



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

**RACIONALIZAÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM
PASTAGENS NO ESTADO DE RONDÔNIA**

BETÂNIA MARIA FILHA SOARES BACELAR

Porto Velho (RO)

2015



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

**RACIONALIZAÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM
PASTAGENS NO ESTADO DE RONDÔNIA**

BETÂNIA MARIA FILHA SOARES BACELAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia como requisito para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Orientadora: Dra. Ana Karina Dias Salman

Porto Velho (RO)

2015

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

B117r	<p>Bacelar, Betânia Maria Filha Soares.</p> <p>Racionalização do uso de fertilizantes nitrogenados em pastagens no Estado de Rondônia. / Betânia Maria Filha Soares Bacelar. Porto Velho, Rondônia, 2015. 64f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) –Universidade Federal de Rondônia/UNIR.</p> <p>Orientadora: Prof. Dr.^a Ana Karina Dias Salman</p> <p>1. Forrageiras tropicais. 2. Adubo nitrogenado. 3. pastagens. I. Salman, Ana Karina Dias. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 504 (811.1)</p>
-------	---

BETÂNIA MARIA FILHA SOARES BACELAR

“RACIONALIZAÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM
PASTAGENS NO ESTADO DE RONDÔNIA”.

Comissão Examinadora



Dra. Ana Karina Dias Salman
Orientadora

Fundação Universidade Federal de Rondônia/Embrapa Rondônia



Dr. Alexandre Martins Abdão dos Passos
Membro

Fundação Universidade Federal de Rondônia/Embrapa Rondônia

Dr. Enrique Anastácio Alves
Membro Externo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Dr. Pedro Gomes da Cruz
Suplente
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Porto Velho, 26 de Janeiro de 2015.

Resultado: APROVADA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Júlio Bacelar e Betânia Soares por todo amor, apoio e incentivo nesta e em outras jornadas da minha vida.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados”. **(Mahatma Gandhi)**

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”.
(Mahatma Gandhi)

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser o meu guia, concedendo-me saúde, inteligência e discernimento.

À minha família (Júlio Pai, Betânia Mãe e Júlio Filho) pelo apoio incondicional.

À minha orientadora, Dra. Ana Karina Salman pela oportunidade e conhecimento transmitido.

Ao Dr. Enrique Alves pela confiança, motivação e auxílio em todas as etapas da pesquisa.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Rondônia pelo acolhimento como bolsista de mestrado. Assim como a todos que contribuíram com o estudo: Pedro Cruz e Alexandre Passos (pelas contribuições como membros da banca examinadora); Ângelo Mendes, Marcelo Espindula, José Roberto, Henrique Nery, Alaerto Marcolan, Dennis Cararo, Elisa Osmari e Daniel Lambertucci (pelo apoio e conhecimento transmitido); Ademilde, Valdemar e Hosana (pelo auxílio no Laboratório de Solos e Análise de Plantas); Daniel Castilho, Zenildo, Paulo, Claudir, Jony, Junior, Jucelino, Francisco, Charles, Devanir, Iraque e Miranda (pelo empenho nas atividades de campo) e Milton, Cleide, Leida, Luzia e Renata (pelo apoio geral).

Ao programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) pela oportunidade de realizar este estudo. Assim como aos docentes do programa: Ana Karina, Ângelo Manzatto, Antônio Rabello, Ari Otti, Arneide Bandeira, Artur Moret, Ene Gloria, Fabrício Almeida, Vanderlei Maniesi e Wanderley Bastos pela oportunidade e conhecimento transmitido. E à secretária do PGDRA/ UNIR Maria Izabel pelo apoio, simpatia e competência.

A todos os meus familiares, amigos e colegas de turma pela torcida e convívio.

À família BARBOSA, representando os pecuaristas rondonienses que estão acreditando na intensificação e modernização da pecuária de corte, pela vivência e experiência prática.

BIOGRAFIA

BETÂNIA MARIA FILHA SOARES BACELAR, filha de Júlio Cezar de Oliveira Bacelar e Betânia Maria Soares da Silva, nasceu no dia 22 de dezembro de 1986 em Porto Velho, RO. Concluiu em 2010 a Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e em 2011 a Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). Em 2013, concluiu a Especialização em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental na Faculdade de Rondônia (FARO) e iniciou o curso de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente na Universidade Federal de Rondônia (UNIR), submetendo-se à defesa de dissertação em janeiro de 2015.

