

Universidade Federal de Minas Gerais

**Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro:
produção, bromatologia e ciclagem de nutrientes**

Luiza Elvira Vieira Oliveira

Belo Horizonte – Minas Gerais

2017

LUIZA ELVIRA VIEIRA OLIVEIRA

**Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro: produção, bromatologia e ciclagem
de nutrientes**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

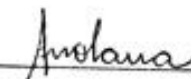
Professora Orientadora: Ângela Maria Quintão
Lana

Co-orientadores: Fabiano Alvim Barbosa e Iran
Borges

Belo Horizonte

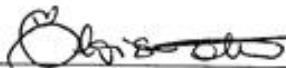
2017

TESE defendida e aprovada em 22 de fevereiro de 2017, pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:


Prof.ª Ângela Maria Quintão Lana
(Orientadora)


Dra. Thasia Martins Macedo


Dr. Miguel Marques Gontijo Neto – Embrapa Milho e Sorgo


Prof.ª Eloísa de Oliveira Simões Saliba – EV/VET


Prof. Lúcio Carlos Gonçalves – EV/VET

DEDICO

Ao meu Deus Jeová a quem eu confio a vida;

À minha mãe Maria (in memoriam);

Ao meu pai Antonio Araripe;

Ao meu amado esposo Claudinei;

Aos meus irmãos Neily, Elder, Luanny e

Liandra;

À minha madrasta e amiga Gleiva.

*“Amei a sabedoria mais do que a saúde e a
beleza; quis tê-la mais do que a luz do sol, pois
o seu brilho nunca se apaga.”*

Rei Salomão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter sempre guiado meus caminhos destinando-os a zootecnia e por ter proporcionado a minha vida momentos inenarráveis pela busca por conhecimentos.

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos, avós, tios, primos, cunhados, sogros e entes queridos que além de manifestarem orgulho com minhas vitórias, estão sempre presentes me auxiliando a alcançá-las e compreendendo minha ausência e mau humor às vezes não contidos.

Ao meu amado esposo Claudinei Lopes de Miranda, que com todo o seu empenho, dedicação, paciência, amor e carinho me fortaleceu todos os dias para que eu alcançasse meus sonhos. Amo você!

À Universidade Federal de Minas Gerais pela acolhida e pela oportunidade da realização deste curso e que, através de seu corpo docente, discente e funcionários, me possibilitou o acesso a muitas oportunidades de conhecimento e de engrandecimento pessoal.

À CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de doutorado.

Agradeço principalmente à minha amada orientadora: Ângela Maria Quintão Lana por confiar na minha capacidade e no meu objetivo de obtenção desse título. Por ter me ensinado tudo o que foi possível com toda a sua capacidade, sabedoria e humildade. Obrigada por todo o nosso convívio e por ter paciência e persistência comigo.

À Thasia Martins Macedo, por ter realizado o experimento de campo e por sempre estar disponível para me ajudar no esclarecimento das dúvidas quanto às coletas. Obrigada pela imensurável generosidade e por todo o empenho que teve comigo!

Ao professor Iran Borges, meu coorientador, obrigada pelo carinho, auxílio e incentivos tão necessários ao longo do curso de pós-graduação. Adoro você professor!

À minha colega de doutorado Larissa, quem esteve mais presente durante esse curso, quem me ajudou nas disciplinas e na discussão dos resultados. Obrigada por todas às vezes que mesmo diante inúmeras dificuldades você me ajudou com suas palavras amáveis e positivas.

Aos meus colegas de doutorado: Daphinn, Claudinei, Hélio, Tânia, Joelma e Zé André por todos os momentos valiosos que desfrutamos juntos.

À minha amiga, amada e irmã de todas as horas Jocélia Sabóia (Goh), obrigada por ser a pessoa que está sempre presente em minha vida, mesmo que ela seja científica ou não. Obrigada por me ajudar a resolver as dúvidas mais loucas e impensáveis e acima de tudo por me guiar nos meus planos e objetivos de vida, amo você!

À minha amiga Elane Verlangieri por ser tão parecida comigo e por me entender mesmo quando eu mesma não me entendia. Por toda a paciência quando eu não estava presente, quando não tinha tempo, quando fui grossa e não tinha cabeça para te ajudar nos seus problemas. Obrigada por torcer por mim, por vibrar comigo e por sempre ser tão dedicada. Que nossa amizade seja para sempre, nessa e em outras vidas que virão! Amo tu Lane!

Às minhas amigas: Gleiva, D. Lena e Mayara, por terem tido todo amor comigo mesmo diante da minha ausência, distancia e com todo meu estresse e cansaço. Obrigada amadas!

Aos meus amados enteados Ryan e Arthur, por todo carinho e amor que sempre tiveram comigo. Amo vocês meus pequenos!

Às minhas filhotas Vicky, Michone e Wall (*in memoriam*) por me darem carinho e amor todos os dias que eu chegava exausta, mas estavam sempre dispostas a me consolar;

A Estação Experimental do Extremo Sul da Bahia CEPLAC-Itabela e toda sua equipe pela realização e condução do experimento.

Ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de Uberlândia – ICIAG/UFU, na pessoa da Prof.^a Regina Maria Quintão Lana, pela realização de todas as análises e por sempre estar solícita a esclarecer as minhas dúvidas.

Ao Centro de Isótopos Estáveis Ambientais da UNESP – Campus de Botucatu, pelas análises do isótopo de carbono-13;

Aos demais membros desta banca, pelas colaborações com suas críticas construtivas a este trabalho;

Todos são de fundamental importância a minha vida profissional. Obrigada pelo carinho e respeito que sempre me deram e por estarem continuamente me ajudando por repassarem suas técnicas e conhecimentos. Obrigada também, pelos laços de amizade que aqui foram firmados e infinitamente consolidados.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	17
CAPÍTULO 1- REVISÃO DE LITERATURA	
1.1- Capim-marandu.....	19
1.2- Amendoim forrageiro.....	20
1.3- Consorciação gramínea-leguminosa.....	21
1.4- Produção de forragem e composição bromatológica.....	23
1.5- Isótopo carbono-13 para estimativa do consumo animal.....	25
1.6- Ciclagem de nutrientes.....	26
1.7- Referências bibliográficas.....	29
CAPÍTULO 2- CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: PRODUÇÃO DE FORRAGEM, LITEIRA E RAÍZES	
2.1- Introdução.....	39
2.2- Material e métodos.....	40
2.3- Resultados e discussão.....	44
2.4- Conclusões.....	51
2.5- Referências bibliográficas.....	52
CAPÍTULO 3- CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ISÓTOPO CARBONO-13 NAS FEZES	
3.1- Introdução.....	56
3.2- Material e métodos.....	57
3.3- Resultados e discussão.....	59
3.4 Conclusões.....	71
3.5- Referências bibliográficas.....	73
CAPÍTULO 4- CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: CICLAGEM DE NUTRIENTES	
4.1- Introdução.....	76
4.2- Material e métodos.....	77
4.3- Resultados e discussão.....	80
4.4- Conclusões.....	100
4.5- Referências bibliográficas.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
° C	Graus Célsius
C	Carbono
C3	Plantas que utilizam o ciclo de Calvin-Benson para fotossíntese
Ca	Cálcio
C/N	Relação carbono e nitrogênio
CTC	Capacidade de troca catiônica
Cu	Cobre
Cv	Cultivar
Ds	Densidade do solo
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
Fe	Ferro
ha	Hectare (10.000 m ²)
IL	Interceptação luminosa
K	Potássio
kg	kilograma
Mg	Magnésio
mm	Milímetros cúbicos de precipitação
m ²	Metro quadrado
MM	Material morto
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
MV	Matéria verde
MSFT	Matéria seca forragem total
N	Nitrogênio
N ₂	Nitrogênio atmosférico
P	Fósforo
PV	Peso vivo
PB	Proteína bruta
ppm	Parte por milhão

S	Enxofre
t	Tonelada métrica
TL	Taxa de lotação
Zn	Zinco
‰	por mil (δ)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias da altura (cm) do dossel forrageiro em condição de pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo.....	43
Tabela 2. Produção de forragem em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	45
Tabela 3. Médias das proporções (%) com base na MS de amendoim forrageiro e capim-marandu em sistema de consórcio de acordo com as estações do ano.....	46
Tabela 4. Produção de raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	47
Tabela 5. Produção de liteira em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	49
Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (%PB na MS) na liteira e nas raízes de sistema em consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	59
Tabela 7. Teores médios de proteína bruta (% PB na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	60
Tabela 8. Teores médios de proteína bruta (%PB na MS) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	61
Tabela 9. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	62
Tabela 10. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	63
Tabela 11. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	64
Tabela 12. Teores médios de fibra em detergente ácido (% FDA na MS) da liteira e das raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	65

Tabela 13. Teores médios de fibra em detergente ácido (%FDA na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	66
Tabela 14. Teores médios de fibra em detergente ácido (% FDA na MS) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	67
Tabela 15. Valores médios de isótopo carbono-13 ($\delta^{13}C$) nas fezes de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	69
Tabela 16. Caracterização química do solo no início do experimento para o sistema de consórcio capim-marandu com amendoim forrageiro e monocultivo de capim-marandu aos 20 cm profundidade.....	77
Tabela 17. Médias de densidade, percentual de carbono (C), total de C por camada ha-1 e estoque de carbono em função da profundidade do solo.....	80
Tabela 18. Médias de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico total (COT) em função da profundidade do solo.....	81
Tabela 19. Teor mineral presente na liteira em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	84
Tabela 20. Teor mineral presente nas raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano.....	84
Tabela 21. Teor mineral presente no amendoim no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu nas diferentes estações do ano.....	87
Tabela 22. Teor mineral presente no amendoim no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu nas diferentes estações do ano.....	87
Tabela 23. Teor mineral das frações da forragem do capim-marandu em sistema de consórcio com o amendoim-forrageiro e em monocultivo no pré-pastejo de bovinos.....	91
Tabela 24. Teor mineral das frações da forragem do capim-marandu em sistema de consórcio com o amendoim-forrageiro e em monocultivo no pós-pastejo de bovinos.....	92
Tabela 25- Atributos químicos do solo para os dois sistemas: capim-marandu em consórcio com o amendoim forrageiro (consorciação) e monocultivo do capim-marandu fertilizado com 120 Kg ha ⁻¹ de N/ano. Médias de seis profundidades (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 e 40-60 cm)	93

Tabela 26- Atributos químicos do solo para sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro.....	94
Tabela 27- Atributos químicos do solo para sistema em monocultivo do capim-marandu fertilizado com 120 Kg ha ⁻¹ de N/ano.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Valores mínimos e médios de temperatura (° C) no período de janeiro de 2013 a abril de 2014 em Itabela-BA.....	39
Figura 2- Valores da precipitação (mm) no período de janeiro de 2013 a abril de 2014 em Itabela-BA.....	40
Figura 3. Curvas de diluição isotópica do carbono das fezes de bovinos em função dos sistemas de manejo e as estações do ano de avaliação.....	69

RESUMO

OLIVEIRA, Luiza Elvira Vieira. **Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro: produção, bromatologia e ciclagem de nutrientes.** 2017. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

As leguminosas podem contribuir com o aporte de nitrogênio para o sistema de consórcio, via fixação biológica, decorrente da simbiose entre a leguminosa e as bactérias do gênero *Rhizobium*, com isso favorecer o crescimento e o desenvolvimento da gramínea, aumentando a sua produtividade, qualidade e a ciclagem dos nutrientes no sistema. Neste contexto, objetivou-se avaliar a produção de forragem, a composição bromatológica e a ciclagem de nutrientes do capim-marandu consorciado ou não com o amendoim forrageiro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com medidas repetidas no tempo, considerando as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão). A ciclagem de nutriente foi determinada em seis profundidades de solo (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 e 40-60 cm). O experimento foi realizado na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, localizada em Itabela (16^o39'S e 39^o30'O), durante o período de março de 2013 a abril de 2014. Para a determinação da produção de forragem e dos constituintes bromatológicos foi realizada a cada 28 dias uma coleta em dupla amostragem da forragem presente em quadrado metálico com área de 1 m². O material coletado foi separado em material morto, material verde, folha, haste e planta inteira do amendoim. As amostras de raízes foram coletadas com um cubo de ferro (20x20x20 cm). As amostras de liteira foram coletadas em uma moldura de ferro de 20x20 cm. Após, todas as amostras foram pesadas, secas, moídas e enviadas ao laboratório. As características avaliadas foram: produção de forragem verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e isótopo Carbono-13. Também foi avaliada a ciclagem de nutrientes quanto ao seu teor de macro e micro nutrientes. Foi realizada a ANOVA e a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve efeito de interação entre os sistemas de manejo e as estações do ano (P>0,05), porém, houve efeito (P<0,05) entre os sistemas sobre a produção de forragem. As médias para PMV foram 17,75 e 25,21% para o consórcio e monocultivo respectivamente. Para a PMS as médias foram 33,88 e 35,89% para o consórcio e monocultivo respectivamente. Na massa de forragem total (MFT) durante o pré pastejo de bovinos os teores de PB, FDN, FDA foram de 10,10 e 9,48%; 77,38 e 79,58%; 51,07 e 50,50% para o consórcio e monocultivo respectivamente. Para o Carbono-13 as médias foram de -17,09 e 14,84(‰) para o consórcio e monocultivo respectivamente. O estoque de carbono apresentou efeito entre sistemas (P<0,05) com médias, para a camada de 0-5cm de profundidade, de 3,36 e 3,77 kg dm⁻³ de C para o consórcio e monocultivo respectivamente. Para as frações da forragem no pré-pastejo houve efeito (P>0,05) entre os dois sistemas quanto ao teor de nutrientes totais. A fração MV no consórcio apresentou um total de 306,97mg kg e no monocultivo a média total foi de 302,82 mg kg. Houve efeito (P>0,05) entre os atributos químicos do solo para os dois sistemas. No consórcio os teores de P, S e K foram de 3,80, 6,80 e 81,07 mg dm⁻³. No monocultivo os teores de P, S e K foram de 5,35, 9,19 e 88,25 mg dm⁻³. A consorciação entre gramíneas e leguminosas na pastagem pode ser utilizada para produção de bovino sob o pastejo com bons resultados nos aspectos produtivos, bromatológicos e de ciclagem de nutrientes.

Palavras-chave: isótopo carbono-13, produtividade, liteira, minerais, valor nutritivo

ABSTRACT

OLIVEIRA, Luiza Elvira Vieira. **Marandu grass and forage peanut consortium: production, bromatology and nutrient cycling**. 2017. 107p. Thesis (PhD in Animal Science) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

The legumes can contribute to the nitrogen supply to the consortium system, via biological fixation, resulting from the symbiosis between the legume and the bacteria of the genus *Rhizobium*, thereby favoring the growth and development of the grass, increasing its productivity, quality and cycling of the nutrients in the system. In this context, the objective was to evaluate forage production, a bromatological composition and a nutrient cycling of marandu grass, whether or not intercropped with forage peanuts. The experimental design used for the adjustment of the time, considering the seasons of the year (autumn, winter, spring and summer). A nutrient cycling was determined at six soil depths (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 and 40-60 cm). The experiment was carried out at the Experimental Station of Zootecnia of the Extreme South of Bahia, of the Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, located in Itabela (16039'S and 39030'O), during the period from March 2013 to April 2014. For A determination of the forage production and the bromatological constituents was performed every 28 days a double sampling of forage present in metallic square with an area of 1 m². The collected material was separated into dead material, green material, leaf, stem and whole peanut plant. As samples of roots were collected with an iron cube (20x20x20 cm). As litter samples were collected in a 20x20 cm iron frame. Afterwards, all samples were weighed, dried, coins and sent to the laboratory. The evaluated properties were: green forage production (PMV), dry matter production (PMS), dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and carbon isotope-13. A nutrient cycling was also evaluated for macro and micro nutrient content. An ANOVA and a 5% probability result were performed. There were no interaction effects between the management systems and the seasons ($p > 0.05$), but there was an effect ($p < 0.05$) between forage production systems. As averages for PMV were 17.75 and 25.21% for the consortium and monoculture respectively. For PMS as averages were 33.88 and 35.89% for the consortium and monoculture respectively. In the total forage mass (MFT) during the pre-grazing of cattle in the levels of PB, NDF, FDA were 10.10 and 9.48%, 77.38 and 79.58%, 51.07 and 50.50% for the consortium and monoculture, respectively. For Carbon-13 as averages were -17.09 and 14.84 (‰) for the consortium and monoculture respectively. The carbon stock presented an effect between systems ($p < 0.05$) with averages, for a layer of 0-5cm of depth, of 3.36 and 3.77 kg dm⁻³ of C for the consortium and monoculture respectively. For pre-grazing forage fractions, there was an effect ($p > 0.05$) between the two systems regarding total nutrient content. The MV fraction in the consortium presented a total of 306.97 mg kg and not a total monoculture of 302.82 mg kg. There was an effect ($p > 0.05$) between the soil chemical attributes for the two systems. In the consortium the contents of P, S and K were 3.80, 6.80 and 81.07 mg dm⁻³. In the monoculture the contents of P, S and K were 5.35, 9.19 and 88.25 mg dm⁻³. The consortium between grasses and legumes in the pasture can be used for cattle production under grazing with good results in the productive, bromatological and nutrient cycling.

Keywords: carbon-13 isotope, yield, litter, minerals, nutritive value

1. INTRODUÇÃO GERAL

Com o aumento do percentual de pastagens degradadas existentes no Brasil, sistemas que utilizam plantas forrageiras como base da alimentação para a exploração zootécnica de animais vêm demandando informações que possibilitem um manejo mais criterioso e racional. As pesquisas na área de pastagens têm gerado dados em ambientes controlados e já compõem um conjunto considerável de informações acerca dos padrões de variação da estrutura do dossel e possíveis faixas de utilização das plantas forrageiras sob pastejo.

O crescente interesse em sustentabilidade está causando uma mudança em práticas de gerenciamento agrícola, com maior ênfase em manter a produção com insumos reduzidos. O surgimento de gramíneas forrageiras com elevado potencial de produção de massa, disponibilizada nos últimos anos para os sistemas de produção é um fato que vem contribuindo para o aumento produtivo da capacidade de suporte das pastagens.

As plantas forrageiras normalmente não recebem nenhum tipo de adubação e, com o decorrer dos anos acabam perdendo o potencial de desenvolvimento e reduzindo a qualidade nutricional e a produtividade. O uso de fertilizantes em pastagens geralmente é limitado, acompanhado da utilização de pressões de pastejo acima da capacidade da forrageira e, aliado à baixa disponibilidade de nutrientes do solo resulta em degradação das pastagens.

Nos sistemas de uso intensivo do pasto os gastos diretos com fertilizantes podem representar mais de 60 % do custo de produção, implicando ainda em custos com transporte, armazenamento, aplicação, aquisição de animais (pela maior lotação) e outros insumos. Nestes sistemas, torna-se necessário uma eficiente gestão da produção e utilização da forragem produzida.

As leguminosas têm alto valor nutritivo e habilidade de fixar N_2 , o que pode reduzir a necessidade de fertilizantes comerciais como fonte de nitrogênio. A utilização desta tecnologia pode ser uma alternativa ao uso do adubo nitrogenado, pois permite a sustentabilidade dos sistemas de produção e oferece menores danos ao ambiente. As leguminosas, podem contribuir, associadas a outras tecnologias, para minimizar os reflexos diretos e indiretos desse cenário em escala nacional.

O nitrogênio fixado pela leguminosa dá suporte à produtividade de forragem com a possibilidade de melhoria da dieta animal e a reciclagem de nutrientes, resultando em maior produção por animal e também por área. Leguminosas bem adaptadas, tardias e resistentes à

seca podem diminuir a estacionalidade da produção de forragem verificada em pastagens exclusivos de gramíneas. A utilização da consorciação entre leguminosas e gramíneas pode promover bons resultados permitindo intensificação da produção de maneira equilibrada, sustentável e ecologicamente correta.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a produção de forragem, a composição bromatológica, a quantificação dos isótopos de carbono-13 e a ciclagem de nutrientes do capim-marandu consorciado ou não com o amendoim forrageiro.

Capítulo 2- Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro: produção de forragem, liteira e raízes;

Capítulo 3- Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro: composição bromatológica e isótopo carbono-13 nas fezes;

Capítulo 4- Consórcio capim-marandu e amendoim forrageiro: ciclagem de nutrientes.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1.1- Capim-marandu

O gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) representa aproximadamente 85% das pastagens cultivadas no Brasil, e destes, 70% é estabelecida com o capim-marandu [*Urochloa brizantha* (Hochst ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu] (HEINRICHS *et al.*, 2013).

No ano de 1984 houve o lançamento oficial do cultivar marandu, em uma parceria entre o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa-CPAC) e o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Embrapa-CNPGC), servindo como mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (NUNES *et al.*, 1985; RENVOIZE *et al.* 1996).

O capim-marandu é uma planta cespitosa, muito robusta que pode atingir, em livre crescimento, entre 1,5 a 2,5 m de altura, apresenta colmos iniciais prostrados, mas produz perfilhos predominantemente eretos, rizomas muito curtos e encurvados, bainhas pilosas com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entrenós, escondendo os nós, o que confere a impressão de haver densa pilosidade nos colmos vegetativos (NUNES *et al.*, 1985).

