	77,9
Cal.GC-08	5,129	0,559	137,790	65,7
Isolado 66	3,446	0,535	95,833	45,7
Isolado 72	0,750	0,120	13,706	6,5
Isolado 62	0,479	0,000	8,030	3,8
Isolado 70	0,430	0,000	3,800	1,8
Sem inoculante	0,412	0,000	3,751	1,7
Nitrog.míneral***	7,730	0,000	209,521	100,0

* Eficiência relativa da fixação de N comparado com a planta suprida com N mineral

** Cada valor é média de 5 repetições

*** Controle com N mineral = 100 ppm de N (NH_4NO_3)

4 CONCLUSÕES

1. O *Calopogonium mucunoides*, quando associado à *Brachiaria decumbens* em um Latossolo Roxo distrófico e tido sob pastejo contínuo com uma lotação de 2,5 U.A/ha, é capaz de recilcar para o sistema solo-planta, 63,8 kg de nitrogênio por hectare por ano.
2. A inclusão de *Calopogonium mucunoides* em áreas de *Brachiaria decumbens* redonda em um aumento significativo na oferta de nitrogênio e proteína bruta, durante todo o ano, na forragem disponível na pastagem.
3. O *Calopogonium mucunoides* associado à *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo distrófico, mantido sob pastejo contínuo de 2,5 U.A/ha, é capaz de produzir 3.647 kg de MS/ha por ano, com um conteúdo médio de 2,17% de N na MS.
4. O *Calopogonium mucunoides*, quando associado à *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo distrófico, sob pastejo contínuo de 2,5 U.A/ha, eleva significativamente a percentagem de N total na camada superficial e aumenta significativamente a disponibilidade de N assimilável (amônia e nitrato) no perfil do solo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBOOLA, A.A. & FAYEMI, A.A.A. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. Agron.J., 64:409-12, 1972.
- 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.; STTENMEIJER, H.P.; QUINN, L.R. & ARONOVICH, S. Comportamento de gramíneas introduzidas no Brasil Central. Pesq.Agropec.Bras., ser.zoot., Brasília, 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., ed. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum, 1968. p.65-74.
- GREENLAND, D.J. Contribution of microorganisms to the nitrogen status of tropical soils. In: AYANABA, A. & DART, P.J. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. New York, John Willey, 1977. p.13-25.
- HENZELL, F. Nitrogen nutrition of tropical pastures. In: SKERMAN, P.J. Tropical forage legumes. Rome, FAO, 1977. p.86-102.
- HERRERA, P.; LOTERO, C.Y. & CROWDER, L.V. Cutting frequency with tropical forage legumes. Agric.Trop., 22(9):473-83, 1966.

- JONES, R.J. & WOODMANSSEE, R.C. Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems. Bot.R., 45(2):129-36, 1979.
- KRETSCHMER JUNIOR, A.E. Legume vs. fertilizer nitrogen in tropical pastures. s.l., Fort Pierce, 1974, 7p.
- NEVES, M.C.P. Energy costs of nitrogen fixation. In: GRAHAN, P.H. & HARRIS, S.C., ed. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture, Cali, CIAT, 1982, p.77-92.
- 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't; JONES, R.M. & JONES, R.J. Pasture measurements. In: SHAW, N.H. & BRIAN, W.H. ed. 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.IPEAN, Belém, (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 Norther 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.1. North Carolina, Agricultural Research Service, 1980. 73p. (North Carolina Agroculural Research Service. Technical Bulletin, 264).
- VALLIS, I. Soil nitrogen changes under continuously grazed legume grass pasture in sub-tropical coastal Queensland. Aust.J.Agric.Anim.Husb., 12(58):495-501, 1972.
- VINCENT, J.M. A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. Oxford, Blackwell Scientific, 1970. 164p.
- WATSON, E.R. & LAPINS, P. Losses of nitrogen from urina on soils from south-western Australia. Aust.J.Agric. Anim.Husb., 9:85-9, 1969.
- WEBER, C.R. Nodulating and non-nodulating 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: GRAHAN, P.H. & HARRIS, S.C., ed. Biological nitrogen fixation tecnology 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.