RESUMO

O nitrogênio (N) é o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar o uso do clorofilômetro portátil como ferramenta no manejo da adubação nitrogenada parcelada das forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) e *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça), em Porto Velho, Rondônia, indicando possíveis Índices de Suficiência de Nitrogênio (ISN). Para tanto, foram realizados dois ensaios, um para cada capim, em vasos de 14 dm³ preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo com horizonte (A) húmico sob condições ambientais utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos: referência (REF), testemunha (TEST) e cinco “tratamentos ISN”: 0,96 (T1); 0,93 (T2); 0,90 (T3); 0,87 (T4) e 0,83 (T4), com quatro repetições cada, totalizando 28 parcelas por ensaio. Os vasos do tratamento REF receberam a dose de 133,34 kg de N/ha (2,10 g de ureia/vaso) dividida em duas parcelas iguais: no 1º Dia do Período Experimental (DPE) e por ocasião do primeiro corte de avaliação no 28º DPE. O período total do experimento foi de 70 dias. Os tratamentos ISN foram adubados inicialmente com 30% da dose da parcela de referência e ao longo do período experimental somente quando o INS_{calc} , calculado semanalmente (16º, 23º, 48º, 65º DPE) com base em leituras diárias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) das parcelas dos tratamentos ISN (INS_{calc}) apresentavam-se com valores menores que os ISN estabelecidos como critério para adubação. Sendo assim, ao final do experimento o total de N (kg N/ha) aplicado em cada tratamento ISN (T1, T2, T3, T4 e T5) foi, respectivamente: 160, 80, 120, 80 e 80 (ensaio com capim-marandu) e 133,34; 0; 120; 80 e 80 (ensaio com capim-mombaça). As forrageiras foram avaliadas com idades de rebrote de 51 e 43 dias (correspondentes ao 28º e 70º DPE) para: altura de corte (cm), produção de matéria seca (kg MS/vaso) de parte aérea (PMSPA), de raiz (PMSR) e total (PMST); PMSPA acumulada nos dois cortes, relação PMSPA/PMSR e eficiência de conversão do N fertilizante em PMSPA. O comportamento dos ICF em resposta a aplicação do N ao longo dos dois períodos de avaliação comprovou a sensibilidade do clorofilômetro ao manejo da adubação nitrogenada parcelada nas condições experimentais deste estudo. O ajuste da adubação nitrogenada com base no ISN das forrageiras permitiu que as forrageiras se expressassem de forma semelhante entre os tratamentos em termos de altura de corte e produção acumulada de matéria seca de parte aérea. Em relação à produção de matéria seca de raiz (PMSR), observou-se menor produção nas parcelas das testemunhas não adubadas, o que teve reflexo sobre a PMST e relação PMSPA/PMSR. Considerando a eficiência de conversão do nitrogênio da ureia em PMSPA, verificou-se que os tratamentos que receberam menores doses de N são mais adequados. Concluiu-se que os índices de suficiência de nitrogênio (ISN) mais adequados para ajuste da adubação nitrogenada das forrageiras analisadas foram 0,87 e 0,83.

Palavras-chave: forrageiras tropicais; adubo nitrogenado, pastagens.

ABSTRACT

Nitrogen (N) is the main nutrient for maintaining the forage productivity. Thus, this study aimed to evaluate the use of *portable chlorophyll* meter as a tool for management of split application of nitrogen for *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (palisade grass) and *Panicum maximum* cv. Mombaça (guinea grass), in Porto Velho, Rondônia State, indicating possible Nitrogen Sufficiency Indexes (NSI). Thus, two trials (one for each grass) were carried out using 14-dm³ pots with soil classified as Red-Yellow Latosol with umbric A-horizon. The trials were performed under environmental conditions in a completely randomized design with seven treatments: reference (REF), control (TEST) and five NSI treatments: 0.96 (T1); 0.93 (T2); 0.90 (T3); 0.87 (T4) and 0.83 (T4), with four replicates, totalizing 28 parcels per each trial. The parcels of REF were fertilized with 133.34 kg of N/ha (2.10 g urea/pot) divided in two applications: at the 1st day of experimental period (DEP) and after the first forage evaluation at 28th DEP. The total experimental period was of 70 days. The NSI treatments were initially fertilized with 30% of the REF dose and through the experimental period only when the NSI, calculated weekly (16th, 23th, 48th, 65th DEP), with basis on the daily measures of Leaf Chlorophyll Index (LCI) in parcels of NSI treatments, showed values lower than those NSI used as criteria for N fertilization. At the end of the experimental period, the total N (kg N/ha) applied in each NSI treatment (T1, T2, T3, T4 and T5) was, respectively: 160, 80, 120, 80 e 80 (palisade grass trial) and 133,34; 0; 120; 80 e 80 and 80 (guinea grass trial). The grasses were evaluated with cut ages of 51 and 43 days (which corresponded at 28th and 70th DEP) for: cut height (cm), production of dry mater (kg DM/pot) of aerial part (APDMP), of roots (RDMP) and total (TDMP); APDMP of two cut accumulated, ratio APDMP /RDMP and conversion efficiency of N fertilize to APDMP. Behavior of LCI in response to N application through the two evaluation periods assured the *chlorophyll* meter sensitivity to management of nitrogen fertilization in the condition of this study. The adjust of N fertilization according to NSI of palisade and guinea grasses allowed that theses forages expressed their potential of growth in height and in accumulated APDMP in a similar way among treatments. In relation to RDMP, it was observed lower production in non-fertilized parcels from control treatment, which had effect on TDMP and ratio APDMP / RDMP. Considering the conversion efficiency of N-urea to APDMP, it was verified that treatments where low doses of urea were used had better efficiency. Facing this, it was concluded that the Nitrogen Sufficiency Indexes (NSI) more adequate are 0.87 and 0.83 were more adequate to adjust the N-fertilization of palisade and guinea grasses.