Soares Filho (1994) mencionou que o capim-marandu vegeta bem em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.800 metros de altitude, principalmente em regiões onde a precipitação pluvial anual oscila entre 1.000 e 3.500 mm. Suas raízes são profundas, o que favorece sua sobrevivência durante período, com cerca de cinco meses, de seca no inverno. Desenvolve-se bem em diferentes tipos de solos apresentando boa adaptação e produção de forragem em solos de média fertilidade, tanto em solos arenosos quanto argilosos, desde que bem drenados.

A temperatura ótima para seu desenvolvimento situa-se entre 30 e 35° C, sendo a mínima de 15° C, embora tolere bem a geada (SKERMAN & RIVEIROS, 1992). Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente sob condições de sol pleno.

O capim-marandu apresenta elevado potencial de produção de massa verde, sendo muito usado na alimentação de ruminantes em geral e, ao contrário de outras *Urochloas*, é bem aceito por equinos (SOARES FILHO, 1994). Apesar de tolerante às condições adversas, o capim marandu é extremamente responsivo à adubação, podendo ser encontradas produções bastante elevadas de até 36 t/ha ano de MS, segundo relatos de Ghisi e Pedreira (1987).

No manejo de pastagens, diversos fatores relacionados com a resposta morfofisiológica e a sobrevivência das plantas forrageiras devem ser considerados, no manejo do pastejo para o capim-marandu sob lotação rotacionada, Souza Júnior (2007) afirma que o mais indicado seria pastejos realizados a 95% de interceptação luminosa (IL) do pasto, ou seja, pastos em pré-pastejo aos 25 cm de altura (do horizonte de folhas) e pós-pastejo aos 15 cm, mantendo assim uma boa produtividade sem que a rebrotação das folhas seja prejudicada.

1.2- Amendoim forrageiro

O Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae (Papilionoideae), nativa da América do Sul (RINCÓN *et al.*, 1992; MONTENEGRO & PINZÓN, 1997).

Em 1954 foi coletado no Brasil um único acesso do gênero *Arachis* (VALLS & PIZARRO, 1994), inicialmente identificado como GK12787, mas foi na Austrália e nos Estados Unidos que essa planta forrageira adquiriu reconhecimento comercial. De acordo com Paganella e Valls (2002), atualmente mais de 150 acessos de *Arachis pintoi* encontram-se catalogados.

O amendoim forrageiro tem como característica a produção subterrânea de frutos originários de flores aéreas, é uma planta perene, com hábito de crescimento estolonífero, que produz raízes nos nós. Além disso, por ser uma leguminosa, apresenta muitos benefícios quanto à qualidade de forragem, e a ciclagem de nutrientes para o solo, a partir da fixação simbiótica do nitrogênio, pela capacidade de consorciar-se de forma estável com gramíneas C4 aumentando, inclusive, a produtividade em relação às pastagens de gramíneas em monocultivo (LIMA *et al.*, 2003; RAMOS *et al.*, 2010; ASSIS, 2013).

O amendoim forrageiro apresenta destacado potencial como estratégia para o suprimento de N à pastagem, por reduzir ou dispensar a utilização da adubação nitrogenada

com fertilizantes sintéticos ou outras fontes (BARBERO *et al.*, 2009). Essa leguminosa é uma espécie tropical muito utilizada em ensaios de consorciação de pastagens, em função de sua amplitude de adaptação a várias regiões edafoclimáticas do Brasil e da existência de um número considerável de genótipos, inclusive de cultivares disponíveis no mercado (ANDRADE *et al.*, 2006; BARBERO *et al.*, 2009; CRESTANI *et al.*, 2013).

A produção de MS do amendoim forrageiro situa-se entre 5 e 13 t ha ano, a DIVMS pode atingir de 60 a 70% e os teores de PB estão entre 13 e 25%, com alta aceitabilidade pelos animais durante todo o ano, promove ganhos de peso na ordem de 500 -1000 g dia. (SILVA, 2004). Valentim *et al.* (2003) obtiveram dados de produção de MS superiores a 2.300 kg ha, taxas de acúmulo de MS iguais ou superiores a 20 kg/ha/dia e PB variando entre 17,9 e 21,7%, ao final do período de implantação experimental em avaliações de acessos promissores dessa leguminosa as condições ambientais do norte brasileiro. Segundo Andrade *et al.* (2004); Pereira (2008), a boa persistência dessa leguminosa tem sido reportada na literatura mesmo quando submetida a altas intensidades de pastejo.

1.3- Consorciação gramínea-leguminosa

O cenário das pastagens brasileiras se apresenta com grande número de processos de degradação em diversos graus e entre as principais causas encontra-se pouca ou, por vezes, nenhuma reposição de nutrientes, associada à utilização de manejos de pastejo inadequados. Esta é uma realidade preocupante, considerando-se que a quase totalidade da atividade pecuária nacional tem nas pastagens a principal base de sustentação. A redução ou perda da sua capacidade produtiva promove impactos negativos ambientais, econômicos e sociais que podem generalizar em uma condição onde as barreiras comerciais não-tarifárias apresentem expressão cada vez mais crescente (BARCELLOS *et al.*, 2008).

Tanto para gramíneas tropicais e temperadas, o nutriente que mais limita o seu crescimento é o N, refletindo em menor capacidade de suporte da pastagem. Portanto, verifica-se uma dependência no uso de adubação nitrogenada para o aumento da produtividade dos pastos, o que reflete em aumento dos custos de produção. Uma forma de minimizar os custos e ofertar N para as gramíneas é a utilização de leguminosas, as quais fixam N₂, representando uma importante fonte renovável de N que pode ajudar a manter e aumentar a fertilidade do solo em benefício dos cultivos subsequentes reduzindo-se o uso de fertilizante nitrogenado (ASSMANN *et al.*, 2004).

Skonieski *et al.*, (2011) avaliando a influência de espécies em consórcio com azevém sobre a composição botânica e estrutural e o valor nutritivo dos pastos em um sistema de transição agroecológica, observaram que o uso de leguminosas reduz a aplicação de fertilizantes, diversifica a dieta do animal, além de melhorar a qualidade da pastagem e a sustentabilidade dos sistemas pastoris. Estes autores ainda observaram que as taxas de acúmulo de MS foram de 77,7; 75,0 e 71,3 kg/ha/dia de MS para as pastagens consorciadas com trevo-branco, amendoim-forrageiro e aveia preta, respectivamente.

Algumas das características mais desejadas em leguminosas são: velocidade de estabelecimento, persistência e produção de matéria seca. Em condições do pastejo, a persistência das leguminosas é tida como mais importante do que a produção de forragem, sendo uma característica complexa, pois muitas vezes está correlacionada negativamente com outras características importantes (HERRMANN *et al.*, 2008).

A utilização de leguminosas forrageiras consorciadas com gramíneas de alta produtividade representa uma alternativa viável de substituição ou redução do uso de fertilizantes nitrogenados (BARCELLOS *et al.*, 2008; BARBERO *et al.*, 2009), de melhoria na qualidade da dieta animal (PACIULLO *et al.*, 2003; OLIVO *et al.*, 2009) e de utilização da pastagem por períodos mais prolongados (ASSMANN *et al.*, 2004), permitindo aumento no consumo e na produtividade animal (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2012; SCHNAIDER, *et al.*, 2014).

O grande desafio ao uso de leguminosas é a sua baixa persistência em comparação à gramínea. As leguminosas (plantas de ciclo C3), precisam se associar e competir com as gramíneas (plantas de ciclo C4), que são mais eficientes do ponto de vista fotossintético, possuindo maior taxa de crescimento (BARCELLOS *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2016).

Indiretamente, a transferência do N da leguminosa para a gramínea ocorre por mecanismos de ciclagem de resíduos vegetais e nódulos abaixo da superfície do solo e, superficialmente, por meio de fezes e urina dos animais e resíduos vegetais (LEDGARD & STEELE, 1992; CANTARUTTI & BODDEY, 1997).

As pesquisas de Nascimento Junior e Barbosa (2001) sugerem uma proporção de leguminosa entre 13 e 23% do total da MS disponível, podendo assegurar a sustentabilidade das pastagens.

Segundo Paulino *et al.* (2008), o grande entrave para a adoção do sistema gramínea/leguminosa encontra-se na falta de caracterização da função principal da leguminosa que é o de fixar N e fornecê-lo à gramínea associada, melhorando a produção e o valor nutritivo desta.

De acordo com Xavier *et al.* (2005) o maior desenvolvimento radicular pode promover o aumento da persistência de leguminosas ao pastejo, ao passo que o número de nódulos presentes nas raízes é um indicativo da capacidade de fixação biológica de nitrogênio por essas plantas. Corroborando com tal afirmativa, Silva *et al.* (2010) avaliando as características morfológicas e produtivas de leguminosas submetidas a dois intervalos de corte (28 e 56 dias) a altura de 10 cm, constataram que *Arachis pintoi* (cv. Amarillo), *Clitoria ternatea*, *Desmodium ovalifolium* (cv. Itabela) apresentaram maior massa seca dos nódulos no intervalo de 56 dias.

1.4- Produção de forragem e composição bromatológica

As pastagens constituem a principal fonte de alimento para os ruminantes. Neste sentido, o principal objetivo do seu manejo é obter, por unidade de área, a máxima produção de forragem de valor nutritivo satisfatório, durante a estação de pastejo, atendendo às exigências nutricionais dos animais e às exigências fisiológicas das plantas, para que a produção não seja afetada (LOPES, 2003).

A produção de forragem ao longo do ano não atende de forma constante as exigências nutricionais dos animais, devido principalmente, à estacionalidade na sua produção, sendo um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade da pecuária brasileira. Uma das formas de otimizar a produção forrageira seria a utilização de consórcios que visem prolongar o período de utilização da pastagem bem como melhorar a sua qualidade (ABREU *et al.*, 2005).

A obtenção de produtos animais em uma área de pasto é resultado da quantidade de forragem produzida, bem como da qualidade desta forragem. Logo, as plantas que tem uma maior produção de MS, tem a possibilidade de sustentar um maior número de animais por unidade de área.

O consumo de matéria seca de forragem e seu valor nutritivo refletem a qualidade da forragem (REIS *et al.*, 2009). Quanto melhor a qualidade da forragem, maiores os ganhos de peso por animal e menor a oferta de forragem necessária (EUCLIDES, 2001).

Ocorre grande variação existente nos parâmetros de composição bromatológica para as plantas forrageiras, de acordo com diversos fatores, sendo os mais importantes: a espécie, o cultivar, a idade da planta, o período de tempo para a rebrota, a intensidade de desfolhação, o nível de adubação e os fatores de natureza climática (VAN SOEST, 1994).

A composição químico-bromatológica das plantas forrageiras, representada pelo teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), e fibra em detergente neutro (FDN) assumem papel de grande importância na análise qualitativa da forragem, uma vez que estas variáveis podem ter influência direta ou indireta no consumo voluntário de MS e consequentemente, na produção animal (BERCHIELLI *et al.*, 2000).

Em gramíneas forrageiras tropicais teores de PB inferiores a 7% na MS leva a queda na ingestão de MS pelos animais, pela falta de nitrogênio aos microrganismos do rúmen, enquanto que a FDA, pela sua constituição (lignina e celulose) tem influência na digestibilidade da MS (GERDES *et al.*, 2000).

O desenvolvimento da pastagem depende da emissão de folhas e perfilhos, processo imprescindível para o reparo de área foliar após o pastejo ou corte e que garante a perenidade da forrageira. A participação dos componentes como folha, colmo e material morto são importantes, pois, além de apresentarem composição químico-bromatológica característica, a proporção destes componentes pode influenciar a apreensão de forragem pelos animais (CUTRIM JÚNIOR *et al.*, 2011).

Segundo Santos *et al.* (2011b), o desenvolvimento de colmos também influencia a produção de forragem porque, dependendo do estágio de desenvolvimento do perfilho, o colmo tem prioridade na partição de fotoassimilados. Por isso, é de grande importância o conhecimento prévio da composição das frações da gramínea, principalmente quanto ao teor de MS, PB, FDN e FDA.

O valor nutritivo das folhas da *Urochloa* é considerado entre moderado a bom, a digestibilidade da massa seca varia entre 65 e 72%; teores de proteína bruta entre 7 e 15%. De uma forma geral, a altura de entrada dos animais em pastejo deve ser efetuada entre 20 e 30 cm do solo, para facilitar o rebrote da planta, sendo necessário ajuste na altura conforme o manejo aplicado para cada situação (COSTA *et al.*, 2001).

Ribeiro *et al.* (2008), avaliando o capim-marandu em duas estações do ano, encontraram os seguintes teores: 22,8 e 57,7% de MS, 9,4 e 4,5% de PB, 68,4 e 75,7% de FDN e 42,1 e 49,8% de FDA, respectivamente, nos períodos de verão e inverno. Segundo Valadares Filho *et al.* (2010), os valores médios das características nutricionais do capim-marandu (planta inteira) com 0 a 31 dias de cultivos são: 18,49% de MS, 33,62% de FDA, 64,41% de FDN e 12,31% de PB.

O amendoim forrageiro tem alto valor nutritivo no que se refere ao teor de PB, onde nas folhas varia entre 13 e 18% de PB nas épocas seca e chuva, respectivamente. Os estolões apresentam entre 9 e 10% de PB, em ambas as épocas. Em média, o conteúdo de cálcio é de

1,77% e o de fósforo de 0,18%. A produção de MS da parte aérea do cv. Belmonte é de 2,37 t/ha/ano (VALENTIM *et al.*, 2001).

Ferreira *et al.* (2012) avaliaram o valor nutritivo de dois cultivares de amendoim forrageiro (Belmonte e Amarillo). Nesse trabalho, o Belmonte se mostrou superior ao Amarillo, tendo apresentado 16,2% de MS, 23,5% de PB e 53% de FDN.

Polo (2000) avaliou a PMS e os teores de PB com o avanço do intervalo de corte em *Arachis pintoi*. Os intervalos avaliados foram 30, 60 e 90 dias, obtendo 1,5, 2,3 e 2,4 t ha⁻¹ de MS e 21,2, 17,2 e 15,4 % de PB, respectivamente. Sendo assim, percebe-se que com o aumento do intervalo de corte a produção de MS aumentou com redução nos teores de PB. Contudo, esses valores não chegaram a ser limitantes para o desempenho de ruminantes.

1.5- Isótopo carbono-13 para estimativa do consumo animal

Os isótopos são átomos do mesmo elemento químico, que possuem o mesmo número de prótons e diferentes números de nêutrons, conseqüentemente apresentando diferentes massas. Por possuírem sua camada eletrônica igual, ou seja, com o mesmo número de elétrons, pode-se dizer que os isótopos são elementos que apresentam as mesmas propriedades químicas e diferentes propriedades físicas, o que permite que eles sejam utilizados como traçadores naturais em pesquisas. Já a expressão estável significa que não emitem radiação (DUCATTI, 2007).

O elemento químico carbono apresenta somente dois isótopos estáveis; C¹² e C¹³, sendo que o Carbono-12 é o mais leve e o mais abundante entre eles, e os dois diferem pela existência de um nêutron a mais no núcleo, com abundâncias naturais de aproximadamente 98,89 e 1,11 átomos, respectivamente (KENNEDY & KROUSE, 1990).

A fonte primária do carbono para as plantas terrestres é o CO₂ atmosférico, o qual tem valor de $\delta^{13}\text{C}$ de aproximadamente -7,7‰ (KENNEDY e KROUSE, 1990). Esse carbono sofre discriminação isotópica ao longo do processo de fotossíntese. O termo discriminação isotópica indica enriquecimento ou empobrecimento isotópico relativo do produto em relação à fonte precursora. As moléculas isotópicas ¹²CO₂ e ¹³CO₂ não são diferenciadas pelas membranas biológicas de origem vegetal ou animal, ou seja, a pequena sutileza escondida no núcleo (nêutron a mais) não é detectada, tornando o isótopo estável do Carbono-13 um excelente traçador em nível de variação natural ou compostos enriquecidos, o que é extensivo para os demais bioelementos (DUCATTI, 2007).

As plantas dos ciclos fotossintéticos C3 e C4 e seus derivados, ou os seus subprodutos, os quais são utilizados na alimentação animal, apresentam valores isotópicos distintos entre si. Nas plantas C3, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ varia de -22 a -34‰, dependendo da espécie e da parte da planta analisada, e nas plantas C4 este valor encontra-se entre -9 e -16‰. Assim ocorrendo, percebe-se a existência da diferença isotópica entre elas [(C4, C3) = $\delta\text{C4} - \delta\text{C3}$] da ordem de 16‰. Esta ponderação abre perspectiva na alimentação e ou rações utilizadas pelos animais, uma vez que o erro cometido na determinação da variabilidade natural do carbono pelo espectrômetro de massas é de 0,2‰ (DUCATTI, 2007).

Pesquisadores têm utilizado isótopos estáveis de carbono, não apenas na determinação de ingredientes da dieta (BRUCKENTAL *et al.*, 1985), como também, em análises da digestibilidade dos mesmos (COATES, 1999). Além disso, esta diferença natural possibilita utilizar essas plantas e seus subprodutos como traçadores naturais em animais (METGES *et al.*, 1990).

Knobbe *et al.* (2006) estudaram as razões isotópicas de carbono para fins de rastreabilidade, no leite e urina de vacas sob diferentes regimes alimentares, e encontraram valores estáveis do ^{13}C do leite e da urina 10 dias após o início da mudança de dieta de C4/C3 para C3. Após mudança da alimentação de C3 para C4/C3, os valores de ^{13}C foram alcançados em 6 dias.

Vieira Júnior (2013) diferenciou sistemas de produção de bovinos de corte pela técnica da análise dos isótopos estáveis. Animais provenientes de confinamento, pasto e sistema superprecoce foram diferenciados pela diferença isotópica do ^{13}C no sangue.

Em nutrição animal a técnica do traçador é útil em estudos de seletividade de pastagens por animais domésticos por meio de medidas de $\delta\text{‰}^{13}\text{C}$ nas fezes. Como exemplo, tem-se a determinação da proporção de leguminosa (planta C3) e gramínea (C4) consumidos na dieta de bovinos (LOURENÇO & MATSUI, 1981).

1.6-Ciclagem de nutrientes

Os processos de absorção de nutrientes pelas plantas, translocação interna entre os tecidos vegetais e transferência destes nutrientes acumulados na liteira para o solo, para a atmosfera e para a hidrosfera, representam a ciclagem de nutrientes (ANDRADE *et al.*, 2012). Essa ciclagem é um processo essencial na sustentabilidade dos sistemas para a manutenção da vida no planeta.

A liteira, litter, serrapilheira ou manta orgânica como é descrita na literatura, é uma das camadas da matéria orgânica do solo que é formada por resíduos vegetais e animais. Esta matéria orgânica torna o solo poroso, fofo, solto, escuro e fresco, retém a umidade e enriquece o solo em nutrientes pela ação da microflora e fauna (OLIVEIRA & PEICHL, 1986; TEIXEIRA *et al.*, 2003). Uma vez depositada sobre o solo a liteira é submetida a um processo de decomposição com a liberação dos elementos minerais (CORRÊA NETO *et al.*, 2001).

Nos sistemas de produção agropecuários ocorre um desequilíbrio na ciclagem de nutrientes: os processos de mineralização, extração pelas plantas e perdas por erosão são maiores do que as entradas de nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica do solo e processos biogeoquímicos, principalmente pela alteração dos minerais primários (CERRI *et al.*, 2001).

O desequilíbrio na ciclagem de nutrientes acarretará em uma diminuição na agregação do solo, principalmente em função das sucessivas perturbações causadas pelo cultivo do solo e da redução dos agentes ligantes orgânicos. As principais consequências sobre as propriedades físicas do solo estão relacionadas ao aumento do processo de erosão, diminuição da infiltração e retenção de água, redução da aeração e aumento da temperatura nas camadas superficiais do solo. A interação desses fatores condicionará uma diminuição na fertilidade do solo (VITOUSEK & SANFORD, 1986).

Apesar da agropecuária ter um balanço de carbono negativo, quando as pastagens são pouco produtivas e mal manejadas, a literatura mostra situações onde é possível otimizar a produção a pasto, alterando o balanço de carbono, o que mudaria o cenário para uma atividade que sequestraria carbono (RUGGIERI *et al.*, 2011).

Para compensar as perdas de nutrientes nos sistemas agropecuários acrescentam-se fertilizantes minerais ou orgânicos. A ciclagem de nutrientes é então reestabelecida ao nível da necessidade das plantas. A adoção de práticas alternativas de manejo tais como o cultivo mínimo, plantio direto, a consorciação de culturas e a consorciação de gramíneas com leguminosas, podem reduzir as perdas e aumentar as restituições de nutrientes ao sistema (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2006).

Sendo as forrageiras o principal alimento dos herbívoros, é ideal que essas apresentem índices satisfatórios dos macro e micronutrientes essenciais para um bom metabolismo animal. Desequilíbrios minerais são responsáveis pelo baixo desenvolvimento animal em rebanhos sob regime de pasto exclusivo (GOMIDE, 1976).

Com produção de 60 a 70 t MS ha⁻¹ ano⁻¹, as espécies forrageiras exportam de 1.700 a 3.300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nutrientes minerais em condição de pastagem rotacionada ou corte, respectivamente. Em condição de corte a extração é maior, devido a menor ciclagem de nutriente e maior eficiência de colheita da forragem (ANDRADE & DRUMOND, 2012).

Em sistemas integrados de produção alguns autores têm relatado melhorias dos atributos químicos e físicos do solo (SPERA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2011a; ANGHINONI *et al.*, 2013). Os sistemas integrados de produção agropecuária promovem diversos benefícios ao solo, plantas e animais, por explorar o sinergismo entre seus componentes. Além de maior produtividade, proporcionam incremento dos teores de matéria orgânica e maior quantidade de C orgânico e N (LOSS *et al.*, 2014). Miranda *et al.* (2003) observaram valores de 23 a 85 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, decorrentes da fixação biológica em *Arachis pintoi*.

1.7- Referências bibliográficas

ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. de S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCHI, S.; PEREIRA, E.; CANTARELLI, L. D.; Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.1, p.19-24, 2005.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; COSTA CARNEIRO da, J.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 263-270, mar. 2004.

ANDRADE, A. S.; DRUMOND, L.C. D. Adubação de pastagens irrigadas: princípios e recomendações. **Revista Cerrado Agrociências**, p.13, 2012.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Dynamics of sward condition and botanical composition of mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.501-511, 2012.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures: 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.334-342, 2006.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, p.221-278, 2013.

ARAÚJO FILHO, J. A. de.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SILVA, N. L. da; SOUSA, F. B. de; FRANÇA, F. M. *Sistema agrossilvipastoril* – Embrapa Caprinos. In: LIMA et al. (org.). Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural. Natal: EMATER-RN, EMPARN, Embrapa Caprinos, 2006. Cap. 8. p.193-210.

ASSIS, G. M. L.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. BRS Mandobi: a new forage peanut cultivar propagated by seeds for the tropics. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.1, n.1, p.39–41, 2013.

ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

BARBERO, L. M.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N.; LIMÃO, V. A.; BASSO, K. C. Produção de forragem e componentes morfológicos em pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.788-795, 2009.

BARCELLOS; A. O. de; RAMOS; A. K. B.; VILELA; L.; JUNIOR; M.; BUENO; G. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, p.51-67, 2008. Suplemento especial.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

BRUCKENTAL, I.; HALEVI, A.; NEUMARK, H.; KENNIT, H.; SCHROEDER, G. The ratio of naturally occurring ^{13}C and ^{12}C isotopes in sheep diet and feces as a measurement for direct determination of Lucerne hay and maize grain digestibilities in mixed diet. **Journal Agricultural Science**, v.104, p.271-274, 1985.

CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 431-445.

CERRI, C. C.; CHAPLOT, V.; CERRI, C. E. P. **Ciclagem de nutrientes e sustentabilidade agrícola**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA). Universidade de São Paulo. 2001.

COATES, D. B. The use of $\delta^{13}\text{C}$ values to improve the reliability of estimates of diet quality when sampling tropical pastures with oesophagealfistulated cattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, p.1-7, 1999.

CORRÊA NETO, T. de A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. dos. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de Eucalipto e Floresta Secundária. **Revista Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.70-75, jan/dez. 2001.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A. Manejo de pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em Rondônia. Porto Velho-RO: CPAFRO-EMBRAPA, 2001. 2p. (Relatório Técnico, 33).

CRESTANI, S.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; MIGUEL, M. F.; ALMEIDA, E. X.; SANTOS, F. A. P. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.6, p.1369-1374, 2013.

CUTRIM JÚNIOR, J. A. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; VALENTE, B. S. M.; CARNEIRO, M. S. S.; CARNEIRO, H. A. V. Características estruturais do dossel de capim-Tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p.489-497, 2011.

DUCATTI, C. Aplicação dos isótopos estáveis em aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.01-10, 2007.

EUCLIDES, V. B. P.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P.; FIGUEIREDO, G. R. D. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2 p.470-481, 2001.

FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, p.856-863, 2012.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.955-963, 2000.

GHSI, O. M. A.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: PEDREIRA, J. V. S.; MEIRELLES, N. M. F. (Ed.). ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. **Anais**. Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1987. p.19-58.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: Simpósio Latino Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte – MG. p.20-34, 1976.

HEINRICH, R. F. G.; BUENO, L. G. D. F.; SOARES FILHO, C. V.; FAGUNDES, J. L.; REBONATTI, M. D.; OLIVEIRA, K. D. *Brachiaria* sp yield and nutrient contents after nitrogen and sulphur fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 37, n. 4, p. 997-1003, 2013.

HERRMANN D.; BOLLER B.; STUDER B.; WIDMER F.; KÖLLIKER R. Improving persistence in red clover: insights from QTL analysis and comparative phenotypic evaluation. **Crop Science, Madison**, v.48, p.269–277, 2008.

KENNEDY, B. V.; KROUSE, H. R. Isotope fractionation by plants and animals: implications for nutrition research. **Canadian Journal Physiology and Pharmacology**, v.68, p.960-972, 1990.

KNOBBE, N.; VOGL, J.; PRITZKOW, W. PANNE, U.; FRY, H.; LOCHOTZKE, H. M.; PREISS-WEIGERT, A. C and N stable isotope variation in urine and milk of cattle depending on the diet. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v.386, p.104-108, 2006.

LEDGARD, S. F., STEELE, K.W. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. **Plant and Soil, The Hague**, v.141, n.1/2, p.137-154, 1992.

LIMA, J. A.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTANA R. A. V. Amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov. & Greg). 2003. UFLA/CNPq. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol01.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2016.

LOPES, B. A. (2003) – Aspectos importantes da fisiologia vegetal para o manejo. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 55 pp.

LOSS, A.; COSTA E. M.; PEREIRA M. G.; BEUTLER S. J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Plata**, v.113, p.1-8, 2014.

METGES, C.; KEMPE, K.; SCHIMIDT, H. L. Dependence of the carbon isotope contents of breath carbon dioxide, milk, serum and rumen fermentation products on the $\delta^{13}\text{C}$ value of food in dairy cows. **British Journal of Nutrition**, v.63, p.187-196, 1990.

MIRANDA, C. H.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) por intermédio da abundância natural de ^{15}N . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, supl.2, p.1859-1865, 2003.

MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. Maní forrajero (*Arachis pintoii* Krapovickas e Gregory): Una alternativa para el sostenimiento de la ganadería en Panamá. Panamá: IDIAP, 1997. 20p

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de. Ecologia em relação ao pastejo. 2001. Disponível em: <<http://forragicultura.com.br/arquivos/ECOLOGIARELACAOPASTEJO.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

NUNES, S. G.; BOOK, A. PENTEADO, M. I. O; GOMES, D. T. *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Campo Grande-MS: EMPRABA, CNPGC, 1985. 31p. (Documento, 21).

OLIVEIRA, L. P. de; PEICHL, B. Solos e Conservação. In: MANUAL DO TÉCNICO FLORESTAL. 1986, Campo Largo. **Apostilas do Colégio Florestal de Irati**. Campo Largo: INGRA S.A, 1986. p.351-418.

OLIVO, C. J.; ZIECH, M. F.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; TYSKA, D.; BOTH, J. F. Valor nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1543-1552, 2009.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.421-426, mar. 2003.

PAGANELLA, M. B.; VALLS, J. F. M. Caracterização morfológica de cultivares e acessos selecionados de *Arachis pintoi* Krapov. & Gregory. **Pasturas Tropicales, Cali**, v.24, n.2, p.23-30, 2002.

PAULINO, V. T.; BRAGA, G. J.; LUCENA, M. A. C. GERDES, L.; COLOZZA, M. T. Sustentabilidade de pastagens consorciadas – ênfase em leguminosas forrageiras. In: PAULINO, V.T.; BRAGA, G.J.; LUCENA, M.A.C. et al. (Org.). II Encontro Sobre Leguminosas Forrageiras. 1.ed. Nova Odessa: IZ/APTA/SAA, 2008, v.1, p.1-55.

PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. de P.; BORGES, A. M. F. Atualidades e perspectivas da produção animal à pasto, 2008. Disponível em: <[http:// \[Doc\] de Ceplac.gov.br](http:// [Doc] de Ceplac.gov.br)>. Acesso em: 02 nov. 2016.

POLO, E. A. Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca, composición química y três intervalos de corte en *Arachis pintoi* CIAT 17434. Ciudad del Saber (Panamá): IDIAP, 2000. p.43-48. (Informes Técnicos Pecuários).

RAMOS, A. K. B.; BARCELLOS, A. O.; FERNANDES, F. D. Gênero *Arachis*. In: FONCECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Eds). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010, p.249-293.

REIS; R. A.; RUGGIERI; A. C.; CASAGRANDE; D. R.; PÁSCOA; A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009 (supl. especial).

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C. H. S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. Cali: CIAT, Campo Grande-MS, chap. 1, p.1-15, 1996.

RIBEIRO FILHO, H. M. N.; PEYRAUD, J. L; DELAGARDE, R. Foraging behavior and ruminal fermentation of dairy cows grazing ryegrass pasture alone or with white clover. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.3, p.458-465, 2012.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; MARI, L. J.; ZOPOLLATTO, M.; PAZIANI, S. D. F. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1176-1184, 2008.

RINCÓN, C. A.; CUESTA, M. P. A.; PEREZ, B. R.; LASCANO, C. E.; FERGUSON, J. E. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas e Gregory): Una alternativa para ganaderos e agricultores. **Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario**, 1992. 23p. (Boletín Técnico, 219)

RUGGIERI, A. C.; BRITO, L. F.; MAGALHAES, M. A.; AZENHA, M. V.; MEISTER, N. C. O pasto como mitigador de gases de efeito estufa na atividade pecuária. In VIII Simpósio de forragicultura e pastagens 8ed. 2011, Lavras, MG: UFLA, **Anais...** Lavras, 2011 v. 1, p. 53-77.

SANTOS, H. P.; FONTANELI R. S.; SPERA S. T.; DREON G. Fertilidade, teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura, pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Agronômicas**, v. 6, p. 474-82, 2011a.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; NEGREIROS NETO, J. V.; ARAÚJO, A. S.; SILVA, J. E. C. Caracterização de pastagens de capins tanzânia e mombaça consorciados com

estilosantes em ecótono de transição Cerrado: Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.163-173, 2011b.

SCHNAIDER, M. A.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; KOZLOSKI, V.; REITER, T.; DALLORSOLETTA, A. C.; DALLABRIDA, A. L. Intake and digestion of wethers fed with dwarf elephant grass hay with or without the inclusion of peanut hay. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, n.6, p.975-980, 2014. .

SILVA, L. L. G. G.; ALVES, G. C. A.; RIBEIRO, J. R. A.; URQUIAGA, S., SOUTO, S. M.; FIGUEIREDO, M. V.; BURITY, H. A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.59 n.225, p.21- 30, 2010.

SILVA, M. P. **Amendoim forrageiro - *Arachis pintoi***. Campo Grande: Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/~rodiney/series/arachis/arachis.htm>>. Acesso em 11 nov. 2016

SKERMAN, P. J.; RIVEIROS, F. Gramíneas tropicales. Roma-IT: **FAO**, 1992. 832p. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 23).

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R.; Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *brachiarias* para diferentes condições In: Simpósio Sobre Manejo De Pastagem – *Brachiaria*, 11., Piracicaba – SP, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994, p.25-29.

SOUZA JÚNIOR, S. J de. Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte. **Dissertação de Mestrado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2007.

SPERA, S. T.; SANTOS H. P.; FONTANELI R. S.; TOMM G. O. Efeito de integração entre lavoura, pecuária, sob plantio direto em alguns atributos físicos do solo após dez anos. **Bragantia**. v.69, p.695-704, 2010.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de; MARTINS, P. F. da S. Ciclagem de nutrientes através da liteira em Floresta, Capoeira e Consórcios com plantas perenes. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém/PA, n.36, p.19-27, 2003.

VALADARES FILHO, S. de. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, V. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Ed. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 3ed. UFV: Viçosa, MG. 502p. 2010.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A.; SALES, M. F. L. Velocidade de estabelecimento de acessos de amendoim forrageiro nas condições ambientais do Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 292-294.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S.; MENDONÇA, H. A.; SALES, M. F. L. Velocidade de estabelecimento de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1569-1577, 2003.

VALLS, J. F. M.; PIZARRO, E. A. Colletion of wild *Arachis* germoplasm In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds.) Biology and agronomy of forage Arachis. **Cali: CIAT**, 1994. p.19-27.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, NY-US: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA JÚNIOR, L. C. Diferenciação de sistemas de produção de bovinos de corte pela técnica da análise dos isótopos estáveis. Botucatu, FMVZ/UNESP, 68p. **Tese de Doutorado**, 2013.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD JÚNIOR, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 137-167, 1986.

XAVIER, D. F.; GOMES, F. T.; LÉDO, F. J. S.; PEREIRA, A. V. Eficiência de inoculantes de rizóbio na nodulação de alfafa em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.781-785, 2005.

CAPÍTULO 2

CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: PRODUÇÃO DE FORRAGEM, LITEIRA E RAÍZES

2.1- INTRODUÇÃO

A produção de forragem depende de fatores inerentes ao ambiente, como temperatura e radiação, além de fatores passíveis de serem alterados pelo homem, como disponibilidade de nutrientes e de água. Além disso, as técnicas de manejo empregadas podem influenciar na dinâmica de produção e uso dessa forragem.

O nitrogênio é o mineral mais limitante ao desempenho produtivo de gramíneas e encontra-se em baixas concentrações no solo, em maior parte indisponível. Devido à elevada exigência desse mineral pelas plantas, de modo geral, a adubação nitrogenada é um recurso para aumentar a produção de MS e aumentar a produção animal.

Os adubos químicos e orgânicos causam dependência da adubação nitrogenada para o aumento da produtividade dos pastos, o que reflete em aumento dos custos de produção. Uma forma de minimizar os custos e ofertar N para as gramíneas é a utilização da consorciação com leguminosas. As leguminosas consorciadas contribuem com o aporte de nitrogênio para o sistema, via fixação biológica, decorrente da simbiose com as bactérias do gênero *Rhizobium*.

Sistemas de consórcio entre espécies vegetais que apresentam diferentes arquiteturas de plantas e distintos padrões de crescimento do sistema radicular podem melhorar o aproveitamento dos recursos ambientais, proporcionando uma maior oferta de forragem para os animais.

O uso de pastagens constituídas por espécies forrageiras de diferentes ciclos produtivos contribui para equilibrar e estender a produção de forragem no decorrer do ano, quando comparado ao monocultivo. Independente do sistema forrageiro, a introdução de leguminosas em áreas constituídas por gramíneas implica aporte adicional de N, aumento da qualidade da palha, favorecimento dos processos de mineralização e aumento da capacidade de suporte.

O objetivo deste estudo foi quantificar a produtividade e a produção de matéria seca de forragem, liteira e raízes em sistema de consórcio entre o capim-marandu e o amendoim forrageiro e em sistema de monocultivo fertilizado com nitrogênio.

2.2-MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1- Caracterização da área e tratamentos experimentais

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, localizada em Itabela-BA (16°39'S e 39°30'O). A área está sob o domínio do ecossistema de Mata Atlântica e o clima local é uma transição entre os tipos Af e Am, segundo a classificação de Köppen, com precipitação anual de 1311 mm e temperatura média de 25° C (Figuras 1 e 2).

O solo é um Ultisol (Typic Paleudult fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic), arenoso (>700 g de areia/kg) nos 20 cm superficiais, com as seguintes características químicas médias por ocasião do estabelecimento da pastagem: pH em H₂O = 5,5; Al = 0,1 cmol/dm³; Ca = 2,2 cmol/dm³; Mg = 0,2 cmol/dm³; K = 0,1 cmol/dm³; P disponível = 2,0 mg/dm³; C = 9 g/kg; N = 0,8 g/kg e C/N = 11,25.

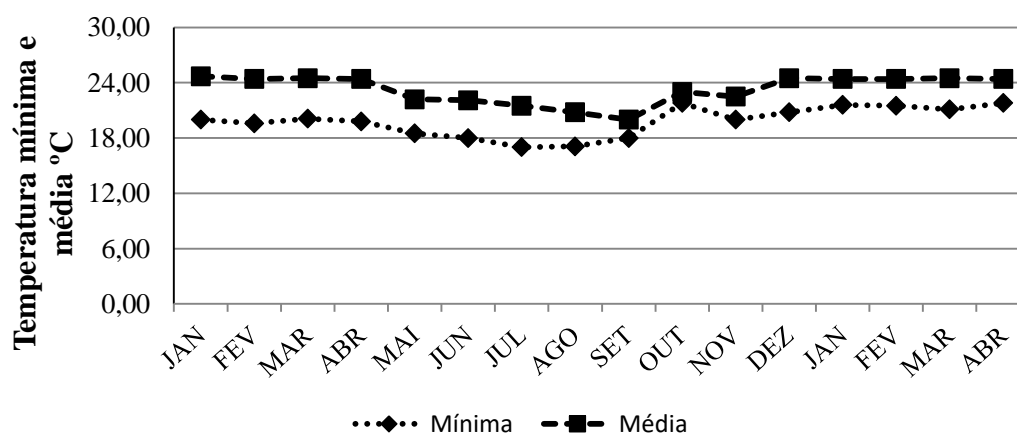


Figura 1- Valores mínimos e médios de temperatura (° C) no período de janeiro de 2013 a abril de 2014 em Itabela-BA

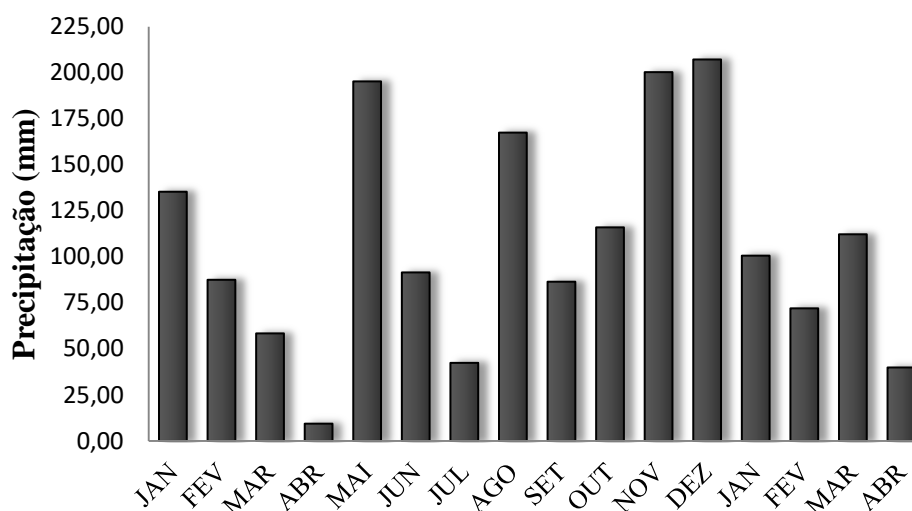


Figura 2- Valores da precipitação (mm) no período de janeiro de 2013 a abril de 2014 em Itabela-BA

O ensaio foi constituído por dois sistemas de manejo, caracterizando os dois tratamentos: Capim-marandu em monocultivo adubado com 120kg N/ha parcelados em três aplicações anuais e sistema integrado do capim-marandu com amendoim forrageiro, sem adubação nitrogenada.

A área experimental constou de 48 piquetes de 0,156 ha cada, sendo 24 piquetes de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu em consorciação com *Arachis pintoi* cv. Belmonte e 24 piquetes *Urochloa Brizantha* cv. Marandu adubada com 120 kg ha⁻¹ de N em pastejo rotacionado, com 06 dias de ocupação e 28 dias de descanso, com total de ciclo de pastejo de 34 dias. O estudo foi realizado durante o período de janeiro de 2013 a abril de 2014, considerando-se além dos tipos de manejo, as estações do ano e a interação entre os fatores na definição do modelo estatístico em arranjo fatorial no delineamento inteiramente ao acaso.

Para o período experimental, para o tratamento com fertilização nitrogenada foram realizadas três adubações de cobertura, limitadas principalmente pelas condições climáticas, ou seja, precipitação e temperatura adequadas para se obter maior eficiência no uso do fertilizante nitrogenado (Figura 1). A primeira adubação de manutenção ocorreu em março de 2013, aplicando-se 20 kg/ha de P₂O₅; 50 kg/ha de K₂O e 40 kg/ha de N. A segunda adubação, com a aplicação de 40 kg/ha de N em agosto de 2013 e a terceira adubação foi realizada em janeiro de 2014 com aplicação de 17 kg/ha de P₂O₅; 13 kg/ha de K₂O e 40 kg/ha de N, utilizando como fontes desses nutrientes os fertilizantes superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia, respectivamente. Para o sistema consorciado foram aplicadas, no

mesmo momento, as mesmas quantidades de P_2O_5 e de K_2O aplicados no monocultivo, não sendo adubado apenas com o nitrogênio.