Keywords: tropical grasses, nitrogen fertilizer, pastures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de nitrogênio na natureza.....	20
Figura 2: Variação da temperatura média do ar (°C) ao longo do período experimental.....	32
Figura 3: Precipitação pluvial diária (mm) e radiação solar diária (MJ/m ²) ao longo do período experimental.....	33
Figura 4: Esquema dos ensaios realizados indicando o início das leituras do Índice de Clorofila Foliar (IFC), os períodos de avaliação e as idades de corte das forrageiras (em dias).	35
Figura 5: Leitura dos valores do Índice de Clorofila Foliar (IFC) no terço médio da folha utilizando o clorofilômetro portátil (CFL 1030 - Falker®).....	36
Figura 6: Comportamento do ICF do capim-marandu no 1º Período de Avaliação.....	40
Figura 7: Comportamento do ICF do capim-mombaça no 1º Período de Avaliação.	40
Figura 8: Comportamento do ICF do capim-marandu no 2º Período de Avaliação.....	43
Figura 9: Comportamento do ICF do capim-mombaça no 2º Período de Avaliação.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias semanais dos Índices de Suficiência de Nitrogênio calculados (ISNcalc) para cada tratamento nos ensaios com capim-marandu e capim-mombaça.....	37
Tabela 2: Quantidade de ureia (e seu equivalente em kg de N por ha) aplicada ao longo de todo período experimental nas parcelas de cada tratamento dos ensaios com com capim-marandu e capim-mombaça.....	38
Tabela 3: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-marandu no 1º período de avaliação no 5º, 11º, 15º, 22º e 28º dia do período experimental.....	41
Tabela 4: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-mombaça no 1º período de avaliação no 5º, 15º, 22º e 28º dia do período experimental.....	41
Tabela 5: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-marandu no 2º período de avaliação no 43º, 47º, 65º e 70º dia do período experimental.....	44
Tabela 6: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-mombaça no 2º período de avaliação no 43º, 47º, 65º e 70º dia do período experimental.....	44
Tabela 7: Produção de matéria seca parte aérea (PMSPA, g/vaso) no 1º e 2º período de avaliação (PA) e acumulada (soma dos dois períodos), produção de matéria seca de raiz (PMSR, g/vaso), produção de matéria seca total (PMS total, g/vaso), relação parte aérea/raiz e altura (cm) no 1º e 2º período de avaliação com sua respectiva média.....	46
Tabela 8: Eficiência de conversão do nitrogênio em matéria seca de parte aérea das forrageiras no 1º e 2º período de avaliação (PA) e média dos períodos.....	49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1 HISTÓRICO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM RONDÔNIA	14
1.2 INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA EM RONDÔNIA.....	16
1.3 DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS EM RONDONIA	17
1.4 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA AS FORRAGEIRAS.....	18
1.5 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NO SOLO	19
1.5.1 Perdas do Nitrogênio - Nitrato (NO ₃ ⁻) por Lixiviação	21
1.5.2 Perdas do Nitrogênio - Amônia (NH ₃) por Volatilização	22
1.5.3 Perdas do Nitrogênio por Desnitrificação	23
1.6 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARCELADA.....	24
1.7 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NA PLANTA.....	25
1.8 USO DO CLOROFILÔMETRO NA ADUBAÇÃO NITROGENADA	26
1.9 ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO (ISN)	29
1.10 CARACTERIZAÇÃO DAS FORRAGEIRAS.....	30
1.10.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	30
1.10.2 <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça.....	31
2 METODOLOGIA	32
2.1 LOCAL E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	32
2.2 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	33
2.3 TRATAMENTOS.....	34
2.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS.....	35
2.5 AMOSTRAGEM E ANÁLISES LABORATORIAIS.....	38
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 MONITORAMENTO DO ÍNDICE DE CLOROFILA FOLIAR (ICF)	39
3.2 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (PMS) E ALTURA DE CORTE	45
3.3 EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO DO NITROGÊNIO	48
4 CONCLUSÃO	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICES	64

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial da pecuária como o maior rebanho comercial do mundo, maior exportador e segundo maior produtor de carne bovina e sexto maior produtor de leite (USDA, 2014). No cenário nacional, o estado de Rondônia apresenta-se com o sétimo maior rebanho (com mais de 12 milhões de cabeças) ocupando a primeira posição em produção de carne e leite da região Norte e como quarto maior exportador de carne e oitavo maior produtor de leite (IDARON, 2012).

A pecuária bovina tornou-se um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro e conseqüentemente da economia nacional. Em 2013 o Valor Bruto da Produção (VBP) de carne foi de R\$ 51,1 bilhões, atrás apenas do complexo da soja (BRASIL, 2014). O consumo interno e as exportações estão em ritmo crescente. As projeções são de que o consumo no Brasil cresça a uma taxa de 3,6% a.a., acumulando no final de um período de 10 anos, um aumento de 42,8%. Já a demanda mundial deve aumentar cerca de 2,5% a.a. (BRASIL, 2013).

Considerando o cenário comercial favorável, ressalta-se que um dos fatores que tornam a pecuária brasileira mais competitiva é o fato da mesma ser praticada predominantemente com rebanho criado a pasto (FERRAZ e FELÍCIO, 2010), que se constitui na forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os bovinos.

Além da disponibilidade de pastagens, que desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, características climáticas e a extensão territorial do país, também favorecem o Brasil que possui um dos menores custos de produção de carne do mundo (CARVALHO et al., 2009; DEBLITZ, 2012; FERRAZ e FELÍCIO, 2010). Entretanto, mesmo considerando-se o grande potencial da produção de bovinos a pasto, os resultados econômicos obtidos pela maioria dos pecuaristas ainda são muito modestos.

Nos últimos anos, pressões ambientais e mercadológicas somadas a maior disponibilidade de tecnologia têm incentivado uma mudança de atitude no setor produtivo de carne e leite do país (DIAS-FILHO, 2014). Nesse sentido, um número crescente de pecuaristas vem direcionando a atividade desenvolvida a pasto a uma fase de refinamento, marcada pela busca de maior produtividade via intensificação (DIAS-FILHO, 2011; MARTHA JUNIOR et al., 2012).

O aumento da produtividade e, conseqüente, melhoria do desempenho econômico da pecuária está se tornando realidade no Brasil em virtude da adoção de técnicas como:

recuperação e manejo de pastagens, escolha de cultivares mais produtivas e melhoramento genético do rebanho.

No âmbito da intensificação do cultivo de pastagens, a adubação nitrogenada é de suma importância. Pois o nitrogênio (N) é o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, com efeito fundamental na produção e valor nutricional das pastagens. Em contrapartida, a adubação nitrogenada possui custo financeiro elevado, o que muitas vezes inviabiliza o uso de doses apropriadas. Além disso, o comportamento do N no solo apresenta uma dinâmica complexa, pois está sujeito a perdas por lixiviação, volatilização e imobilização por microrganismos (CORSI, 1994; WERNER, 1986).