2.2.2- Determinação das produções de forragem, raízes e liteira

As características morfológicas da forragem de cada unidade experimental foram avaliadas a cada 28 dias. A coleta do material foi realizada pelo método da dupla amostragem descrito por Gardner (1986). Realizou-se 15 avaliações por piquete (cortes) a 5 cm do solo, com amostragem, ao acaso utilizando um quadrado com área de 1 m² (1,0 x 1,0 m) para determinação de oferta de forragem e ajuste da lotação animal por ciclo de pastejo.

O acúmulo de forragem foi obtido pela diferença entre a pesagem da massa de forragem cortada a 5 cm antes do pastejo e a do resíduo pós pastejo. Estas medições foram realizadas com 12 quadrados com área de 1 m² (1,0 x 1,0 m) por piquete, lançados aleatoriamente.

A altura do dossel no pré-pastejo e pós pastejo foi estimada usando uma régua graduada em cm, aferindo em 20 pontos diferentes no piquete antes da entrada e depois da saída dos animais.

A lotação animal foi ajustada em função de 4% de oferta de matéria seca de forragem verde, com a introdução do método de pastejo put-and-take (MOOT & LUCAS, 1952) ou método da taxa da lotação variável. Este método se caracteriza pela utilização de um grupo fixo de animais, chamados animais-teste, e de um grupo variável de animais, chamados reguladores, adicionados ou retirados do pasto como forma de ajustar a pressão de pastejo (4%) em um sistema de pastejo rotacionado com 6 dias de ocupação e 28 dias de descanso, resultando em um ciclo de pastejo de 34 dias. Durante o período de ocupação os pastos foram rebaixados da condição pré-pastejo (95% de IL interceptação luminosa) para a condição pós-pastejo almejada (entre 10 e 15 cm). Esta estratégia de pastejo se deve a maior eficiência do uso da área, otimizando ganhos por área devido a maior taxa de lotação adotada, resultando em menor percentual de material residual senescente.

Para determinação das frações folha, haste e material morto, foram realizados cortes da forragem ao nível do solo, formando as amostras compostas. As amostras compostas da forragem foram pesadas e inicialmente retirou-se uma subamostra de 250 g da forragem, constituída da mistura do material verde e material morto, para determinação da matéria seca de forragem total (MSFT). Retirou-se também 2 kg do material amostral, que foi separado

em lâmina foliar verde (folha), colmo+bainha (haste), material morto (MM) e amendoim forrageiro (planta inteira), conforme recomendações de Rezende *et al.*, (2008).

As subamostras separadas foram pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55° C até perder toda a umidade. Os valores de massa de forragem foram convertidos para kg de MS ha e os componentes morfológicos expressos em proporção (%) da massa de forragem.

A determinação da produção de raízes (massa verde, matéria seca total e a % de matéria seca) foi realizada a cada 28 dias, utilizando-se um cubo de ferro (20 cm largura x 20 cm comprimento x 20 cm de profundidade) e, a partir do corte realizado na face interna do cubo usando pás retas e cortantes foram coletadas 6 amostras por unidade experimental. As amostras contendo raízes e rizomas foram quebradas e limpas com peneiras de 4, 2 e 0,5 mm sequencialmente. Logo após foram secas em estufa de ar forçado à 55° C por 96 h e então foram pesadas.

Para determinação da produção de liteira (massa verde, matéria seca total e a % de matéria seca) foi realizada a cada 28 dias a amostragem do material morto da fração aérea das plantas, depositado no solo, dentro de uma moldura de ferro de 20 cm largura x 20 cm comprimento coletando-se 6 amostras por unidade experimental. Logo após serem coletadas, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a 55° C até ter perdido toda a umidade, então foram pesadas para assim se determinar a sua produção.

A produtividade (kg ha⁻¹) foi determinada pelo peso da massa verde colhida em 1 m² e, posteriormente, estimada para 1 ha, por meio de regra de três simples.

2.2.3- Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com arranjo em parcelas subdividas, com sistema de manejo na parcela e estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) na subparcela. As variáveis foram analisadas tendo em conta os fatores como sistema de manejo, ciclo de pastejo, e a interação tipo de sistema x ciclo de pastejo, usando o PROC MIXED (Statistical Analysis System; Littell *et al.* 1998).

Como a altura do dossel foi utilizada como variável controle para ajuste na taxa de lotação, os valores registrados ao longo do período experimental são apresentados utilizando estatística descritiva.

Para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias foram utilizados os testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para comparação das médias de tratamentos, admitindo taxa de erro tipo I ($\alpha=0,05$).

2.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1- Altura das plantas

Os dois sistemas de manejo apresentaram pouca variação entre as alturas médias registradas ao longo das estações do ano (Tabela 1).

Tabela 1. Médias da altura (cm) do dossel forrageiro em condição de pré e pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo

	Outono	Inverno	Primavera	Verão
	Altura (cm)			
	Pré-pastejo			
Consórcio	52	39	39	37
Monocultivo	56	37	38	36
CV (%)	18,45			
	Pós-pastejo			
Consórcio	42	33	34	29
Monocultivo	42	33	34	29
CV (%)	14,62			

A altura média do dossel pré-pastejo foi manejada para que ficasse dentro da faixa flexível de produção do capim-marandu em consórcio baseada na IRFA 95% que é abaixo de 45 cm. Quando a altura do dossel se mantém inferior a 45 cm ocorre um equilíbrio da consorciação entre o amendoim forrageiro e capim-marandu (ANDRADE *et al.*, 2012). Os resultados dessa mensuração estão acima desta faixa durante o outono, visto que as condições climáticas da região neste período favoreciam ao maior crescimento da gramínea,

uma vez que a luminosidade e a precipitação não foram fatores limitantes para o desenvolvimento.

Nas alturas observadas (medida no pasto) em todas as avaliações os valores obtidos foram superiores às alturas pretendidas, o que comprova regularidade no manejo para o pastejo das plantas.

Andrade *et al.* (2012), propuseram que a altura do pós-pastejo mais indicada baseada interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) de 95% para uso no capim-marandu em consórcio com o amendoim forrageiro situa-se entre 24 e 32 cm. Vale ressaltar que, embora essa indicação tenha se baseado em uma série de análises experimentais, o uso de baixas alturas pós-pastejo por tempo prolongado pode vir a comprometer a perenidade da pastagem. O manejo superintensivo é, sabidamente, uma das principais causas da degradação da pastagem (MACEDO, 2009). Assim, intensidade de pastejo com alturas muito baixas pode representar causas potenciais para o aumento da infestação de plantas invasoras e mesmo de ocorrência de solo descoberto.

2.3.2- Produção de forragem

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação, porém, houve efeito ($P<0,05$) entre os sistemas sobre a produção de massa verde da forragem (Tabela 2).

Os dois sistemas apresentaram suas maiores PMV no inverno, diminuindo as estações subsequentes. Para os teores de MS o consórcio apresentou similaridade ao comportamento da PMV, porém o monocultivo foi diferente e apresentou seus maiores teores no outono. A PMS apresentou similaridade a PMV nos dois sistemas. Na primavera e no verão, tanto para os capins adubados quanto para o não adubado, ocorreram produções de massa de forragem semelhantes, porém, inferiores às outras estações, como esperado para gramínea e leguminosa de clima tropical. As maiores PMS ocorreram no outono, seguido do inverno, em razão da boa precipitação pluvial ocorrida nestas épocas (Figura 1).

Embora, o capim-marandu tenha crescimento dos seus colmos inicialmente prostrado, seus perfilhos são emitidos verticalmente eretos, fazendo com que a ocupação do espaço vertical por estes perfilhos seja maior quando não estão em consorciação e impedindo a competição com outra espécie.

Tabela 2. Produção de forragem em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	Estações				Média
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	
	PMV (ton ha⁻¹)				
Consórcio	17,18	19,34	15,87	18,00	17,75B
Monocultivo	21,32	34,63	20,87	21,96	25,21A
CV (%)	6,27				
	MS (%)				
Consórcio	35,61	39,65	26,56	32,30	33,88B
Monocultivo	45,78	35,08	31,93	32,25	35,89A
CV (%)	12,76				
	PMS (ton ha⁻¹)				
Consórcio	6,12	7,67	4,22	5,81	6,01B
Monocultivo	9,76	12,15	6,66	7,08	9,48A
CV (%)	7,17				

PMV= produção de massa verde; MS= porcentagem de matéria seca; PMS= produção de matéria seca; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Pereira et al., (2015) encontraram valores próximos aos encontrados no presente trabalho, com PMS de 9,37 kg ha⁻¹ em sistema consorciado de capim-marandu com amendoim forrageiro.

Ribeiro (2007) avaliando a consorciação entre *coastcross* e amendoim forrageiro, observou que as pastagens com menores doses de adubação ou só consorciadas foram produtivas, mas apresentaram sempre menor produção de forragem, em virtude da lenta recuperação após o inverno. Todavia, demonstrando que a associação entre leguminosa e adubação nitrogenada pode ser benéfica ao sistema, pois proporciona condições para boa produção de forragem e massa de forragem disponível aos animais, suficiente para se manter alta lotação animal em comparação a pastagens que não recebem adubação e não são consorciadas com leguminosas.

Embora o consórcio tenha apresentado valores produtivos inferiores ao monocultivo adubado esse valores ainda apresentam respostas produtivas substanciais quando comparado aos dados da literatura. Menezes et al. (2009) encontraram para o capim marandu uma

produção de 8.596 kg ha⁻¹. Já Martuscello et al. (2011) avaliando a consorciação do capim basilisk em consórcio encontraram para o consórcio com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão uma produção média para a PMS de 3,854 ton ha⁻¹ e para o consórcio com o *Calopogonium mucunoides* uma produção média para a PMS de 2,831 ton ha⁻¹, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Outros estudos elucidam a boa produtividade das pastagens de gramíneas consorciadas com leguminosas (ALMEIDA et al., 2002; ASSMANN et al., 2010; PARIS et al., 2009).

Houve efeito significativo (P<0,05) nas proporções de amendoim forrageiro durante as estações do ano, bem como entre as espécies (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das proporções (%) com base na MS do amendoim forrageiro e capim-marandu em sistema de consórcio de acordo com as estações do ano

Espécie	Estações				Média
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	
Amendoim forrageiro (%)	36,17b	37,84b	45,70a	23,78c	35,87B
Capim-marandu (%)	63,83b	62,16b	54,30c	76,22a	64,13A
CV (%)	34,56				

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

A média das estações para o amendoim forrageiro foi de 35,87%, este valor está de acordo com o preconizado por Nascimento Júnior e Barbosa (2001) que sugeriram uma proporção de leguminosa maior que 23% para que haja persistência da mesma em consórcio com a gramínea.

Para Barcellos *et al.* (2008), a principal limitação para a introdução de leguminosas em sistemas de produção tem sido sua baixa persistência na pastagem. Alguns autores têm observado redução das leguminosas em consorciação com gramíneas tropicais (ANDRADE *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2011a).

Na avaliação da consorciação de estilosantes Campo Grande e Mineirão com os capins tanzânia e mombaça, Santos *et al.* (2011b) verificaram que a presença das leguminosas consorciadas reduziu a 5% após a estação das águas e desapareceu na estação da seca, na região do Cerrado brasileiro. Para esses autores as leguminosas não foram capazes de resistir à competição por água, luz e nutrientes imposta pelas gramíneas.

Diehl *et al.* (2013) avaliando o amendoim forrageiro em consórcio com capim elefante obtiveram uma participação média no pasto de 31,57% para o amendoim forrageiro. Os valores encontrados no presente estudo corroboram com os encontrados por estes autores.

2.3.3- Produção de raízes

Não houve interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, porém houve efeito significativo entre os fatores isolados para os dois sistemas sobre a produção de raízes (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	Estações				
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
	PMN (ton ha⁻¹)				
Consórcio	14,13	14,60	15,70	12,38	14,23B
Monocultivo	17,26	21,08	21,10	18,04	19,50A
CV (%)	5,09				
	MS (%)				
Consórcio	23,78	55,86	24,22	22,09	33,36B
Monocultivo	30,81	58,59	27,10	28,65	38,00A
CV (%)	16,85				
	PMS (ton ha⁻¹)				
Consórcio	3,36	8,15	3,80	2,73	4,75B
Monocultivo	5,32	12,35	5,72	5,17	7,41A
CV (%)	8,23				

PMN= produção de matéria natural; MS= porcentagem de matéria seca; PMS= produção de matéria seca; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

As coletas realizadas evidenciaram que a maior parte da PMS das raízes, encontrou-se no sistema em monocultivo (7,41 kg ha⁻¹), sendo 1,56 vezes maior que no consórcio (4,75

kg ha⁻¹). A estação inverno apresentou a maior produção para os dois sistemas (8,153 e 12,35 kg ha⁻¹, para consórcio e monocultivo, respectivamente), o que é justificado pelas diferenças morfológicas e estruturais entre as espécies dos dois sistemas.

As leguminosas possuem maior resistência à seca, devido ao sistema radicular ser pivotante, que por ser mais profundo, é capaz de captar camadas de água mais profundas no solo. Esta característica proporciona melhor distribuição da produção de forragem durante o ano, em quantidades e qualidades adequadas aos requerimentos nutricionais dos animais.

Ramos *et al.* (2004) relatam que as avaliações da massa seca da parte aérea e radicular são de grande importância na avaliação do desenvolvimento das plantas, assegurando o estabelecimento destas no campo. O efeito do N no aumento da produção de raízes ao longo das estações do ano ocorreu devido à sua importância no metabolismo dos vegetais.

2.3.4- Produção de liteira

Para a produção de liteira não houve interação ($P > 0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os fatores isolados para os dois sistemas sobre os teores de MS da liteira (Tabela 5). No sistema de consórcio as médias para PMV, MS e PMS foram de 13,70 kg ha⁻¹, 36,46% e 5,01 kg ha⁻¹, respectivamente. Já para o sistema em monocultivo as médias para PMV, MS e PMS foram de 18,94 kg ha⁻¹, 40,96% e 7,76 kg ha⁻¹, respectivamente.

Para o sistema de consórcio a maior PMS da liteira foi ao inverno (8,15 kg ha⁻¹) e a menor foi no verão (2,73 kg ha⁻¹). Para o monocultivo essa produção foi bem maior em todas as estações, sendo o inverno a estação que apresentou maior produção (12,35 kg ha⁻¹). Os maiores acúmulos de MS obtidas (Tabela 5) possibilitaram o aumento da capacidade de suporte do pasto o que conseqüentemente aumentou a taxa de lotação (TL) o que pode incrementar o surgimento de liteira na pastagem nos dois sistemas devido ao aumento do pisoteio dos bovinos.

A menor quantidade de MS de liteira existente no sistema consorciado, comparado ao monocultivo, possivelmente pode estar relacionada à maior decomposição do material. De acordo com Smith e Bradford (2003), as condições climáticas, principalmente umidade e temperatura, a qualidade da liteira e a abundância de organismos decompositores no solo são os principais fatores que agem na decomposição da liteira, além disso, fatores relacionados à

altura do dossel, a quantidade de material depositado e a taxa de decomposição alteram o acúmulo de liteira na superfície do solo, de forma que, quanto maior a quantidade de material depositado e menor a taxa de decomposição, mais elevada será a camada de liteira depositada (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Tabela 5. Produção de liteira em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	Estações				
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
	PMN (ton ha⁻¹)				
Consórcio	11,84	14,60	15,70	12,38	13,70B
Monocultivo	14,84	21,08	21,10	18,04	18,94A
CV (%)	5,57				
	MS (%)				
Consórcio	37,20	55,86	24,22	22,09	36,46B
Monocultivo	43,61	58,59	27,10	28,65	40,96A
CV (%)	18,70				
	PMS (ton ha⁻¹)				
Consórcio	4,40	8,15	3,80	2,73	5,01B
Monocultivo	6,47	12,35	5,72	5,17	7,76A
CV (%)	8,23				

PMN= produção de matéria natural; MS= porcentagem de matéria seca; PMS= produção de matéria seca; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Arato *et al.* (2003) observaram maior quantidade de liteira no final da estação seca, em um sistema agroflorestal em Viçosa, MG, o que atribuíram à ausência de chuvas nesse período, resultando em máxima deposição de liteira, devido à falta de água para decomposição da matéria orgânica.

Alguns autores recomendam uma camada de liteira diversificada que varia de 1,5 a 6 t ha⁻¹, de matéria seca por ano para garantir uma presença ativa e sustentável de organismos decompositores, essenciais para a ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica do solo (LAVELLE *et al.*, 2001; LAVELLE *et al.*, 2006).

2.4- CONCLUSÕES

Nestas condições experimentais, mesmo ocorrendo superioridade do monocultivo sobre o consórcio, as variáveis apresentaram produtividade relevante proporcionando oferta de forragem expressiva para o animal.

A persistência se manteve em níveis recomendados na literatura.

2.5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G.; NASCIMENTO JÚNIOR, D; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; REGAZZI, A. J.; BRÂNCIO, P. A.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Produção animal em pastos consorciados sob três taxas de lotação, no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.852-857, 2002.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Dynamics of sward condition and botanical composition of mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.501-511, 2012.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures: 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.334-342. 2006.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um Sistema Agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; SOARES, A. B.; BORTOLLI, M. A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.7, p.1387-1397, 2010

BARCELLOS, A. O. de; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 51-67, 2008. Suplemento especial.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; BRATZ, V. F.; BEM, C. M.; AGÜIRRE, P. F.; GLIENKE, M. R.; SERAFIM G. Produtividade de sistemas forrageiros consorciados com leguminosas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1527-1536, 2013.

GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, IICA/EMBRAPA – CNPGL. 197p. 1986.

LAVELLE, P.; BARROS, E.; BLANCHART, E.; BROWN, G.; DESJARDINS, T.; MARIANI, L.; ROSSI, J. P. Soil organic matter management in the tropics: why feeding the soil macrofauna? **Nutrient Cycling in Agroecosystems** v.61 p.53–61, 2001.

LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROTA, S.; BLOUINA, M.; BUREAUB, F.; MARGERIEB, P.; MORAA, P.; ROSSIC, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology** v.42 p.3–15, 2006.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, 1216-1231, 1998.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, p.133-146, 2009.

MARTUSCELLO, J. A.; OLIVEIRA, A. B. de; AMORIM, P. L. de; DANTAS, P. A. L.; LIMA, D. A. de. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 923-934, 2011.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atual. e ampl. Lavras: Ufla, 2006. 729p.

MOOT, G.O., LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 6. Poceedings... Pennsylvania: State College, p.1380-1395, 1952.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M.; JÚNIOR, J. P. O. de; FERREIRA, A. C. B. de; SANTANA, J. G. das; BARROS, R. G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009.

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de. Ecologia em relação ao pastejo. 2001. Disponível em: <<http://forragicultura.com.br/arquivos/ECOLOGIARELACAOPASTEJO.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PEREIRA, M. M.; REZENDE, C. de P.; PEDREIRA M. S.; PEREIRA J. M.; MACEDO T. M.; SILVA H. G de O.; BORGES A. M. F.; SILVA A. M. P. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 643-657, 2015.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGGI, C. W.; SOUZA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C. Crescimento inicial e repartição da biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. Em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.2, 2004. p. 351-358.

REZENDE, C. P. R.; PEREIRA, J. M.; PINTO, J. C. Estrutura do Pasto Disponível e do Resíduo Pós-Pastejo em Pastagens de capim-Cameroon e Capim-Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1742-1749, 2008.

RIBEIRO, O. L. Produção animal e características da pastagem de coastcross consorciada com *Arachis pintoi*, com e sem nitrogênio. 2007. 72f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

SANTOS, H. P.; FONTANELI R. S.; SPERA S. T.; DREON G. Fertilidade, teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura, pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Agrônômicas**, v.6, p.474-82, 2011a.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; NEGREIROS NETO, J. V.; ARAÚJO, A. S.; SILVA, J. E. C. Caracterização de pastagens de capins tanzânia e mombaça consorciados com

estilosantes em ecótono de transição Cerrado: Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.163-173, 2011b.

SMITH, V. C.; BRADFORD, M. A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, v.24, p.197-203, 2003.

CAPÍTULO 3

CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ISÓTOPO CARBONO-13 NAS FEZES

3.1- INTRODUÇÃO

As pastagens são o principal componente das dietas de ruminantes e a fonte de alimentação mais econômica nos sistemas pecuários. As gramíneas forrageiras tropicais representam um dos recursos alimentares mais econômicos para a produção animal, porém se não houver um adequado manejo do pastejo o pasto pode entrar em estágio de degradação reduzindo a sua capacidade de suporte e comprometendo a produção animal. Uma das formas de aumentar a produtividade e melhorar o valor nutritivo e alimentício das pastagens tem sido a consorciação entre gramíneas e leguminosas.

A utilização de leguminosas promove aumentos de valor nutritivo quando comparadas às gramíneas tropicais utilizadas em plantio exclusivo, proporcionando maior tolerância à seca em algumas espécies, maior uniformidade na produção de forragem ao longo do ano, em quantidade e qualidade adequadas às exigências nutricionais de animais de maior potencial genético.

O amendoim-forrageiro têm se destacado na consorciação com gramíneas por apresentar boa produção de matéria seca e bom valor nutritivo, além de persistência, excelente capacidade de cobrir o solo e adaptação a solos com drenagem deficiente. As vantagens nutricionais do amendoim forrageiro consorciado com gramíneas podem são explicadas pela produção de forragem de melhor qualidade e, por possuírem elevados teores de proteína e menores teores de fibra.

A técnica de isótopo carbono-13 pode ser utilizada como ferramenta complementar para determinação do consumo de bovinos que recebem diferentes dietas.

O objetivo deste estudo foi determinar características nutricionais e o teor de carbono-13 em sistema de consórcio entre o capim-marandu e o amendoim forrageiro e em sistema de monocultivo fertilizado com nitrogênio.

3.2-MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1- Caracterização da área e tratamentos experimentais

O experimento foi realizado no mesmo local e tratamentos citados no capítulo 2.

3.2.2- Análises bromatológicas

A forragem foi coletada a cada 28 dias para quantificação do acúmulo de fitomassa. Coletando-se toda a forragem presente no interior de dois quadrados com área equivalente a 1m² cortado ao nível do solo.

A forragem recém-coletada foi pesada e retirada uma sub-amostra de aproximadamente 500g de massa verde para realização da separação morfológica em hastes, folhas e materiais senescentes. Para a última considerou-se todas as partes dos tecidos que se apresentarem senescidas. A determinação da porcentagem de MS das frações morfológicas foi feita com auxílio de uma estufa de ventilação forçada a 55° C até perder toda a umidade. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm para realização das análises bromatológicas e em seguida acondicionadas em vidros com tampa.

A coleta das raízes foi realizada a cada 28 dias na condição de pré-pastejo dos bovinos. Utilizou-se um cubo de ferro (20 cm largura x 20 cm comprimento x 20 cm de profundidade) e, a partir do corte realizado na face interna do cubo usando pás retas e cortantes foram coletadas as amostras. As amostras contendo raízes e rizomas foram quebrados e limpos com peneiras de 4, 2 e 0,5mm sequencialmente. Após as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e pesadas.

A coleta da liteira foi realizada a cada 28 dias na condição de pré-pastejo dos bovinos. Foi coletado o material morto da fração aérea das plantas, depositado no solo, dentro de uma moldura de ferro de 20 cm largura x 20 cm comprimento. Logo após serem coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e pesadas.

As análises de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidas segundo metodologia descrita pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 2002).

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

3.2.4- Determinação do consumo através da identificação do carbono-13

3.2.4.1- Coleta de fezes

Para a avaliação do carbono-13 foram utilizados 24 bovinos. O peso vivo inicial (PI) dos bovinos em sistema de consórcio foi de 184 kg e novilhos no sistema de monocultivo foi de 193,8 kg PV, com erro padrão de 3,74kg. Estes foram distribuídos aleatoriamente em cada piquete, totalizando em 12 repetições para cada tratamento. Todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e às vacinações, conforme calendário sanitário local. Os animais receberam água e suplemento mineral disponível *ad libitum*, em bebedouros e saleiros localizados nas áreas de descanso dos piquetes.

As coletas de fezes foram feitas diretamente na ampola retal dos novilhos, sendo acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e congeladas a -18°C.

As amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 56°C por período de 48 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho criogênico (Spex-modelo 6750 freezer/mill), a base de nitrogênio líquido (- 196°C). Neste moinho, aproximadamente 2,0 g de amostra foram colocadas em frascos de policarbonato juntamente com uma barra magnética, o qual, devidamente fechado, foi imerso em nitrogênio líquido. Pelo impacto entre a amostra e a barra magnética, submetida ao campo magnético oscilante (15 impactos/s), pulverizou-se a amostra. A moagem compreendeu-se de primeira etapa de pré-congelamento de um minuto e segunda etapa de congelamento e pulverização de 3 minutos. Este procedimento permitiu obter partículas com granulometria menor que 60 µm (LICATTI, 1997). Após moagem, foram pesadas entre 50 a 60 mg das amostras e acondicionadas em cápsulas de estanho para análise isotópica.

3.2.4.1- Análise isotópica

As análises isotópicas foram realizadas no Centro de Isótopos Estáveis Ambientais da UNESP – Campus de Botucatu.

Para determinação da composição isotópica das amostras foi utilizado o espectrômetro de massas DELTA-S (Finnigan Mat) acoplado ao Analisador Elementar EA 1108 CHN. Os resultados foram expressos em notação $\delta^{13}\text{C}$, em relação ao padrão Peedee Belemnite (PDB), com erro de análise da ordem de 0,2‰ e calculado pela equação:

$$\delta^{13}\text{C} = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}}) - 1] \cdot 1000$$

Em que:

$\delta^{13}\text{C}$ = enriquecimento isotópico do carbono-13 da amostra relativo ao padrão internacional PDB. Adimensional.

R = razão isotópica ($\text{C}^{13}/\text{C}^{12}$) da amostra e do padrão, respectivamente. Adimensional.

Como os valores numéricos das diferenças entre as razões isotópicas (r) são pequenos, multiplicou e dividiu a expressão por 1000, obtendo-se a terminologia em delta por mil (δ ‰), conforme o padrão internacional, Peedee Belemnite (PDB).

3.2.5- Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas, com sistema de manejo na parcela e estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) na subparcela. As variáveis foram analisadas tendo em conta os fatores como sistema de manejo, ciclo de pastejo, e a interação tipo de sistema x ciclo de pastejo, usando o PROC MIXED (Statistical Analysis System; Littell *et al.* 1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey para comparação das médias de tratamentos, admitindo-se taxa de erro tipo I ($\alpha=0,05$).

3.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1-Proteína bruta

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, também não houve efeito de estação, mas houve efeito ($P<0,05$) entre os sistemas de pastejo para os teores de PB das raízes e da liteira (Tabela 6).

Os teores de PB na liteira dentro das estações a que apresentou maiores médias de PB foi o outono no sistema consorciado (10,42%) e o verão no sistema em monocultivo (9,87%).

Nas raízes os teores de PB nas estações a que mostrou maiores médias foi o outono no sistema consorciado (13,26%) e o verão no sistema em monocultivo (5,49%).

A diferença ocorrida entre os dois sistemas possivelmente foi ocasionado pela maior fixação de N que o amendoim forrageiro gera ao sistema de consórcio, conseqüentemente aumentando os seus teores de PB diferenciando-se do sistema em monocultivo fertilizado com N.

Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (%PB na MS) na liteira e nas raízes de sistema em consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

PB (%)		
Liteira		
	Consórcio	Monocultivo
Outono	10,42aA	8,23bAB
Inverno	8,83aB	7,14bB
Primavera	8,98aB	7,92bB
Verão	9,95aAB	9,87bA
CV (%)	22,46	18,31
Raízes		
Outono	13,26aA	3,85bB
Inverno	10,96aB	3,88bB
Primavera	12,11aA	4,40bAB
Verão	10,20aB	5,49bA
CV (%)	16,85	11,43

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

No pré-pastejo não houve efeito de interação ($P > 0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação, e não houve efeito entre os sistemas de pastejo para PB da forragem (Tabela 7).

Tabela 7. Teores médios de proteína bruta (% PB na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	9,57B	10,97	9,26B	11,86	7,95C	13,96B
Inverno	7,48C	9,75	3,79C	12,15	6,29C	15,88B
Primavera	10,25B	12,48	8,44B	12,87	10,00B	21,25A
Verão	13,10A	11,15	12,27A	12,16	20,34A	17,21A
Média	10,10	11,09	8,44	12,26	11,14	17,08
CV (%)	30,82	20,60	34,60	21,99	32,75	21,17
Monocultivo						
Outono	7,94B	11,72A	8,40A	12,15A	7,19A	
Inverno	4,82C	7,73B	3,05B	10,80A	3,85B	
Primavera	11,46A	9,22A	8,05A	8,87B	9,75A	
Verão	13,70A	9,61A	9,15A	10,63A	13,15A	
Média	9,48	9,57	7,16	10,61	8,48	
CV(%)	30,82	20,60	34,60	21,99	32,75	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Ao se comparar os dois sistemas de manejo houve semelhança do sistema consórcio com o monocultivo, o que pode ser evidenciado pela presença do amendoim na sua constituição, elevando assim os níveis de N e, conseqüentemente nos teores de PB, aproximando-se ao efeito da adubação nitrogenada que ocorreu no monocultivo.

Na MFT do sistema em consórcio a estação verão apresentou média superior (13,10% de PB), diferindo das demais estações. O que pode ter sido causado pela alta luminosidade que ocorre nessa época do ano, favorecendo a fotossíntese e o aporte de N nas plantas.

Os dados encontrados para os teores de PB são superiores aos encontrados na literatura (VALADARES FILHO *et al.*, 2010), que preconiza para o capim-marandu as médias de PB: 7,3% para MFT, 9,05% para a folha e 2,75% para a haste. Nas estações, as médias de PB para o capim-marandu foram: 11,82% no outono, 7,92% no inverno, 13,24%

na primavera e 11,67% no verão. Já para o amendoim forrageiro a média de PB para a planta inteira é de 18,35%, sendo esse valor próximo ao encontrado no presente estudo.

No pós-pastejo não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito entre os sistemas de pastejo os teores de PB da forragem (Tabela 8).

Tabela 8. Teores médios de proteína bruta (%PB na MS) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	9,00A	8,54A	6,19B	10,43A	6,31B	14,18A
Inverno	10,35A	10,19A	9,45A	10,64A	12,71A	16,15A
Primavera	10,16A	7,66AB	10,76A	9,73A	6,09C	11,31B
Verão	7,32B	6,43B	10,73A	7,27B	8,10B	10,81B
Média	9,21	8,20	9,28	9,52	8,30	13,11
CV (%)	20,29	22,25	21,18	17,16	26,16	22,72
Monocultivo						
Outono	6,37B	9,18B	4,49B	8,81B	5,29B	
Inverno	11,92A	8,93B	8,48A	8,77B	9,96A	
Primavera	10,02A	15,20A	7,58A	8,59B	6,86B	
Verão	10,00A	13,18A	7,21A	11,12A	7,03AB	
Média	9,57	11,62	6,94	9,32	7,29	
CV (%)	20,29	22,25	21,18	17,16	26,16	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Estes dados confirmam os obtidos por Paris *et al.* (2008), que trabalharam em pastagens de *coastcross*, e encontraram teores de 14,3 e 6,7% de PB para folha e colmo no período de primavera/verão.

Geralmente, o uso de adubo nitrogenado tende a aumentar qualidade da planta, principalmente pela elevação da quantidade de nitrogênio solúvel na forma orgânica e inorgânica (PARIS *et al.* 2009; QUARESMA *et al.* 2011).

3.3.2-Fibra em detergente neutro

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação, e não houve efeito entre os sistemas de pastejo para a FDN entre os sistemas de manejo para a liteira e raízes (Tabela 9).

Tabela 9. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

FDN (%)		
Liteira		
	Consórcio	Monocultivo
Outono	80,19	82,32
Inverno	82,64	79,79
Primavera	79,69	80,95
Verão	81,59	80,23
Média	81,03	80,82
CV (%)	10,18	
Raízes		
Outono	77,08A	78,84A
Inverno	78,81A	79,66A
Primavera	72,68B	71,94B
Verão	82,41A	77,96A
Média	77,74	77,10
CV (%)	13,82	

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Esses altos teores de FDN no consórcio e no monocultivo de capim-marandu já eram esperados, pois, segundo Van Soest (1994), gramíneas apresentam maiores concentrações de FDN que leguminosas.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito entre os sistemas de pastejo para a FDN da forragem durante o pré-pastejo de bovinos (Tabela 10).

Tabela 10. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	74,37B	81,83A	75,95	71,74B	80,56A	76,41B
Inverno	76,29B	80,99A	72,58	79,01A	75,09B	81,23A
Primavera	78,06A	76,27B	75,55	71,99B	76,95B	76,84B
Verão	80,81A	78,61AB	75,15	76,55A	79,13A	77,58B
Média	77,38	79,42	74,80	74,82	77,93	78,01
CV (%)	12,98	11,38	14,13	14,69	11,93	14,39
Monocultivo						
Outono	77,63B	76,33B	77,34B	76,06B	80,74A	
Inverno	82,98A	79,13A	80,16A	82,57A	84,18A	
Primavera	77,79B	76,36B	76,87B	75,64B	78,94B	
Verão	79,94A	80,35A	77,09B	77,85B	80,34A	
Média	79,58	78,04	77,87	78,03	81,05	
CV (%)	12,98	11,38	14,13	14,69	11,93	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Segundo Van Soest (1975) a adubação nitrogenada ao promover aumentos dos compostos nitrogenados, é acompanhada por aumentos dos componentes de parede celular, como de redução nos carboidratos solúveis (100% digestíveis). Na consorciação a adubação nitrogenada é suprida pela fixação de N pela leguminosa, o que pode ser evidenciado no presente estudo.

Os dados encontrados para os teores de FDN estão de acordo com a literatura em que Valadares Filho *et al.*, (2010), encontraram para o capim-marandu as médias de FDN: 72,95% para MFT, 69,22% para a folha e 79,71% para a haste. Nas estações, as médias de FDN para o capim-marandu foram: 68,46% no outono, 78,09% no inverno, 63,75% na primavera e 65,33% no verão. Já para o amendoim forrageiro considerando a planta inteira a média de FDN é 46,58%.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito ($P<0,05$) entre os sistemas de pastejo para a FDN da forragem durante o pós-pastejo de bovinos (Tabela 11).

Tabela 11. Teores médios de fibra em detergente neutro (% FDN na MS) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	74,44B	79,42	75,87B	76,98	75,41A	75,85B
Inverno	74,97B	74,14	78,35A	76,08	77,67A	72,01B
Primavera	75,56B	77,30	78,22A	74,72	78,98A	73,93B
Verão	78,35A	76,23	70,03B	77,52	68,26B	82,96A
Média	75,83	76,77	75,62	76,32	75,08	76,19
CV (%)	13,42	12,50	13,41	12,85	11,17	10,23
Monocultivo						
Outono	72,77B	74,31	80,45A	77,74B	75,27B	
Inverno	77,98AB	75,42	70,66B	79,20A	81,21A	
Primavera	76,22B	75,11	77,51A	76,48B	86,22A	
Verão	79,24A	76,29	74,32B	80,33A	82,96A	
Média	76,55	75,28	75,74	78,44	81,41	
CV (%)	13,42	12,50	13,41	12,85	11,17	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Com relação à fração haste no pós-pastejo do sistema consorciado houve diferença significativa ($P<0,05$) na estação verão em relação às demais estações do ano apresentando o menor teor de FDN (68,26%). Este fato está associado à melhora da qualidade da gramínea devido ao uso do nitrogênio no monocultivo.

Valadares Filho *et al.*, (2006) encontraram para o capim-marandu, com idade de 60 dias, manejado sem adubação, teor de FDN igual a 83,75%, valores acima aos obtidos no presente trabalho que foi adubado e manejado com um menor período de descanso.

Bennet *et al.*, (2008) encontraram para a FDN do capim-marandu adubado com fontes nitrogenadas no período chuvoso valores médios que variaram de 65,36 a 70,45%, resultados próximos aos obtidos no presente trabalho.

3.3.3-Fibra em detergente ácido

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito entre os sistemas de pastejo para os teores de FDA na liteira e nas raízes (Tabela 12).

Tabela 12. Teores médios de fibra em detergente ácido (% FDA na MS) da liteira e das raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

FDA (%)		
Liteira		
	Consórcio	Monocultivo
Outono	52,26B	43,00B
Inverno	58,57A	62,93A
Primavera	61,67A	60,34A
Verão	63,32A	61,08A
Média	58,95	56,84
CV (%)	11,18	11,68
Raízes		
Outono	54,22B	54,97AB
Inverno	61,11A	57,16A
Primavera	62,90A	62,84A
Verão	64,24A	66,03A
Média	60,62	60,25
CV (%)	13,12	10,23

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Os elevados valores de FDA encontrados na liteira e nas raízes estão associados aos carboidratos estruturais que o compõem. Ainda podem ser atribuídos à alta produção de MS verificada no presente trabalho, que mobilizava os carboidratos não-estruturais para produção de folha e haste, e às condições climáticas do período em que se desenvolveu o experimento. Sendo que, o outono apresentou os menores teores médios observados para a FDA na liteira e nas raízes e foi a estação do ano em que ocorreu altos índices pluviométricos seguidos de estiagem, causando estresse hídrico às plantas e a mobilização de carboidratos de reserva para as raízes.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito entre os sistemas de pastejo para os teores de FDA no pré-pastejo nas frações da forragem (Tabela 13).

Tabela 13. Teores médios de fibra em detergente ácido (%FDA na MS) das frações de forragem no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	58,43A	51,45A	55,17A	47,68B	58,65A	57,14
Inverno	49,27B	51,57A	58,45A	45,56B	51,19B	56,63
Primavera	48,09B	37,86B	42,20B	44,20B	49,83B	55,55
Verão	48,48B	53,70A	57,40A	53,46A	51,50B	55,89
Média	51,07	48,64	53,30	47,73	52,79	56,30
CV (%)	23,42	20,15	25,39	29,67	26,96	26,23
Monocultivo						
Outono	54,50A	42,90B	52,85	46,56	52,73A	
Inverno	47,76B	51,12A	56,57	46,70	54,81A	
Primavera	46,25B	47,18B	53,15	48,98	46,67B	
Verão	53,50A	56,76A	52,23	53,27	52,42A	
Média	50,50	49,49	53,70	48,88	51,66	
CV (%)	23,42	20,15	25,39	29,67	26,95	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Os dados encontrados para os teores de FDA estão acima dos encontrados na (Valadares Filho *et al.*, 2010), quando se avaliou o capim-marandu e o amendoim forrageiro. As médias de FDA encontradas por estes autores para o capim-marandu são: 37,71% para MFT, 33,81% para a folha e 47,49% para a haste. Nas estações, as médias de FDA para o capim-marandu foram: 36,44% no outono, 37,51% no inverno, 32,15% na primavera e 36,11% no verão. Já para o amendoim forrageiro as médias de FDA foram: 26,79% para MFT e 34,20% para a folha.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo e as estações do ano, não houve efeito de estação e não houve efeito ($P<0,05$) entre os sistemas de pastejo para os teores de FDA no pós-pastejo de bovinos nas frações da forragem (Tabela 14).

Tabela 14. Teores médios de fibra em detergente ácido (% FDA) das frações de forragem no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	MFT	MFV	MM	FOLHA	HASTE	AMENDOIM
Consórcio						
Outono	49,29	46,42	45,90	44,35	46,53B	46,73B
Inverno	52,85	53,58	53,59	50,95	54,25A	58,29A
Primavera	46,81	51,68	48,51	50,93	49,15B	49,87B
Verão	44,82	48,36	44,01	46,33	49,07B	52,64A
Média	48,44	50,01	48,00	48,14	49,75	51,88
CV (%)	27,38	28,13	23,80	26,29	29,43	33,38
Monocultivo						
Outono	40,89B	47,40	50,14	43,46	44,42	
Inverno	54,36A	51,28	50,88	49,18	48,34	
Primavera	42,18B	48,08	46,56	44,58	47,01	
Verão	42,44B	48,09	47,27	43,03	45,37	
Média	44,97	48,71	48,71	45,06	46,29	
CV (%)	27,38	28,13	23,80	26,29	29,43	

MFT= massa de forragem total; MFV= massa de forragem verde; MM= material morto/senescente; CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

A partir da similaridade dos resultados, pode-se inferir que os teores de FDA foram pouco influenciados pelo N, seja na forma de adubo químico no monocultivo, seja fixado por microrganismos no sistema de consórcio no pós-pastejo de bovinos.

Os teores de FDA assim como os de FDN de uma forragem aumentam durante seu desenvolvimento, pelo incremento de tecido estrutural, sendo maior na haste que nas folhas (VAN SOEST, 1982), o que pode ser observado no presente estudo nos dois sistemas avaliados (Tabela 14).

A disponibilidade de energia luminosa permite elevadas taxas de crescimento das forrageiras tropicais, devido a sua adaptação fisiológica (metabolismo - C4). Para Hoffman *et al.*, (2007), à medida que a planta cresce, desenvolve o tecido xilemático para transporte de água, acumulando celulose e outros carboidratos complexos para sustentação e estes tecidos se fixam através do processo da lignificação.

Segundo Nussio *et al.*, (1998) forragens com valores de FDA acima de 40% apresentam baixo consumo e menor digestibilidade. A FDA é um indicativo da digestibilidade e valor energético da forragem, sendo que quanto menor a FDA, maior será o valor energético da planta.

Demski *et al.*, (2013) ao avaliar as características do pasto de capim-marandu encontraram as médias de FDA do pré pastejo de 31,17% valores inferior aos encontrados no presente estudo.

Fernandes *et al.*, (2015), estudando a composição química do capim-marandu sob o pastejo de bovinos da raça Gir, encontraram média para a FDA de 32,2%. Esses resultados são inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Van Soest *et al.* (1991), consideram que a FDA é uma variável capaz de expressar a qualidade da planta forrageira, sendo composta por carboidratos estruturais, (celulose e hemicelulose) que, em geral, podem e são aproveitados pelos animais ruminantes. A produtividade e qualidade das partes aéreas das plantas estão diretamente relacionadas ao comportamento e desenvolvimento das raízes (GIACOMINI *et al.*, 2005).