Nesse sentido, as pesquisas vêm avançando a respeito de métodos que estimem a resposta da pastagem em relação ao N aplicado em determinada situação edafoclimática e em tempo hábil, possibilitando o uso de fertilizantes nitrogenados em doses adequadas e de forma parcelada. Isto porque a baixa eficiência do uso do N é afetada por diversos fatores, dentre os quais podemos citar a falta de sincronia entre a demanda de N pela cultura e a sua disponibilidade no solo.

Abrahão (2007) e Villar (2012) avaliaram métodos de recomendação da adubação nitrogenada parcelada a partir de dados da resposta espectral da cultura. Abrahão (2007) avaliou o efeito de diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantio na resposta espectral do dossel do *Panicum maximum* cv. Tanzânia, nas correlações entre índices de vegetação e medições de clorofila (valores SPAD) e massa seca (MS). Já Villar (2012) testou variáveis espectrais obtidas através clorofilômetro portátil (SPAD 502) e índices de vegetação calculados a partir de dados da resposta espectral da cultura obtidos com espectrorradiômetro ASD Field Spec Pro espectrômetro FR com objetivo de ajustar metodologia de aplicação de adubo nitrogenado com doses variadas de N em *Brachiaria decumbens* com base em índice de suficiência de nitrogênio (ISN).

Esses métodos se baseiam no fato do teor de clorofila se correlacionar positivamente com o teor de nitrogênio foliar, uma vez que de 50 a 60% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (WOOD et al., 1993). Portanto, a utilização do clorofilômetro como ferramenta auxiliar no manejo da adubação nitrogenada vem apresentando resultados positivos em relação à recomendação de N parcelada com base nas leituras indiretas do teor de clorofila foliar em diversas culturas, incluindo forrageiras (ABREU e MONTEIRO, 1999; SANTOS JÚNIOR, 2001; BONFIM-DA-SILVA, 2005; BENETT et al., 2008; COSTA, 2008; MARANHÃO et al., 2009;

GUIMARÃES et al., 2011; PARIZ et al., 2011; BARBIERI JÚNIOR et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2013).

Entretanto, para que as pesquisas relacionadas ao uso do clorofilômetro em pastagens avancem, autores como Villar (2012) sugerem trabalhos para testar a viabilidade do uso do índice de suficiência de nitrogênio (ISN) para indicar a necessidade de aplicação de adubo nitrogenado em forrageiras.

OBJETIVOS

GERAL

Avaliar o uso do clorofilômetro portátil como ferramenta no manejo da adubação nitrogenada parcelada das forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça em Porto Velho-RO, indicando possíveis índices de suficiência de nitrogênio.

ESPECÍFICOS

- 1) Monitorar as respostas das forrageiras avaliadas à adubação nitrogenada de cobertura com ureia.
- 2) Avaliar a produção de matéria seca (parte aérea e raiz) e as alturas de corte das forrageiras adubadas ou não com ureia.
- 3) Verificar a eficiência de conversão do nitrogênio da ureia em produção de matéria seca da parte aérea.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 HISTÓRICO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM RONDÔNIA

O território do Guaporé, criado em 1943 a partir de políticas públicas integralistas do governo de Getúlio Vargas, no período denominado “Estado Novo” (1937-1945), deu origem a Rondônia constituída em 1956 e elevada à condição de estado em 1981. Segundo Álvares-Afonso (2008), a Estrada de Ferro Madeira Mamoré - E.F.M.M. (1912), associada à criação dos contingentes especiais de fronteiras, refletiram o interesse do “Estado Novo” no processo de integração da Amazônia.

A região que até então era praticamente despovoada, configurou-se em um dos principais focos das estratégias do governo para o desenvolvimento do Brasil. Becker (1990) analisando o plano de ação em prol destes objetivos, apontou algumas das principais estratégias adotadas na integração territorial, sendo elas: a implantação de redes de integração espacial; os subsídios ao fluxo de capital, indução dos fluxos migratórios e a superposição de territórios federais sobre os estaduais.

Através destas medidas, o governo militar criou bases que propiciaram expressivos fluxos migratórios. As propagandas políticas incentivaram a migração para os territórios federais estabelecidos na Amazônia, sob o lema “Integrar para não Entregar” (ÁLVARES-AFONSO, 2008). Além disso, o acesso à terra de boa qualidade e de baixo custo atraiu empresários interessados em investir na agropecuária e na indústria madeireira. Nessa época, a descoberta de ouro e cassiterita também contribuiu para o aumento populacional em Rondônia (ARCARI, 2010).

No período de ocupação, a organização destas famílias em Rondônia contou com apoio fundamental do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). De acordo com Ichihara (2003) os Projetos de Integração Nacional (PIN) e de Colonização (PIC), operacionalizados pelo INCRA, promoveram a ocupação do território baseados na abertura das estradas, principalmente, da BR-364 que interliga Porto Velho a Cuiabá, ligando Rondônia ao Centro-Sul brasileiro.

Arcari (2010) analisando os dados do IBGE entre as décadas de 1960 e 1980 observou que o número de habitantes em Rondônia cresceu mais de sete vezes, passando de 70 para 500 mil, ocorrendo de forma especialmente acelerada na década de 1970. As áreas localizadas no interior do estado se destacavam pela qualidade do solo, recebendo assim os primeiros assentamentos rurais definidos pelo PIC.

Nesta época, para que os colonos recebessem o direito de posse da terra, era necessário que o mesmo tivesse condições de proceder a “limpeza” da área (ICHIHARA, 2003; ARCARI, 2010), ação que consistia no desflorestamento da vegetação nativa mesmo que de forma indiscriminada. Exigência estabelecida pelos projetos de colonização que representava um grande paradoxo, pois o Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965), em vigor na época, defendia a preservação de 80% da vegetação nativa das propriedades rurais estabelecidas no bioma Amazônia.

Considerando os interesses conflitantes das políticas públicas voltadas à economia e a preservação ambiental, Becker (2001) destacou a crescente falta de integração entre as duas

linhas de atuação do estado: uma, baseada no planejamento e favorecimento de novos investimentos para infra-estrutura e abertura de mercados; e, a outra, direcionada para o desenvolvimento sustentável, as populações locais e a proteção ambiental.

Enquanto os projetos de colonização assentavam as famílias em Rondônia, incentivando o desmatamento indiscriminado, o “desenvolvimento sustentável” era discutido internacionalmente incorporando o princípio da produção com menor impacto ambiental e social aos modelos econômicos. Nascimento (1990) aponta a estrutura de concessão de direito de posse aos colonos, no período de ocupação das regiões de fronteira, como um dos principais fatores indutores do desflorestamento desordenado da região amazônica. Por outro lado, autores como Ichihara (2003) destacam que os benefícios privados e sociais de atividades agrícolas em área de colonização são significativos, embora haja sempre o custo ambiental no processo de ocupação e geração de riqueza (JONES et al., 1995).

1.2 INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA EM RONDÔNIA

Até a década de 1960 a economia rondoniense era composta principalmente pelas atividades extrativistas, com foco na extração da borracha e da castanha-do-pará (ARCARI, 2010). Ao longo do processo de ocupação do estado, a base extrativista foi se diversificando através das atividades agropecuárias. Na adaptação às novas condições de produção agrícola em solo amazônico, os colonos perceberam vantagens na pecuária, com destaque para criação de bovinos de corte a pasto.

De acordo com Dias-Filho (2011) esta era uma atividade possível de ser implantada e conduzida, com relativo sucesso, sem que fosse necessário o preparo mais cuidadoso da área, ou o uso mais intensivo de insumos, de tecnologia e de mão de obra. Fatores estes que contribuíram com o crescimento da pecuária extensiva, somados ao incentivo do governo em relação à abertura de novas áreas.

Rapidamente a criação de bovinos a pasto se transformou em um dos principais fatores de desenvolvimento econômico e social, sobretudo, na região central, onde a expansão do rebanho bovino se desenvolveu de maneira particularmente acelerada entre os anos de 2001 e 2006. Principalmente, na extensão que vai de Ariquemes até Cacoal, região que corresponde ao principal polo da bovinocultura onde existem municípios com densidade acima de 100 cabeças/km² de área municipal (OLIVEIRA et al., 2009).

A criação de bovinos de corte a pasto tornou-se importante no setor agropecuário de Rondônia. Em 1999 apenas 0,6% de tudo que se exportava no estado era carne bovina contra 78% de madeira. Situação que se inverteu para 59% contra 17% de madeira (OLIVEIRA et al., 2009). Em 2003, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA declarou Rondônia “Área Livre da Febre Aftosa” com vacinação, aumentando expressivamente o volume de exportações da carne bovina rondoniense. Fato que enfatiza a grande importância econômica e competitiva da produção bovina rondoniense nos mercados nacional e internacional. Além das questões sanitárias, aspectos como a sustentabilidade ambiental da atividade passaram a ser consideradas nas negociações, com destaque para alta incidência de pastagens degradadas no estado, fator que representa uma das maiores complicações para pecuária desenvolvida atualmente.

1.3 DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS EM RONDONIA

O Brasil possui aproximadamente 160 milhões de hectares de pastagem de acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2011), porém a maior parte das pastagens está degradada, com dados de produção apresentando taxa de lotação média de 1,3 animais/ha (BRASIL, 2014). Segundo Dias-Filho (2014), a problemática da degradação de pastagens está presente em todas as regiões, entretanto, as consequências são maiores nos locais em que a pecuária vem apresentando as maiores taxas de expansão, isto é, nas áreas de fronteira agrícola (DIAS-FILHO, 2014) como é o caso de Rondônia.

Mesmo com cenário econômico favorável em relação à pecuária rondoniense, fatores como: a falta de fiscalização e assistência técnica qualificada e investimento em pesquisa e tecnologia adequadas às condições locais repercutiram negativamente, incorrendo principalmente, na degradação das áreas de pastagem. Segundo a FAO (2009), em termos globais, uma das principais causas de degradação de pastagens de influência antrópica direta é o manejo inadequado, em particular o uso sistemático de taxas de lotação que excedem a capacidade do pasto de se recuperar do pastejo. Para Dias-Filho (2011), outras causas importantes inerentes ao manejo inadequado são a ausência de adubações periódicas, as falhas no estabelecimento da pastagem e os problemas bióticos, como o ataque de insetos-praga.

Em relação à adubação de pastagens, ainda há grande resistência dos pecuaristas em proceder à reposição dos nutrientes do solo, principalmente, pelo custo elevado dos fertilizantes. Situação que deve ser vista com atenção considerando o enorme potencial da

criação de bovinos a pasto. De acordo com Dias-Filho (2011) pastagem degradada pode ser definida como área com acentuada diminuição da produtividade agrícola, reduzindo a capacidade de suporte ideal que seria esperada para aquela área, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter a produtividade do ponto de vista biológico.