3.3.4-Carbono-13

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias isoladas dos dois sistemas de manejo assim como também houve interação com as estações do ano para os teores de isótopos de carbono-13 nas fezes dos bovinos (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios de isótopo carbono-13 ($\delta^{13}\text{C}$) nas fezes de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)				
	Estações				
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Consórcio	-16,58a	-15,60b	-18,20aA	-17,76aA	-17,09A
Monocultivo	-14,90a	-15,96a	-13,95aB	-14,62aB	-14,84B
CV (%)	11,76				

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

O comportamento da diluição isotópica nas fezes dos animais nos tratamentos experimentais consórcio e monocultivo estão ilustrados na Figura 2. A média para o consórcio foi de -17,09‰ de $\delta^{13}\text{C}$, sendo superior a do monocultivo que foi -14,85‰ de $\delta^{13}\text{C}$.

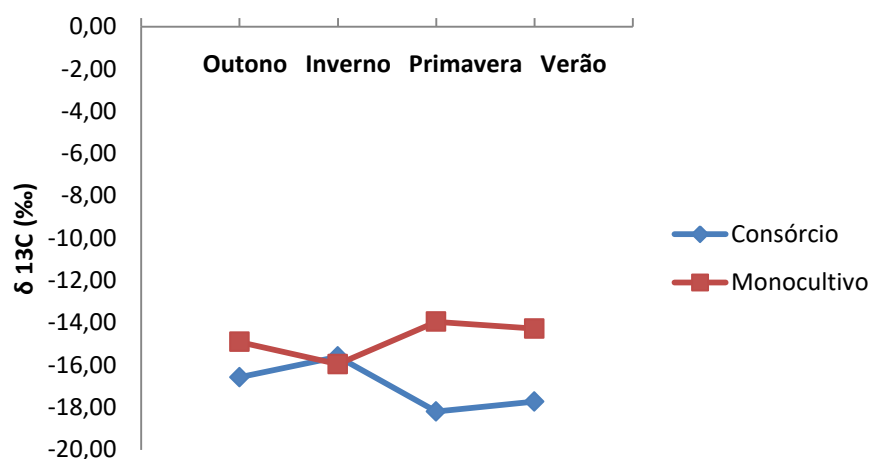


Figura 3. Curvas de diluição isotópica do carbono das fezes de bovinos em função dos sistemas de manejo e as estações do ano de avaliação

Ao início do período experimental durante a estação outono (tabela 15) é possível observar que os bovinos apresentaram valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ nas fezes próximos para os dois sistemas, onde em consórcio foi de -16,58‰ e em monocultivo o valor médio do $\delta^{13}\text{C}$

foi de -14,90. Com o passar do tempo, na estação primavera, pode-se observar as diferenças quanto ao consumo exclusivo de gramíneas e em consórcio com a leguminosa. Esses resultados foram possíveis devido à diferença existente no valor de $\delta^{13}\text{C}$ entre as plantas C4 e C3. Nas plantas C4, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ varia de -9 e -16‰, dependendo da espécie e da parte da planta analisada, e nas plantas C3 este valor fica entre -22 e -34‰.

Ao se observar a proporção entre o amendoim forrageiro e o capim-marandu no presente trabalho (Tabela 3) observa-se que a alta proporção de amendoim forrageiro (<30%) ocasionou uma boa aceitabilidade e consumo por parte dos bovinos em sistema consorciado quando comparado ao consumo exclusivo de capim-marandu no monocultivo.

Observando as curvas de diluição isotópica das fezes (Figura 3), pode-se verificar que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ alcançaram o novo patamar de equilíbrio isotópico, chegando os valores finais próximos aos valores isotópicos das plantas C4 e C3 e que a mudança nos valores do $\delta^{13}\text{C}$ nas fezes ocorre rapidamente.

Relacionando aos dados de consumo de MS, Macedo (2015), trabalhando com o mesmo experimento, encontrou efeito significativo para o consumo de forragem em percentagem do PV dos animais na estação do ano ($P < 0,01$). No consórcio o maior consumo de forragem foi durante o verão (9,5 %PV) e o menor foi na primavera (2,1 %PV). No monocultivo o maior consumo de forragem foi durante o verão (10 %PV) e o menor na primavera (3,2 %PV).

Distinções semelhantes foram verificadas por Vieira Júnior (2013) que diferenciou sistemas de produção de bovinos de corte pela técnica da análise dos isótopos estáveis. Animais provenientes de confinamento, pasto e sistema superprecoce foram diferenciados pela diferença isotópica do G^{13}C no sangue. De Smet *et al.* (2004), observaram clara distinção entre os tratamentos nas amostras de sangue total e plasma de touros jovens após 70 dias recebendo dieta com plantas C3 ou dieta mistas com plantas C3 e C4 (cerca de 59% de C4).

3.4- CONCLUSÕES

Os teores nutricionais indicam que a introdução da leguminosa na pastagem pode ser utilizada para produção de bovino sob o pastejo.

Usando a técnica de isótopo C-13 pode-se observar a ingestão da leguminosa pelos animais. As fezes refletem mudanças na ingestão em curto prazo da dieta de bovinos, porém não expressa os nutrientes incorporados.

3.5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC international. 17. ed. Washington DC, 2002.

DE SMET, S.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E.; BOECKX, P.; CLEEMPUT, O. V. Stable carbon isotope analysis of different tissues of beef animals in relation to their diet. **Rapid Communications Mass Spectrometry**, v.18, p.1227-1232, 2004.

DEMSKI, J. B.; MIRANDA, M. S. de; IRINEU JÚNIOR. A.; TOLEDO, L. M. de; GIMENES, F. M. de A.; AMBROSIO, L. A. Milk production of cows grazing *Brachiaria*: grasses convert HD364 and Marandu. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu-SP, v.20, n.2, p.70-72, 2013.

FERNANDES, L. D. O.; REIS, R. A.; PAES, V.; PASCHOAL, J. J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 36-46, 2015.

GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A. D.; CARVALHO, D. D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1109-1120, 2005.

HOFFMAN, P. C.; LUNDBERG, K. M.; BAUMAN, L. M.; SHAVER, R. D.; CONTRERAS-GOVEA, F. E. El efecto de la madurez en la digestibilidad del FDN (fibra detergente neutro). **Focus on Forage, Madison**, v.5, n.15, p.1-2, 2007.

LICATTI, F. Isótopos estáveis do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) em plantas do ciclo bioquímico C3 e C4. 1997. 65f. **Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas)** - Instituto de Biociências/Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, 1216-1231, 1998.

MACEDO, T. M. Consorciação gramínea – leguminosa em pastejo intensivo: parâmetros de solo, planta e animal. Belo Horizonte, EV-UFMG, 86p. **Tese de Doutorado**, 2015.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998, p. 203-242.

PARIS, W.; CECATO, U.; MARTINS, E. N.; LIMÃO, V. A.; GALBEIRO, S.; OLIVEIRA, E. Estrutura e valor nutritivo da pastagem de Coastcross -1 consorciada com *Arachis pintoii*, com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [Online], v.10, n.3, p.513-524, 2009.

PARIS, W.; CECATO, U.; SANTOS, G. T.; BARBERO, L.; AVANZZI, L.; LIMÃO, A. Produção e qualidade de massa de forragem nos estratos da cultivar Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoii* com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.2, p.135-143, 2008.

QUARESMA, J. P.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.2, p. 145-150, 2011.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte. In: VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Consumo de matéria seca de bovinos nelore e mestiços. Viçosa, MG: UFV, 2006. 142p.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, V. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Ed. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 3ed. UFV: Viçosa, MG. 502p. 2010.

VAN SOEST, P. J. Physico-chemical aspects of fibre digestion. *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, Davis, CA-US, v. 1, p. 351-365, 1975.

VAN SOEST, P. J. 1982. Nutritional ecology of ruminant. New York: Cornell University Press. 373p.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, NY-US: **Cornell University Press**, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA JÚNIOR, L. C. Diferenciação de sistemas de produção de bovinos de corte pela técnica da análise dos isótopos estáveis. Botucatu, FMVZ/UNESP, 68p. **Tese de Doutorado**, 2013.

CAPÍTULO 4

CONSÓRCIO CAPIM-MARANDU E AMENDOIM FORRAGEIRO: CICLAGEM DE NUTRIENTES

4.1- INTRODUÇÃO

A consorciação de gramíneas e leguminosas tem sido recomendada como alternativa viável e econômica de fornecimento de nitrogênio ao sistema de pastagem. As leguminosas contribuem para a melhoria da qualidade do solo, por meio de maior deposição de biomassa senescente com melhor qualidade, que possibilita o aumento de matéria orgânica no solo.

A manutenção do crescimento de plantas em pastagens depende do suprimento de nutrientes, sendo, portanto, os mais importantes deles o nitrogênio (N), fósforo (P) e o potássio (K). Esses nutrientes podem estar disponíveis para a planta através de vários processos como o seu desprendimento das partículas do solo devido à quebra realizada por agentes físicos ou bioquímicos, mineralização de resíduos de plantas ou animais durante a decomposição e através da adição de fertilizantes no solo.

A principal forma de fornecer nitrogênio à planta forrageira é pela fertilização química. No entanto a utilização de leguminosas consorciadas com gramíneas pode contribuir com o aporte de nitrogênio para o sistema, via fixação biológica, decorrente da simbiose entre a leguminosa e bactérias do gênero *Rhizobium*. O nitrogênio fixado é transferido para a leguminosa e disponibilizado ao solo pelo desprendimento dos nódulos e por reciclagem via mineralização da liteira da leguminosa, com possibilidade de ser utilizado pela gramínea, melhorando a produção de forragem.

Neste contexto, destaca-se o alto potencial do amendoim forrageiro como estratégia para o suprimento de N ao ecossistema da pastagem, por reduzir ou dispensar a utilização da adubação nitrogenada com fertilizantes sintéticos ou outras fontes.

Os nutrientes se encontram em diversos compartimentos (solos, plantas, microrganismos, água, ar). As transferências de compartimentos representam a forma mais simples de ciclagem de nutrientes. Na ciclagem de nutrientes, muitos ciclos são policíclicos,

o que significa que um elemento pode se reciclar mediante vários processos, dentro de um compartimento (solo) antes de ser transferido ao compartimento planta.

Os resíduos culturais, adicionados ao solo, são decompostos por microrganismos. Na decomposição dos resíduos culturais, os nutrientes presentes nos compostos orgânicos são absorvidos pelas células microbianas e posteriormente são liberados na forma mineral, no processo de mineralização.

O objetivo deste estudo foi determinar a ciclagem de nutrientes em sistema de consórcio entre o capim-marandu e o amendoim forrageiro e em sistema de monocultivo fertilizado com nitrogênio.

4.2-MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1- Caracterização da área e tratamentos experimentais

O experimento foi realizado no mesmo local e tratamentos citados no capítulo 2.

As características químicas do solo no início do experimento são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16- Caracterização química do solo no início do experimento para o sistema de consórcio capim-marandu com amendoim forrageiro e monocultivo de capim-marandu aos 20 cm profundidade

Análise química	Unidade	Consortiação	Monocultivo
pH H ₂ O	mg dm ⁻³	5,94	5,74
S (S-SO ₄)	mg dm ⁻³	7,38	5,44
Ca ⁺²	cmolc dm ⁻³	2,09	1,92
Mg ²⁺	cmolc dm	1,00	0,69
K ⁺	cmolc dm	0,342	0,285
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,12	0,08
H+Al	cmolc dm ⁻³	1,89	2,12
SB	cmolc dm ⁻³	3,44	2,89
t	cmolc dm ⁻³	3,56	2,99
T	cmolc dm ⁻³	5,33	5,02
V	%	63,8	57,02
M	%	5,14	3,57
CO	dag kg ⁻¹	2,06	2,00
MO	dag kg ⁻¹	3,54	3,45
Cu	mg dm ⁻³	0,26	0,34
Fe	mg dm ⁻³	93,8	94,06
B	mg dm ⁻³	0,22	0,21
Mn	mg dm ⁻³	0,93	0,73
Zn	mg dm ⁻³	0,66	0,66

4.2.2- Determinação da ciclagem de nutrientes

Para a avaliação da ciclagem de nutrientes foi adotada a metodologia de Grise (2005). Em cada sistema de manejo e estação do ano, foram retiradas amostras de solo, da planta (parte aérea e radical) e da liteira. Estas coletas foram realizadas sempre no final do ciclo de pastejo dos animais, tendo assim 12 repetições por tratamento.

Para a avaliação da parte aérea, raízes e liteira, a pastagem foi marcada na área a ser amostrada com uma forma de ferro (20 cm largura x 20 cm comprimento x 20 cm de profundidade) e, a partir do corte realizado na face interna da forma, usando pás retas e

cortantes, foram coletadas as amostras de pastagem de 20 cm largura x 20 cm comprimento x 20 cm profundidade (região de maior concentração de raízes).

Dentro de cada unidade experimental foram retiradas seis amostras, incluindo as raízes, a parte aérea das plantas (que foi separada em folhas, haste, MM e planta inteira) e a liteira. As amostras contendo raízes + rizomas passaram por limpeza e quebra, sendo submetidas a peneiras de 4mm e 2mm e 500 μ m. Logo após serem coletadas, todas as amostras foram acondicionadas a sacos de papel secas em estufa de ar forçado à 55° C por 96 h e em seguida pesadas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1mm e encaminhadas ao laboratório para as análises de macro e micronutrientes determinadas de acordo com Embrapa (1999).

Para estimar os valores de estoque total de nutrientes por hectare foi necessário determinar a densidade do solo. Para avaliação da densidade do solo (Ds), foram utilizadas amostras indeformadas retiradas em anel de aço de Kopecky de bordas cortantes com volume interno de 80 cm³. O anel de aço foi introduzido no solo com auxílio do amostrador tipo Uhland até o preenchimento total do anel. Os excessos de solo nos anéis foram removidos com auxílio de canivete e esponja de lã de aço, sendo estes revestidos na parte superior e inferior dos anéis com plástico, fixando-o com uma goma elástica, assim mantendo a amostra indeformada. No laboratório, os anéis com o solo foram levados para estufa, a 105° C e por 24 horas, até perder toda a umidade. Após esse período, as amostras foram pesadas, determinando-se a seguir a densidade do solo (Ds), em kg dm⁻³, através da expressão (EMBRAPA, 1997):

$$Ds = Ms / Vt \quad (1)$$

Em que:

Ds = Densidade do solo (g cm⁻³);

Ms = massa da amostra de solo seca a 105°C (g);

Vt = volume do anel (cm³).

Foi calculada a quantidade de carbono (C) estocada nas profundidades de 0-5; 5- 10 e 10-15 cm do solo multiplicando-se os valores do teor de C, da densidade e da espessura das camadas de 5 cm de solo por cada profundidade avaliada de acordo com a metodologia adaptada de (BURMAN *et al.*, 2004).

A determinação do C orgânico total (COT) foi realizada em seis profundidades do solo (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 e 40-60 cm) por oxidação da matéria orgânica (MO) por

via úmida, utilizando-se solução de $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido e matéria orgânica do solo pela percentagem de COT multiplicado por 1,724 (YEOMANS & BREMNER, 1988).

Para transformar os resultados obtidos de CO e MO de $dag\ kg^{-1}$ em $t\ ha^{-1}$, utilizou-se os fatores multiplicativos de transformação segundo CFSEMG (1999).

Os atributos químicos de solo foram avaliados nos dois sistemas de manejo nas quatro estações do ano em seis profundidades 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 e 40-60 cm. Foram coletadas aleatoriamente por meio de trado manual oito subamostras para cada profundidade. Após, foi feita uma amostra composta de 300g para cada profundidade. Foram realizadas análises químicas de solos: pH em água, teores de P, S e K (mg/kg), K, Ca, Mg, Al, H+Al ($cmolc/dm^3$) conforme o manual de análises da (EMBRAPA, 1999).

4.2.3- Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas, com sistema de manejo na parcela e estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) na subparcela. Foi considerada a fertilidade média das profundidades, ou seja, o fator camadas não foi incluído no modelo estatístico. As variáveis foram analisadas tendo em conta os fatores como sistema de manejo, ciclo de pastejo, e a interação tipo de sistema x ciclo de pastejo, usando o PROC MIXED (Statistical Analysis System; Littell *et al.* 1998)

Para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias foram utilizados os testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey para comparação das médias de tratamentos, admitindo taxa de erro tipo I ($\alpha=0,05$).

4.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1- Carbono no solo

As camadas superficiais de ambos os sistemas apresentaram valores menores de densidade do solo e inversamente proporcional aos teores de carbono (Tabela 17). À medida que aumenta a profundidade do solo a quantidade de carbono diminui. Esta baixa densidade

é atribuída ao alto valor de matéria orgânica do solo que ajuda na agregação do mesmo, aumentando assim a porosidade e a infiltração de água e diminui a densidade no solo.

O estoque de carbono foi significativo entre as profundidades do solo ($P < 0,05$), sendo que as camadas mais superficiais (0-10 cm) constaram maiores estoques de carbono para os dois manejos (Tabela 17). O fato do estoque de C da área fertilizada ser semelhante, na segunda e terceira camada e superior na primeira camada, em relação à área com leguminosas, provavelmente se deve ao maior volume de material senescentes nestas áreas e naturalmente uma maior decomposição e conseqüentemente um aumento na mineralização da matéria orgânica nestas áreas.

Salimon *et al.*, (2007) constataram que os estoques de carbono, com a implantação de pastagens, podem decrescer nos primeiros anos da conversão, e aumentar nos anos seguintes até atingir concentrações iguais ou muito superiores aos encontrados antes da retirada da floresta.

Tabela 17 - Médias de densidade, percentual de carbono (C), total de C por camada ha^{-1} e estoque de carbono em função da profundidade do solo

Profundidade cm	Densidade ($kg\ dm^{-3}$)	% C	C em $500m^3$	Estoque de C ($kg\ dm^{-3}$)
Consociaçãoção				
0-5	1,296	2,61	3,38	3,36A
5-10	1,496	2,15	3,22	3,04B
10-15	1,542	1,79	2,78	2,84B
Monocultivo				
0-5	1,296	2,32	3,10	3,77A
5-10	1,496	1,91	2,98	3,23B
10-15	1,542	1,51	2,48	2,88B

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

A incorporação de carbono no solo origina-se no processo de deposição da liteira sobre a superfície do solo, cujo material teve seu carbono incorporado através do processo de fotossíntese realizada pelas plantas e transformado em matéria orgânica. A quantidade de carbono presente no solo é intrinsecamente relacionada ao processo de decomposição da biomassa por atividades bacterianas e a quantidade de carbono na biomassa aérea decorrente do processo da fotossíntese (TITO *et al.*, 2009).

Houve significância ($P < 0,05$) nos teores de MO entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor valor de MO ($2,61 \text{ dag kg}^{-1}$) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 18).

Houve significância ($P < 0,05$) nos teores de COT entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor valor de COT ($1,51 \text{ dag kg}^{-1}$) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 18).

Tabelas 18 - Médias de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico total (COT) em função da profundidade do solo

Profundidade (cm)	Consórcio	Monocultivo
	MO (dag kg^{-1})	
0-5	4,11	4,95
5-10	3,16	3,48
10-15	2,79	2,89
15-20	2,42	2,73
20-40	1,84	1,85
40-60	1,34	1,25
Média	2,61b	2,86a
	COT (dag kg^{-1})	
0-5	2,39	2,87
5-10	1,83	2,02
10-15	1,62	1,67
15-20	1,4	1,59
20-40	1,07	1,07
40-60	0,78	0,72
Média	1,51b	1,66a

Médias seguidas de letras distintas minúscula na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

Os dados encontrados para MO podem estar relacionados com o aumento da produção da forrageira que levou a maior quantidade de material senescente, com o aumento de dejeções dos animais em razão do seu maior número para ajustar a lotação com a produção vegetal e às perdas de forragem devido ao pisoteio.

O aumento da matéria orgânica e o seu processo de decomposição no solo está relacionado com a alteração do pH do solo, pois aumentam a quantidade de ácidos orgânicos

presentes. Esses compostos orgânicos formam grupos carboxílicos e fenólicos, presentes em muitas reações químicas. Uma das múltiplas funções da MO é complexar os cátions H^+ e Al^{3+} livres, presentes nos compostos orgânicos aniônicos dos resíduos vegetais no solo, e adicionar as bases trocáveis (Ca, Mg e K). Este processo biogeoquímico causa redução na acidez do solo e elevação no valor do pH (IWATA *et al.*, 2012).

A maior presença de material senescente se deve a prática de manejo adotado no pastejo rotacionado destas áreas antes do período experimental onde se utilizava 35 dias de descanso, reduzindo para 28 dias de descanso com o início do período experimental.

Volpe *et al.* (2008) não observaram diferenças significativas para MO ao estudar renovação de pasto degradado com utilização de calagem, adubação e leguminosa consorciada.

Galdos *et al* (2009) relataram maior concentração de carbono na camada superficial (0-10 cm), tanto em áreas com cana-de-açúcar quanto em áreas de floresta nativa corroborando com Neumann-Cosel *et al.* (2011) que relataram haver maior concentração de carbono nos 10 cm superiores do solo do que em camadas mais profundas, independentemente da vegetação.