Apesar de alguns autores estabelecerem parâmetros para caracterização do nível e/ou tipo de degradação da pastagem, ainda não há uma definição ou metodologia padrão para identificar o nível da degradação que sirva de base para a escolha da técnica de recuperação mais adequada, sendo assim a identificação das causas deve preceder a escolha da técnica de recuperação (DIAS-FILHO, 2014).

Costa et al. (2000) destaca que a longevidade do cultivo de pastagens só se torna viável mediante a aplicação de técnicas de manejo adequadas. Mesmo quando o fator limitante não incorre na baixa fertilidade natural dos solos, mas na perda da fertilidade pelo manejo inadequado, ocorre a redução da produtividade. Assim, é possível prever que as regiões onde atualmente o problema da degradação de pastagens tem sido mais evidente deverão se consolidar como polos importantes da pecuária de corte brasileira (DIAS-FILHO, 2014). Considerando o potencial de aumento de produtividade das pastagens locais, por meio da recuperação dessas áreas.

Em seu trabalho Ichihara (2003) destacou estudos, realizados na década de 80, que descreveram a redução da fertilidade do solo em Rondônia, apontando a importância da recuperação dos pastos degradados. De acordo com Valentim e Andrade (2009), na Amazônia Legal os ganhos de produtividade nos sistemas de produção de bovinos permitiram que, entre 1975 e 2006, fosse evitada a incorporação de 147,5 milhões de hectares dos biomas Amazônia e Cerrado para a formação de novas pastagens. Tendência que vem sendo confirmada pela diminuição nas taxas de desflorestamento na Amazônia (INPE, 2013).

Nas últimas décadas, os esforços têm sido direcionados no sentido de aperfeiçoar a eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas, visando reduzir os custos de produção, evitar a degradação dos recursos ambientais e aumentar o rendimento das culturas (ZEBARTH et al., 2009).

1.4 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA AS FORRAGEIRAS

Em relação à exigência nutricional, o nitrogênio (N) assume papel de destaque no manejo das pastagens devido à exigência de N no aumento da produtividade das gramíneas

fornageiras. De acordo com Corsi (1994) e Werner (1986), o nitrogênio é o principal constituinte das proteínas que participam da síntese de compostos orgânicos que constituem a estrutura vegetal (morfogênese), sendo responsável por características como tamanho das folhas, tamanho do colmo, aparecimento e desenvolvimento de novos perfilhos. Além de ser necessário no aproveitamento de carboidratos e auxiliar a planta na absorção de outros nutrientes (MARSCHENER, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2013). No entanto, a capacidade do solo de fornecer N às plantas forrageiras depende de fatores climáticos e bióticos. Em pastagens tropicais extensivamente manejadas, sem adubação nitrogenada, a disponibilidade de N depende, em grande parte, da mineralização da matéria orgânica podendo variar com o tempo e, principalmente, com a natureza do resíduo orgânico em decomposição, além de depender da atividade microbiana do solo (AITA e GIACOMINI, 2007).

Além do problema da disponibilidade do nitrogênio no solo, há também fatores como a morfologia superficial do sistema radicular, que não favorece a maior absorção dos nutrientes, o baixo efeito residual de N no solo e a falta de conhecimento quantitativo sobre o manejo (dose, fonte e forma de parcelamento do N aplicado), que, em geral faz com que o N fertilizante seja utilizado de maneira menos eficiente do que é possível, o que estabelece perdas significativas desse nutriente no ambiente, em adição ao fato de o fertilizante nitrogenado não ser utilizado de maneira econômica (MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

Dessa forma, a adubação nitrogenada precisa ser feita de forma muito mais precisa e constante que a dos demais nutrientes (GUILHERME et al., 1995; BÉLANGER et al., 2003) afim de se obter os melhores resultados em termos de produtividade. Nesse sentido, a eficiência do uso do N representa a habilidade da planta transformar o N absorvido em produção (DELOGU et al., 1998), isto é, produção de matéria seca (ton./ha) para cada kg de N acumulado na planta. Eficiência que pode ser incrementada com a adoção de práticas de manejo, como o uso de dose adequada e aplicação na época apropriada, de acordo com resultados de pesquisa e com a necessidade da cultura (FAGERIA et al., 2005).

1.5 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NO SOLO

O comportamento e a dinâmica do nitrogênio (N) no solo são complexos, cujas transformações envolvem reações de natureza química e biológica. O N do solo advém da atmosfera, uma vez que, dos gases atmosféricos aproximadamente 78% é nitrogênio elementar N₂ (Figura 1).

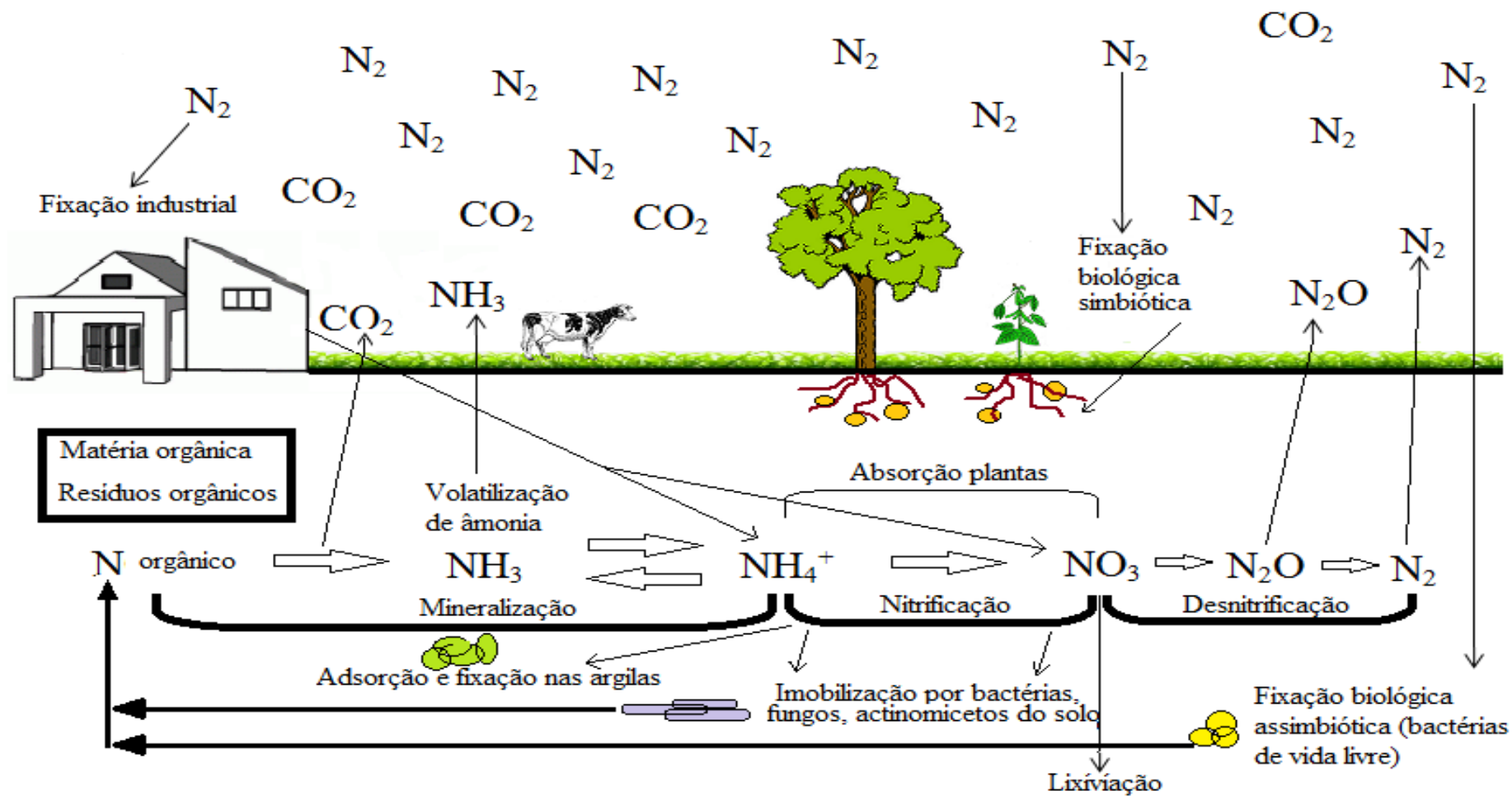


Figura 1: Ciclo de nitrogênio na natureza.
 Fonte: Adaptado de Carvalho (2012).

No entanto, a maior parte do N da atmosfera não está diretamente disponível para os organismos vivos, pois a obtenção de N da atmosfera requer a quebra de uma ligação tripla covalente de grande estabilidade, entre os dois átomos de N para produzir amônia (NH_3) ou nitrato (NO_3^-). Tais reações, conhecidas como fixação do N, podem ser realizadas por processo industrial ou natural (TAIZ e ZEIGER, 2013) (Figura 1).

No solo, somente 5% do nitrogênio está na forma mineral (iônica): amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) e nitrogênio elementar (N_2). E o restante, 95% do N, na forma orgânica: proteínas, aminoácidos, aminoaçúcar e outros componentes mais complexos (HAVLIN et al., 2005), sendo parte mineralizada anualmente através da atividade microbiana (CAMARGO et al., 1999).

Considerando a disponibilidade para as plantas, as formas de nitrogênio mais comuns no solo são o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). O amônio se concentra em maior quantidade em solos anaeróbicos (alagados) e com menor teor em solos aeróbicos, devido ao processo acelerado de nitrificação. Já o nitrato está mais presente em solos aeróbicos e seu teor pode ser rapidamente alterado no solo em razão da absorção pelas plantas e microrganismos, e das perdas por lixiviação e desnitrificação (MENGEL e KIRKBY, 2001).

Quando comparado aos demais nutrientes, o nitrogênio apresenta acentuado dinamismo no sistema solo, dificultando sua estabilização no alcance das raízes. O potencial de perdas ocorre tanto por lixiviação na forma de nitrato (NO_3^-) (ALCÂNTARA e CAMARGO, 2010), quanto por volatilização de amônia (NH_3) (FONTOURA e BAYER, 2010), resultando em baixa eficiência de uso do N.

1.5.1 Perdas do Nitrogênio - Nitrato (NO_3^-) por Lixiviação

A lixiviação do N- NO_3^- ocorre principalmente pela drenagem dos solos, podendo atingir as águas superficiais ou lençol freático, possuindo estreita dependência da quantidade de água que percola no perfil do solo (SOUZA NETO, 2008).

As perdas por erosão, escoamento superficial e lixiviação em pastagens bem manejadas são pequenas. Estudos indicam que menos de 5% do N aplicado é lixiviado para camadas de solo superiores a 30 cm de profundidade (MARTHA JÚNIOR, 1999; OLIVEIRA, 2001). No caso de pastagens estabelecidas em Latossolos e Podzólicos, vegetadas por plantas forrageiras de elevada capacidade de extração de nutrientes (MARTHA JÚNIOR e VILELA, 2002), a

possibilidade de lixiviação do N- NO_3^- é ainda menor.

Entretanto, a lixiviação do N- NO_3^- pode ser problema em regiões com elevados índices de chuva e com solos rasos, arenosos, de baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e mal manejados (MARTHA JÚNIOR, 2003). Nestas situações, as condições de solo e expectativa de baixa produtividade da forrageira e, portanto, de limitada capacidade de remoção de N- NO_3^- do solo, estabelecendo condições favoráveis à lixiviação do N fertilizante (CORSI et al., 2001).