Bernoux e Volkoff (2006), em extensa revisão de literatura das alterações dos estoques de carbono da matéria orgânica do solo, entre plantio direto e cultivo convencional, observaram taxas de C variando de 0,4 a 1,7 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ quando avaliaram até a camada de 40 cm de solo.

4.3.2-Macro e micronutrientes da liteira e raízes

Não houve significância ($P < 0,05$) entre os sistemas consórcio e monocultivo para o teor total de minerais presentes na liteira e nas raízes (Tabelas 19 e 20).

Nesse estudo, entre as estações do ano, o total de nutrientes minerais presentes na liteira acumulada sobre o solo encontram-se na faixa de 203,2 e 215,9 mg kg⁻¹ no consórcio e monocultivo, respectivamente (Tabela 19). Neste caso, o acúmulo observado nos dois sistemas deve-se à grande quantidade de massa de forragem presente no pasto, pela diversidade entre as duas espécies que compõem estes sistemas, com diferente composição química e tempos de decomposição.

O consórcio é o sistema que estoca quantidades mais elevadas dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg, sugerindo que a prática de manejo utilizada é essencial para que o sistema

possa atingir mais cedo o equilíbrio na ciclagem de nutrientes e, assim desenvolver maior biomassa e produtividade econômica. Os micronutrientes Fe e Mn presentes na liteira foram semelhantes ($P < 0,05$) entre os sistemas.

Tabela 19. Teor mineral presente na liteira em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
	-----mg/kg-----										
Outono	8,66A	1,1BC	8,75B	7,53A	2,64A	1,05A	6,90A	83,04B	55,23B	37,51B	212,42A
Inverno	1,33B	2,01A	17,31A	1,88B	1,97B	0,63B	6,16A	155,45A	35,3C	21,62C	243,67A
Primavera	1,57B	0,85C	5,60B	7,73A	2,78A	0,65B	6,78A	39,53B	67,02A	58,25A	190,76A
Verão	1,84B	1,43B	3,98B	6,26A	2,75A	0,67B	5,63A	36,87B	76,80A	55,18A	191,42A
Consorcio	3,47A	1,51A	11,0A	6,88A	2,59A	0,72A	6,26B	63,19A	62,54A	45,04A	203,2A
Monocultivo	3,23B	1,18B	6,82A	4,81B	2,48B	0,78A	6,47A	94,25A	54,64A	41,24B	215,9A
CV (%)	33,81	17,0	41,2	26,41	10,79	15,84	11,4	40,63	18,3	21,18	14,21

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 20. Teor mineral presente nas raízes em sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro e em monocultivo nas diferentes estações do ano

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
	-----mg/kg-----										
Outono	4,15A	0,35B	13,00B	7,22A	1,40AB	0,48B	12,44AB	54,97A	49,03A	48,73A	191,79A
Inverno	3,42AB	0,85A	4,23C	3,68C	1,07AB	0,90A	10,49AB	44,09AB	33,68B	26,93B	129,35B
Primavera	1,32B	0,46B	14,04B	5,15BC	0,79B	0,34B	8,62B	36,90B	34,63B	31,03B	133,28B
Verão	1,28B	0,52AB	21,77A	6,37AB	1,50A	0,28B	14,36A	39,84B	40,22AB	26,23B	152,39B
Consorcio	3,43A	0,58A	13,54A	6,07A	1,34A	0,56A	11,60A	43,39B	37,18A	33,11B	150,81A
Monocultivo	1,67B	0,50B	12,98B	5,14A	1,04A	0,45A	11,36B	44,50A	41,60A	33,35A	152,60A
CV (%)	29,70	29,71	29,55	20,90	15,47	16,43	21,68	17,85	17,32	21,95	13,16

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A liteira acumulada sobre o solo sofre o processo de mineralização, que corresponde à decomposição da matéria orgânica, resultando em compostos minerais simples, os quais são assimilados pelas plantas, contribuindo para o aumento do nível de fertilidade do solo. Esta contribuição depende da qualidade nutricional da liteira produzida pela vegetação e acumulada sobre o solo (o que pode ser avaliado pelo estoque total de nutrientes na camada de liteira), bem como das taxas de decomposição da liteira em épocas diferentes. Existem poucos estudos que enfocam a concentração de nutrientes em liteira de solo. A grande maioria dos estudos de liteira se refere à liteira de coletores e à decomposição da liteira.

Comparado aos resultados de outros estudos (DRESCH, 2003; COSTA *et al.*, 2002; TAPIA-CORAL & ALFAIA, 2005), os estoques de nutrientes da camada de liteira obtidos neste trabalho foram maiores em todos os sistemas, provavelmente, por estarem em solos mais ricos em macronutrientes, reforçando a hipótese de que solos mais férteis acumulam liteira de melhor qualidade química.

A quantidade de liteira e seu conteúdo de nutrientes aportados ao solo refletem na sua capacidade produtiva e no seu potencial de recuperação ambiental, tendo em vista as modificações que irão ocorrer nas características químicas do solo (SCHUMACHER *et al.*, 2004). A qualidade de liteira influencia a abundância, composição e atividade dos microrganismos e fauna do solo, que participam da decomposição do material e determinam a taxa de decomposição e dinâmica de nutrientes (POLYAKOVA & BILLOR, 2007).

Nas raízes o total de nutrientes minerais encontram-se na faixa de 150,81 e 152,6 mg kg⁻¹ no consórcio e monocultivo, respectivamente (Tabela 20). Houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as estações. No outono houve a maior concentração de minerais nas raízes 191,79 mg kg⁻¹, diferindo das demais estações do ano.

O monocultivo foi o sistema que mais estocou os macronutrientes P, K, Ca, Mg e S nas raízes (Tabela 20). Porém, para os teores de N o consórcio foi muito superior ao monocultivo na estocagem das raízes (3,43 g kg).

Para os micronutrientes presentes nas raízes apenas o Mn foi semelhante ($P < 0,05$) entre os sistemas de consórcio e monocultivo. A explicação está relacionada a maiores taxas de decomposição das raízes e da liteira nos pastos consorciadas. Esse aumento nas taxas de decomposição fornece um fluxo estável de fósforo orgânico para o solo e, como consequência, incentiva a ciclagem e disponibilidade desse elemento para as plantas (DIAS FILHO, 2007).

4.3.3-Macro e micronutrientes do amendoim

Houve significância ($P > 0,05$) entre as estações do ano no pré-pastejo de bovinos para o teor total de minerais presentes no amendoim forrageiro (Tabelas 21). A estação outono apresentou a maior média total (472,1 mg/kg), diferenciando-se das demais estações do ano.

Não houve significância ($P < 0,05$) entre as estações do ano no pós-pastejo de bovinos para o teor total de minerais presentes no amendoim forrageiro (Tabelas 22).

O amendoim apresentou maiores quantidades de N, Ca, Mg, S e Cu durante o pré-pastejo. Já no pós-pastejo a maior concentração foi de P e K como reflexo da sua capacidade de deposição de folhas senescentes.

De todos os nutrientes concentrados na fitomassa do amendoim forrageiro, o N representa um real aporte ao sistema, principalmente pelo incremento do elemento ao solo pela fixação simbiótica. Campello *et al.* (2008) verificaram que do total de N acumulado no calopogônio, 71,9% são oriundos da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Espindola *et al.* (2005) em estudo com o cudzu tropical e amendoim forrageiro, identificaram que nestas espécies os valores de N oriundos da FBN foram de 86,2 e 66,9% respectivamente; enquanto o estilosantes e a soja perene teriam em média, 70% do N total proveniente da FBN, segundo afirmativa de Giller (2001).

Em leguminosas, o P desempenha papel fundamental no desenvolvimento inicial das plantas, sobretudo pela sua importância nos processos de nodulação e fixação de N_2 atmosférico (CHAUDHARY & FUJITA, 1998). Pesquisas de nutrição mineral têm apresentado o baixo requerimento de P do amendoim forrageiro (POLO, 2000; VASCONCELLOS *et al.*, 1999; VIANA *et al.*, 2000) o que lhe proporciona maior eficiência na absorção do elemento. Esta inferência de rusticidade demonstrada pela planta proporciona, além de crescimento vegetal sem maiores diluições de nutrientes, aumento da concentração de P nos tecidos.

Costa *et al.* (2006) com a cultivar Amarillo observaram que os teores de P foram de 0,18 e 0,19% com 30 e 90kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Os autores citam o nível crítico de P relacionado a 90% da produção máxima de MS estimado em 0,18%.

Tabela 21. Teor mineral presente no amendoim no pré-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu nas diferentes estações do ano

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
	-----mg/kg-----										
Outono	5,59B	1,51AB	12,33A	3,74C	2,67C	0,96B	6,87A	256,2A	113,2A	54,49A	472,1A
Inverno	17,96A	1,07B	16,21A	13,58AB	4,91AB	1,58A	3,40B	120,1B	56,75B	30,88C	266,5B
Primavera	21,92A	1,85AB	20,25A	16,14A	5,93A	1,60A	8,56A	88,74B	54,54B	50,58AB	270,1B
Verão	21,27A	2,07A	20,00A	8,64BC	3,19BC	1,25AB	6,19AB	76,38B	40,77B	36,38BC	211,0B
CV (%)	29,21	29,07	24,71	28,54	26,81	27,80	33,96	29,66	29,43	23,31	19,25

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 22. Teor mineral presente no amendoim no pós-pastejo de bovinos em sistema de consórcio do capim-marandu nas diferentes estações do ano

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
	-----mg/kg-----										
Outono	7,00BC	1,49BC	17,96A	6,58AB	3,13AB	1,31A	4,02B	116,3A	34,88A	37,23A	229,97A
Inverno	24,77A	2,12B	22,58A	8,75A	4,39A	0,98A	6,68A	61,85A	38,77A	33,86A	204,76A
Primavera	12,30B	0,95C	20,92A	2,08C	1,80B	0,71A	2,80BC	71,19A	29,14A	29,38A	171,27A
Verão	1,38C	3,55A	18,79A	4,24BC	2,93AB	0,96A	1,18C	109,40A	36,96A	32,96A	212,35A
CV (%)	20,00	11,64	14,22	26,19	16,1	20,42	17,13	29,1	18,35	10,42	16,01

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

4.3.4-Macro e micronutrientes das frações da forragem

Para as frações da forragem no pré-pastejo houve significância ($P>0,05$) entre os dois sistemas, consorciado e monocultivo, no material morto e no material verde quanto ao teor de nutrientes totais (Tabelas 23). A fração MM do consórcio apresentou um total de 291,6 mg/kg e no monocultivo a média total foi de 293,4 mg/kg. Já para a MV o consórcio apresentou um total de 306,97mg/kg e no monocultivo a média total foi de 302,82 mg/kg.

No consórcio, os teores de macro e micro nutrientes estiveram em uma faixa intermediária, em relação ao monocultivo. O maior teor de N nas frações da forragem do consórcio é explicado pela fixação biológica de nitrogênio (PERIN *et al.*, 2003).

Os dois sistemas apresentaram resultados de concentrações de N, P, K, Ca e Mg satisfatórios (Tabelas 23 e 24). A elevada produção de MS, possibilitada pela excelente habilidade dessas espécies em rebrotar com o reinício das chuvas, parece ser fator determinante na capacidade dessas plantas reciclarem os nutrientes para o solo. Essas observações estão de acordo com resultados obtidos por Carpin *et al.* (2008), em que o manejo de *P. glaucum* em estádios fenológicos mais jovens promoveram maior velocidade de decomposição de seus resíduos.

No pós-pastejo apenas a fração haste da forragem não apresentou significância ($P<0,05$) entre os dois sistemas, consorciado e monocultivo para o teor de nutrientes totais (Tabelas 24). No consórcio a haste apresentou um total de 214,46 mg/kg e no monocultivo a média total foi de 230,17 mg/kg.

As taxas de liberação de nutrientes estão estreitamente relacionadas à alocação destes nas células e nos tecidos vegetais, de forma que os elementos mais solúveis são liberados primeiro do que os com menor solubilidade (FERNANDEZ *et al.*, 2009).

A disponibilidade de N é o fator dominante que controla os diferentes processos de crescimento e desenvolvimento da planta. O N se manifesta, de um lado, melhorando diretamente a eficiência da fotossíntese e, por outro, promovendo a redistribuição prioritária do carbono para a formação da parte aérea.

Estudos de Aita e Giacomini (2013) apontaram que a matéria seca do pós-pastejo foi inversamente proporcional aos teores de N total, N e C solúveis em água, bem como os teores de celulose, hemiceluloses e lignina. Todavia, os autores relatam que o N do solo, apresenta possibilidade de perdas por volatilização e, sobretudo, imobilização por parte da microbiota do solo durante a decomposição da matéria seca e pode não ser aproveitado de forma imediata.

Ribeiro e Pereira (2011), estudando as frações lâmina, colmo e a planta inteira do capim-tifton 85, em função das doses de N e idades de rebrotação encontraram teores médios de P 0,22; 0,21 e 0,22% na lâmina, colmo e planta inteira, respectivamente. Para o K os teores encontrados foram 0,84; 1,33 e 1,11% na lâmina, colmo e planta inteira, respectivamente. Para o Mg os teores encontrados foram 0,45; 0,33 e 0,35% na lâmina, colmo e planta inteira, respectivamente. Os teores de Ca de lâminas, colmos e planta inteira não foram influenciados pelas doses de N e idades de rebrotação, verificando-se teores médios de 0,61; 0,37 e 0,48%, respectivamente.

O capim-marandu por ser uma espécie de crescimento rápido é capaz de extrair quantidades consideráveis de nutrientes em um curto espaço de tempo, principalmente de N e K (CRUSCIOL & SORATTO, 2009). Tanto no pré quanto no pós-pastejo o consórcio, de modo geral, acumulou quantidades intermediárias de nutrientes quando comparadas às do monocultivo.

Santos Júnior *et al.*, (2005) observaram concentrações máximas de Ca nas lâminas de folhas recém-expandidas de capim-tanzânia de 6,4 g kg⁻¹ aos 26 dias de rebrotação no verão e de 4,1 a 6,4 g kg⁻¹ para a rebrotação no ciclo de pastejo de outono. Encontrou para o enxofre a variação de 1,3 a 1,8 g kg⁻¹ e de 1,5 a 2,0 g kg⁻¹ nos ciclos de pastejo de verão e de outono, respectivamente.

Fagundes *et al.* (2000) avaliaram a concentração de macronutrientes no capim-tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) aos 30, 60, 90 e 120 dias durante o período de outono-inverno. As concentrações de N e K diminuíram de forma linear com taxas de 0,27 e 0,16 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Já para o cálcio, esses autores não obtiveram padrões de variação consistentes ao longo do período de rebrotação (4,6 a 5,8 g kg⁻¹), uma vez que o nutriente, por causa de sua pequena mobilidade quanto à redistribuição, acumula-se nas partes mais velhas da planta.

As funções dos micronutrientes nas plantas estão ligadas com processos de ativação enzimática, etapas da fotossíntese, síntese de parede celular e estabilidade de membranas e em determinados passos do metabolismo (MARSCHNER, 2012). A intensificação da produtividade dos pastos com o emprego de adubações (principalmente nitrogenada) deve haver maior demanda de micronutrientes no sistema, principalmente de zinco (MONTEIRO *et al.*, 2004).

Há divergência na literatura quanto aos resultados da descrição do comportamento das concentrações de macro e micronutrientes ao longo do crescimento de plantas forrageiras,

provavelmente pela ausência de padrão da concentração de nutrientes presentes nestas espécies.

Tabela 23. Teor mineral das frações da forragem do capim-marandu em sistema de consórcio com o amendoim-forrageiro e em monocultivo no pré-pastejo de bovinos

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
-----mg/kg-----											
Forragem total											
Consórcio	10,53A	1,55B	19,76A	5,40A	3,17B	1,26A	6,43A	135,18B	70,71A	48,70A	307,50A
Monocultivo	10,50B	1,72A	16,99A	6,71A	3,51A	1,21B	5,99B	137,73A	65,71B	40,19A	292,79A
CV (%)	27,62	18,5	19,23	27,6	15,3	20,7	21,35	32,5	27,27	18,1	21,32
Folha											
Consórcio	14,58A	1,91A	22,26A	5,70B	3,40B	1,26A	5,27A	137,83B	70,55A	48,93A	308,6A
Monocultivo	13,08A	1,91A	19,04B	6,36A	3,54A	1,35A	7,16A	144,49A	66,52B	48,83A	310,3A
CV (%)	27,24	15	17,84	23,89	14,74	23,64	17,35	28,99	27,23	25,82	24,4
Haste											
Consórcio	9,68A	1,58B	18,72B	4,18B	2,64B	1,12A	5,55B	136,52B	67,03B	50,77A	300,61A
Monocultivo	11,49A	1,75A	19,32A	5,90A	3,62A	1,14A	6,41A	138,00A	67,04A	40,01B	306,62A
CV (%)	23,88	14,71	30,86	23,46	15,1	26,27	19,73	36,5	28,51	22,98	22,98
Material morto											
Consortio	11,19A	1,24A	12,42B	6,24B	2,91B	0,83A	6,52A	142,2A	72,00A	39,83B	291,6B
Monocultivo	7,95A	1,43A	13,53A	6,52A	3,32A	1,12A	6,16B	140,4B	69,72B	42,13A	293,4A
CV (%)	31,94	19,95	32,73	24,64	14,4	15,98	18,54	28,11	27,54	21,84	20,80
Material verde											
Consortio	12,11A	2,08A	21,91A	5,08B	3,08B	2,07B	6,60B	140,66B	72,22A	44,95A	306,97A
Monocultivo	10,81B	2,00B	21,60A	6,00A	3,74A	2,13A	7,91A	141,21A	67,83B	44,30B	302,82B
CV (%)	23,12	19,91	16,10	23,75	13,90	13,98	27,51	32,3	27,00	18,62	22,4

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 24. Teor mineral das frações da forragem do capim-marandu em sistema de consórcio com o amendoim-forrageiro e em monocultivo no pós-pastejo de bovinos

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Total
	-----mg/kg-----										
	Forragem total										
Consórcio	7,56A	1,97A	21,54B	2,53B	5,15A	0,85B	2,53B	83,32B	39,36B	32,71B	197,52B
Monocultivo	7,46B	2,17A	21,96A	2,62A	5,08B	0,97A	3,26A	129,02A	39,55A	40,28A	252,38A
CV (%)	19,18	11,56	10,43	17,99	52,23	13,43	14,58	24,62	22,31	13,71	16,07
	Folha										
Consórcio	8,23A	1,94B	23,00B	2,52A	2,68A	1,05A	3,41A	83,26A	39,42A	36,24A	201,76A
Monocultivo	8,17B	2,46A	24,21A	2,23A	2,42A	1,01B	2,84B	65,45A	31,51B	34,71B	175,02B
CV (%)	19,01	10,5	15,38	24,45	11,82	17,14	13,24	23,14	23,32	17,1	13,25
	Haste										
Consórcio	11,02A	1,94B	23,46A	3,65A	2,55A	0,90A	3,24B	88,40B	37,50A	41,79B	214,46A
Monocultivo	9,02B	2,08A	23,30A	3,50A	2,49B	1,10A	3,44A	96,41A	35,88A	52,95A	230,17A
CV (%)	30,48	13,48	11,48	33,08	10,2	17,08	16,25	38,02	22,66	15,40	18,74
	Material morto										
Consortio	7,45A	1,69B	18,46B	2,43A	2,47A	0,82A	2,53A	90,37B	43,00A	29,16B	198,40B
Monocultivo	6,45A	1,97A	18,52A	2,62A	2,46B	0,86A	2,86A	140,13A	44,92A	37,74A	258,54A
CV (%)	19,36	11,25	22,43	16,98	8,56	19,31	12,05	26,93	27,68	16,37	18,47
	Material verde										
Consortio	5,65A	1,86A	18,55A	3,81A	2,19B	0,69B	2,35B	90,50B	38,23B	42,48A	206,32B
Monocultivo	7,07A	2,14A	16,08A	3,35B	2,70A	0,89A	3,13A	121,57A	39,41A	41,89B	238,23A
CV (%)	16,84	19,91	18,46	30,44	10,64	16,73	14,18	23,49	20,74	12,16	14,20

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

4.3.5- Caracterização química do solo

O pH em água diferiu ($P < 0,05$) entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor pH (5,33) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 25).

Tabela 25- Atributos químicos do solo para os dois sistemas: capim-marandu em consórcio com o amendoim forrageiro (consorciação) e monocultivo do capim-marandu fertilizado com 120 Kg ha⁻¹ de N/ano. Médias de seis profundidades (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-40 e 40-60 cm)

Análise química	Unidade	Consorciação	Monocultivo
pH H ₂ O	mg dm ⁻³	5,33b	5,37a
P	mg dm ⁻³	3,80b	5,35a
S (S-SO ₄)	cmolc dm ⁻³	6,80b	9,19a
K ⁺	mg dm ⁻³	81,07a	88,25a
K ⁺	cmolc dm	0,21a	0,23a
Ca ⁺²	cmolc dm ⁻³	3,37a	2,02a
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,76a	0,96a
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,34a	0,37a
pH SMP	mg dm ⁻³	6,40b	6,48a
SB (Soma de bases)	cmolc dm ⁻³	4,33a	3,20a
t (CTC efetiva)	cmolc dm ⁻³	4,62a	3,44a
T (CTC a pH 7,0)	cmolc dm ⁻³	7,20a	5,92a
V(Saturação por bases)	%	47,50b	50,49a
m (Saturação por Al)	%	14,44a	15,86a
B	mg dm ⁻³	0,16a	0,14a
Cu	mg dm ⁻³	0,30a	0,30a
Fe	mg dm ⁻³	96,25a	80,86b
Mn	mg dm ⁻³	1,16a	1,24a
Zn	mg dm ⁻³	0,70a	0,81a

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 26- Atributos químicos do solo para sistema de consórcio do capim-marandu com o amendoim forrageiro

Análise química	Unidade	Consórcio					
		Profundidade (cm)					
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-40	40-60
pH H ₂ O	mg dm ⁻³	5,41	5,33	5,26	5,35	4,99	4,64
P	mg dm ⁻³	8,16	5,54	3,96	3,02	1,33	0,79
S (S-SO ₄)	cmolc dm ⁻³	7,18	4,38	4,16	4,74	6,33	13,97
K ⁺	mg dm ⁻³	117,24	99,87	89,00	89,14	56,17	35,00
K ⁺	cmolc dm	0,30	0,26	0,23	0,23	0,14	0,09
Ca ⁺²	cmolc dm ⁻³	2,58	2,09	4,11	4,77	5,73	0,94
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,17	0,82	0,64	1,30	0,37	0,23
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,16	0,21	0,28	0,25	0,38	0,75
pH SMP	mg dm ⁻³	6,46	6,47	6,44	6,49	6,32	6,22
SB (Soma de bases)	cmolc dm ⁻³	4,05	3,16	4,98	6,30	6,24	1,26
t (CTC efetiva)	cmolc dm ⁻³	4,15	3,28	5,17	6,49	6,63	2,00
T (CTC a pH 7,0)	cmolc dm ⁻³	6,75	5,83	7,79	8,99	9,17	4,68
V(Saturação por bases)	%	59,27	54,08	51,25	51,50	41,69	27,19
m (Saturação por Al)	%	4,78	7,28	10,29	9,64	16,94	37,72
B	mg dm ⁻³	0,20	0,18	0,18	0,15	0,12	0,10
Cu	mg dm ⁻³	0,35	0,34	0,37	0,27	0,25	0,21
Fe	mg dm ⁻³	108,31	108,19	112,04	105,14	91,29	52,53
Mn	mg dm ⁻³	2,26	1,59	1,19	0,77	0,61	0,56
Zn	mg dm ⁻³	1,90	0,83	0,57	0,41	0,28	0,23

Tabela 27- Atributos químicos do solo para sistema em monocultivo do capim-marandu fertilizado com 120 Kg ha⁻¹ de N/ano

		Monocultivo					
Análise química	Unidade	Profundidade					
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-40	40-60
pH H ₂ O	mg dm ⁻³	5,73	5,67	5,59	5,51	5,09	4,61
P	mg dm ⁻³	13,60	8,41	5,23	2,82	1,21	0,81
S (S-SO ₄)	cmolc dm ⁻³	6,47	5,56	5,00	5,48	11,19	21,44
K ⁺	mg dm ⁻³	130,53	100,25	89,39	91,98	67,97	49,41
K ⁺	cmolc dm	0,33	0,25	0,23	0,24	0,17	0,13
Ca ⁺²	cmolc dm ⁻³	3,08	2,45	2,16	2,00	1,40	1,00
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,09	2,84	0,63	0,57	0,38	0,25
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,22	0,20	0,32	0,32	0,41	0,77
pH SMP	mg dm ⁻³	6,52	6,61	6,63	6,52	6,38	6,23
SB (Soma de bases)	cmolc dm ⁻³	4,51	5,54	3,03	2,81	1,95	1,38
t (CTC efetiva)	cmolc dm ⁻³	4,56	5,60	3,12	2,94	2,27	2,13
T (CTC a pH 7,0)	cmolc dm ⁻³	7,10	7,93	5,35	5,41	4,94	4,80
V(Saturação por bases)	%	63,15	60,79	57,00	52,41	40,62	28,98
m (Saturação por Al)	%	5,80	6,82	11,98	13,42	19,48	37,65
B	mg dm ⁻³	0,20	0,16	0,16	0,14	0,11	0,10
Cu	mg dm ⁻³	0,40	0,36	0,36	0,28	0,22	0,20
Fe	mg dm ⁻³	96,58	89,83	86,32	86,10	75,09	51,21
Mn	mg dm ⁻³	2,52	1,58	1,16	0,94	0,62	0,63
Zn	mg dm ⁻³	2,26	1,11	0,61	0,44	0,23	0,20

O menor pH no consorciação se deve ao fato de maior absorção de bases (K^+ , Ca^+ e Mg^+) no sistema consorciado. A exportação de nutrientes pelas culturas acarreta maior acidez. No monocultivo, por ter apenas o capim-marandu tem-se uma menor absorção de nutrientes.

De acordo com Malavolta (1981) a faixa de pH entre 5,5 e 6,5 é a ideal para os solos, pois a maioria dos nutrientes se encontram disponíveis em maior quantidade, sendo absorvidos com facilidade pelas raízes das plantas. Portanto, é um fator decisivo para o crescimento de todos os organismos que vivem no solo: plantas, animais e microrganismos.

Quanto ao pH do solo já foram observados algumas elevações quando se aumenta a matéria orgânica ao solo. Esse resultado seria decorrente da complexação dos H^+ e Al^{3+} livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e do aumento da saturação da capacidade de troca de cátions (CTC), o que reduziria a acidez potencial (PAVINATO & ROSOLEM, 2008).

Houve significância nos teores de P ($P < 0,05$) entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor valor de P ($3,80 \text{ mg dm}^{-3}$) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 25).

Houve significância nos teores de S ($P < 0,05$) entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor valor de S ($6,80 \text{ cmolc dm}^{-3}$) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 25). A maior concentração foi verificada no inverno ($8,25 \text{ mg dm}^{-3}$), enquanto a menor na primavera ($5,67 \text{ mg dm}^{-3}$).

Não houve significância nos teores de K^+ ($P > 0,05$) entre os sistemas de manejo. As médias para o consórcio foram de $81,07 \text{ (mg dm}^{-3}\text{)}$ e $0,21 \text{ (cmolc dm}^{-3}\text{)}$. Para o monocultivo as médias foram de $88,25 \text{ (mg dm}^{-3}\text{)}$ e $0,23 \text{ (cmolc dm}^{-3}\text{)}$ (Tabela 25).

A disponibilidade de K^+ além de promover a síntese proteica, também possibilita a concentração do nutriente no tecido foliar. O potássio é bastante móvel no solo e sua absorção é altamente seletiva (CHEN & GABELMAN, 2000). Conforme Rao e Kerridge (1993), o amendoim forrageiro apresenta alta resposta ao K^+ quando o teor desse nutriente no solo for inferior a $0,06 \text{ cmol/kg}$, o que pode ser observado no presente estudo.

A presença da leguminosa auxilia no estabelecimento das gramíneas, e até mesmo no sistema radicular, facilitando a mobilização de K assim como ocorre no monocultivo. Embora com o aumento da produção de forragem sugere maior demanda por K, pode estar ocorrendo maior reciclagem desse nutriente com a decomposição dos resíduos vegetais da gramínea e da

leguminosa favorecendo o aporte de K para o solo, contribuindo para o aumento da produção de matéria seca da forrageira.

Não houve significância nos teores de Ca^{2+} ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo. A média para o consórcio foi de $3,37 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e para o monocultivo a média foi de $2,02 \text{ cmolc dm}^{-3}$ (Tabela 25).

Além do Ca^{2+} contribuir para o crescimento e multiplicação das raízes das plantas (SOUZA *et al.* 2000), é importante na preservação da capacidade de absorção das raízes mediante a manutenção da integridade da membrana plasmática, bem como na prevenção da perda de solutos para a solução externa, aumentando a concentração de nutrientes pela planta (MALAVOLTA, 2006).

Não houve significância nos teores de Mg^{2+} ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo. A média para o consórcio foi de $0,76 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e para o monocultivo a média foi de $0,96 \text{ cmolc dm}^{-3}$ (Tabela 25).

Os teores de Mg^{2+} , Ca^{2+} e K^+ tanto para o sistema de consórcio quanto para o monocultivo foram semelhantes. Isto indica que a absorção desses nutrientes pelas raízes da gramínea em camadas mais profundas do solo e devolução destes na superfície com a adubação nitrogenada pode ser suprida no sistema de consórcio pela incorporação do amendoim forrageiro ao sistema, garantindo uma maior produção vegetal com a devolução de resíduos na superfície do solo e conseqüentemente um maior enriquecimento da camada superficial, assim como ocorre com adubação nitrogenada em monocultivo.

O pH SMP diferiu ($P<0,05$) entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor pH (6,40) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 25).

Não houve significância para a SB ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo. A média para o consórcio foi de $4,33 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e para o monocultivo a média foi de $3,20 \text{ cmolc dm}^{-3}$ (Tabela 25).

No consórcio a maior SB foi obtida na camada de 15-20 cm ($6,30 \text{ cmolc dm}^{-3}$) enquanto que na camada 40-60 cm foi encontrado o menor valor ($1,26 \text{ cmolc dm}^{-3}$) (Tabela 27). Pode-se observar que no monocultivo a maior SB foi encontrada na camada de 5-10 ($5,54 \text{ cmolc dm}^{-3}$) e a menor na camada de 40-60 cm ($1,38 \text{ cmolc dm}^{-3}$) (Tabela 28).

Não houve significância ($P>0,05$) para a CTC efetiva (t) e em pH 7,0 (T) entre os sistemas de manejo. A média para a CTC efetiva no consórcio foi de $4,62 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e para o monocultivo a média foi de $3,44 \text{ cmolc dm}^{-3}$. Para a CTC a pH 7,0 a média no consórcio foi de $7,20 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e para o monocultivo a média foi de $5,92 \text{ cmolc dm}^{-3}$ (Tabelas 27 e 28).

Entretanto, estes valores foram mais elevados na camada mais superficial do sistema em consórcio, e está relacionado à presença de MO nestas camadas do solo. O monocultivo apresentou menores valores para esse atributo em relação ao consórcio.

De acordo com a classificação de Ribeiro *et al.* (1999) os valores de CTC encontrados são considerados médios (4,6 a 10 cmolc dm^{-3}).

Para Iwata *et al.* (2012), a troca de cátions de solos com maiores teores de MO também é influenciada pelo alto poder de reatividade da MO aos seus diversificados radicais orgânicos. Em solos tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica pode representar um grande percentual da CTC total do solo; a manutenção ou o aumento dos teores de MO é fundamental na retenção dos nutrientes e na diminuição da sua lixiviação (BAYER & MIELNICZUK, 2008).

Houve significância ($P < 0,05$) na saturação por bases (V) entre os sistemas de manejo. O consórcio apresentou menor valor de V (47,50%) em relação ao monocultivo fertilizado com nitrogênio (Tabela 25).

Segundo Ronquim (2010) a maioria das culturas apresenta boa produtividade quando no solo é obtido valor de V% entre 50 e 80%. Este parâmetro reflete quantos por cento dos pontos de troca de cátions potencial do complexo coloidal do solo, estão ocupados por bases, ou seja, quantos por cento das cargas negativas estão passíveis de troca, sendo que quanto maior o pH, maior o valor de saturação por base do solo.

Não houve significância ($P > 0,05$) para a saturação por Al (m) entre os sistemas de manejo. A média para o consórcio foi de 14,44% e para o monocultivo a média foi de 15,86% (Tabela 25).

Não houve significância ($P > 0,05$) para teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre os sistemas de manejo.

Segundo Luz *et al.* (2011) os micronutrientes por ocorrerem no material de origem do solo de diversas formas minerais, podem ser liberados pela intemperização e reação de formas variadas com as frações dos solos. Em geral essas interações ocorrem com os óxidos de ferro e alumínio e com a matéria orgânica. A disponibilidade dos micronutrientes é influenciada pelo pH do solo, com sua elevação ocorre diminuição da disponibilidade. As funções dos micronutrientes nas plantas estão ligadas com processos de ativação enzimática, etapas da fotossíntese, síntese de parede celular e estabilidade de membranas e em determinados passos do metabolismo.

Os micronutrientes são pouco estudados, especialmente em condições de campo, sendo as leguminosas, normalmente, mais exigentes que as gramíneas nestes elementos (VILELA *et al.*, 2002).

Os sistemas integrados ou consorciados têm o potencial de promover a ciclagem de nutrientes e intensificar a produção e a sua sustentabilidade; são mais eficientes no uso dos recursos naturais, melhoram o solo e produzem inúmeros serviços ambientais (Carvalho *et al.*, 2014). Segundo Anghinoni *et al.* (2013), isso se deve, em grande parte, aos animais em pastejo que modificam os fluxos clima-solo-planta dos nutrientes na forragem. Uma vez que aproximadamente 70 a 95 % dos nutrientes ingeridos pelos animais na forragem retornam ao sistema, via fezes e urina, em uma distribuição espacial heterogênea e de forma concentrada, pode-se dizer que os animais atuam como catalizadores da ciclagem de nutrientes (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009).

Esses resultados demonstram a importância do consórcio entre gramíneas e leguminosas para a melhoria dos atributos químicos do solo, melhorando também a qualidade biológica, uma vez que os microrganismos necessitam desses nutrientes disponíveis no solo, de forma equilibrada, para o processo de mineralização e de decomposição dos resíduos vegetais.

4.4- CONCLUSÕES

A consorciação causou benefícios para o solo no estoque de carbono, matéria orgânica e atributos químicos, que foram causados pela absorção dos elementos pelas raízes das espécies vegetais nas camadas mais profundas do solo e a posterior deposição no solo através da decomposição de folhas e raízes.

Quantidade mais elevada de liteira total acumulada no solo ocorreu no sistema de consórcio, onde foi o sistema que estocou quantidade mais elevada de N, P, K, Ca e Mg na liteira.

O sistema de consórcio entre o capim-marandu e o amendoim forrageiro possui alta eficiência na utilização dos nutrientes sendo semelhante ao sistema em monocultivo do capim-marandu adubado com nitrogênio.

4.5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-12, 2013.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. D. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 325-380, 2013.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-33, 2009.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Eecossistemas tropicais e subbtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.

BERNOUX, M.; VOLKOFF, B. Soil carbon stock in soil ecoregions of Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, C. E. P. (Ed.). Carbon sequestration in soils of Latin America. New York: Haworth, p. 65-75, 2006.

BURMAN, P.; IBRAHIM, M.; AMÉZQUITA, M. C.; Mitigation of greenhouse gas emissions by silvopastoral systems: optimism and facts. In: INTERNATIONAL CONGRESS IN AGROFORESTY SYSTEMS, 2. 2004, Mérida (México) **Anais...** Mérida: 2004.

CAMPELLO, E. F. C.; MATOS, P.; RIBEIRO, E. D. S.; JANTALIA, C.; DE RESENDE, A. S.; CUNHA, R. N. V. da; FRANCO, A. Avaliação de genótipos de dendê quanto à adaptação em áreas alteradas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas, município de Oriximiná, PA. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 26 p. (Documentos, 255).

CARPIM, L.; ASSIS, R. L.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVA, G. P.; PIRES, F. R.; PEREIRA, V. C.; GOMES, G. V.; SILVA, A. G. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2813-2819, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5, p.1040-1046, 2014.

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., Eds. – Viçosa, MG, 1999. 359p.

CHAUDHARY, M. I.; FUJITA, K. Comparison of phosphorus deficiency effects on the growth parameters of mashbean, mungbean, and soybean. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.44, n.1, p.19-30, 1998.

CHEN, J.; GABELMAN, W. H. Morphological and physiological characteristics of tomato roots associated with potassium acquisition efficiency. **Scientia Horticulturae - Journal - Elsevier.**, v.83, p.213-225, 2000.

COSTA, E. S.; LUIZÃO, F. J.; LUIZÃO, R. C.; MCMILLAN, A. Litter layer dynamics and soil microbial biomass in reforested areas after degradation by bauxite mining in eastern Amazon. In: Reddy, M.V. (Ed.). Management of tropical plantation-forest and their soil litter system. Chapter 6, pp:129-147, 2002.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A; Resposta do *Arachis pintoi* à adubação fosfatada. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.1, 59-62. 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.2, p.40-46, 2009.

DIAS FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 33 p.

DRESCH, P. Influência da *Puerária phaseloides* sobre a transformação microbiana do nitrogênio do solo nos sistemas agroflorestais do projeto RECA em Nova Califórnia-RO. **Dissertação de Mestrado**, INPA/UFAM. 53p, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999.412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: 212p. 1997.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. D.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Evaluation of perennial herbaceous legumes with different phosphorus sources and levels in Brazilian Udisol. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 01, n. 20, p. 56-62, 2005.

FAGUNDES, J. L.; HADDAD, C. M.; ROSSI, C.; HEISECKE, O. R. P. Produção, teores e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função da idade de corte na época de inverno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 794-803, 2000.

FERNANDEZ, F. A.; BULL, L. T.; CORRÊA, J. C.; CRESPAM, D. R. Influência de silicato e calcário na decomposição de resíduos culturais e disponibilidade de nutrientes ao feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 935-945, 2009.

GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. **Geoderma**, v.153 p.347-352, 2009.

GILLER, K. E. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. 2nd ed. **Wallingford: CBA International**, 2001. 448 p.

GRISE, M. M. Partição da biomassa e de nutrientes na pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola em diferentes sistemas de manejo com novilhos. 2005. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Paraná, 2005.

IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.730-738, 2012.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, 1216-1231, 1998.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; SANCHEZ, J. M. D. Calagem e adubação: Estabelecimento, manutenção e produtividade dos pastos. SIMPOSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 2011, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, 2011. p.105-106.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Editora Ceres. 638 p., 2006.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1981. 594p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Amsterdam: **Elsevier; Academic Press**, 2012. 684p.

MONTEIRO, F. A.; COLOZZA, M. T.; WERNER, J. C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 21., Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2004. p.279-302.

NEUMANN-COSEL, L. ZIMMERMANN, B.; HALL, J. S.; VAN BREUGEL, M.; ELSENBEER, H. Soil carbon dynamics under young tropical secondary forests on former pastures: a case study from Panama. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1625-1633, 2011.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: Decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.911-920, 2008.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.791-796, 2003.

POLO, E. A. Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca, composición química y tres intervalos de corte en *Arachis pintoi* CIAT 17434. Informes Técnicos Pecuários - Centro de Investigación Agropecuária - IDIAP, 2000, p.43-48.

POLYAKOVA, O.; BILLOR, N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. **Forest Ecology and Management**, v.253, n.1/3, p.11-18, 2007.

RAO, I. M.; KERRIDGE, P. C. Mineral Nutrition of forage *Arachis*. In KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds.) *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Cali: CIAT, 1993. p. 76-89.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa - MG: UFV, p.25-32, 1999.

RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim tifton 85 sob diferentes doses de Nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.4, p.811-816, 2011.

RONQUIM, C. C. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; MELO, A. W. F. de. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em Argissolos da formação geológica solimões, no Sudoeste da Amazônia. **Revista de biologia e ciências da terra**, v.7, n.1, p.29-38, 2007.

SANTOS JÚNIOR., J.D.G.; MONTEIRO, F. A.; MACEDO, M. C.; EUCLIDES, V. P. Componentes morfológicos do capim-tanzânia cultivado em quatro condições de fertilidade do solo na região dos cerrados. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.2, p.91-99, 2005.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Litterfall in an *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze forest in Pinhal Grande, RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37. 2004.

SOUZA, L. F. da; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. M. G. Calagem, exigências nutricionais e adubação. In: Mamão, produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.26-34, 2000.

TAPIA-CORAL, S. C. ALFAIA, S.S. Biodiversidade de Ecossistemas Naturais: Projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Solo-Biosbrasil. In: 3º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife (Pe), 2005.

TITO, M. R.; LEÓN, M. C.; PORRO, R. Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais. **Centro Mundial Agroflorestral (ICRAF)**. 1 ed. Belém, 2009. 81 p.

VASCONCELLOS, C. A.; PURCINO, H.; VIANNA, M. C. M.; FRANÇA, C. C. M.; Resposta do *Arachis pintoi* a fósforo e a calcário em latossolo vermelho escuro da região de Sete Lagoas, MG, Brasil. **Pasturas Tropicais**, Cali.Colômbia, v.20, n.3, 1999.

VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; BALIEIRO, G. Efeito do intervalo de corte sobre o valor nutritivo do *Arachis pintoi*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37 - Forrageiras - FOR 134, Viçosa, MG, 24 a 27 de julho de 2000. **Anais...** Viçosa, 2000. CD-ROM.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G.; SOUSA, D. D.; LOBATO, E. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, 2002. cap. 14, p.367-382.

VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M.; EDGARD JUNIOR, J. R. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.1, p.131-138, 2008.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.