Dessa forma, o aumento da concentração de N nas águas de rios, lagos, mananciais e lençóis freáticos tem gerado grande discussão sobre os seus efeitos na saúde e no ambiente, estimulando pesquisas de caráter agroecológico no mundo inteiro, principalmente em países desenvolvidos da Europa e da América do Norte (ADDISCTOTT, 2000; GASSER et al., 2002).

Em relação às consequências do nitrogênio na água, ressalta-se que por ser o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas, quando descarregado conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitando o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, fenômeno chamado de eutrofização. Além disso, a amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, provocando o consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente. Os nitratos, por sua vez, são tóxicos à saúde humana, podendo causar danos neurológicos ou redução da oxigenação do corpo, principalmente, em crianças (TUNDISI, 2001).

1.5.2 Perdas do Nitrogênio - Amônia (NH_3) por Volatilização

Em pastagens, estabelecidas com gramíneas tropicais, as perdas são mais expressivas por via gasosa como a volatilização de amônia (NH_3), definida como processo de transferência da amônia gasosa do solo para atmosfera (MARTHA JÚNIOR, 2003). No entanto, a quantidade N- NH_3 perdida depende de fatores como clima, solo e manejo, bem como da interação entre os mesmos (TRIVELIN et al., 1994).

Dentre os fatores climáticos, os que mais contribuem para volatilização são temperatura e precipitação pluviométrica (MARTHA JÚNIOR, 2003). Incrementos na temperatura proporcionam aumentos lineares nas perdas de amônia (NH_3) (HARGROVE, 1988). Enquanto a quantidade de chuva deve proporcionar incorporação mais adequada do adubo nitrogenado de modo a evitar as perdas por volatilização (DENMEAD et al., 1990).

No que diz respeito aos fatores do solo com maior influência nas perdas de NH_3 por volatilização destacam-se o pH, a CTC, o poder tampão e a matéria orgânica do solo (TRIVELIN et al., 1994). A elevação do pH aumenta o potencial de volatilização. Quanto maior a CTC do solo menor será a concentração de NH_4^+ na solução do solo e, portanto, menores perdas deverão ocorrer. Já em relação à matéria orgânica do solo, os efeitos são antagônicos, dependendo da atividade da enzima urease.

Já os fatores relacionados ao manejo, que afetam a perda de N-NH_3 por volatilização, seriam a fonte, a dose e a localização no solo do adubo nitrogenado. Para pastagens estabelecidas em solos ácidos, as perdas de N-NH_3 decorrentes da aplicação superficial e a lanço de nitrato de amônio e de sulfato de amônio são geralmente baixas e inferiores a 5 e 10% do N aplicado, respectivamente (WHITEHEAD, 1995; PRIMAVESI et al., 2001). Porém, em algumas situações essas perdas podem ser mais elevadas, da ordem de até 20% do N-sulfato de amônio aplicado (MARTHA JÚNIOR, 1999).

Em relação à ureia, tem-se verificado perdas de N-NH_3 por volatilização, como resultado da aplicação superficial e a lanço em torno de 10 a 25% do N aplicado (WHITEHEAD, 1995; PRIMAVESI et al., 2001). Em condições favoráveis a volatilização como elevada temperatura, ausência de precipitação imediatamente após a adubação e altas taxas de evaporação de água do solo, as perdas podem atingir 80% do N-ureia aplicado (MARTHA JÚNIOR, 1999). Quanto à dose de adubo aplicado, observa-se que maiores doses do fertilizante resultam em perdas de N-NH_3 mais elevadas (PRIMAVESI et al., 2001).

1.5.3 Perdas do Nitrogênio por Desnitrificação

A desnitrificação também se enquadra na perda por via gasosa, consistindo na redução microbiana do nitrato (NO_3) à formas intermediárias de N e então às formas gasosas (NO , N_2O e N_2) que são comumente perdidas para a atmosfera (Figura 1). Dependendo de interações complexas entre fatores de clima, de solo e de manejo, que influenciam os processos microbiológicos.

Condições de temperatura elevada e alto teor de umidade do solo (chuvas ou condições precárias de drenagem do solo) atuam positivamente sobre a desnitrificação. Valores de pH próximos a neutralidade favorecem os processos de nitrificação e desnitrificação (GRANLI e BROCKMAN, 1995). Sendo esses fatores, as principais

explicações para as maiores taxas de emissão de óxidos de N em regiões tropicais em comparação com as temperadas (GRANLI e BROCKMAN, 1995).

De acordo com Bortoli et al. (2012) a emissão de N_2O tem contribuição significativa no efeito estufa por possuir potencial 300 vezes maior em comparação com o CO_2 , sendo atualmente o terceiro gás de efeito estufa mais importante presente na atmosfera, atrás somente do CO_2 e do CH_4 . De acordo com dados do IPCC (2001) a agricultura global contribui de 65 a 80% de todo o N_2O emitido para atmosfera, principalmente, a partir do nitrogênio aplicado via fertilizante. Sendo 90% do N_2O da atmosfera gerado durante a transformação microbiológica da NH_3 em NO_3^- .

Considerando o cenário supracitado, destaca-se que os principais fatores que controlam a desnitrificação são a disponibilidade de N (NO_3^- e NO_2^-) e de C (fonte de energia para os processos microbianos) em ambiente anaeróbico, o que predispõe as pastagens a elevadas perdas, uma vez que esses ecossistemas normalmente apresentam essas características (CORSI e MARTHA JÚNIOR, 1997). A atividade potencial da redutase do óxido nitroso no solo é um dos fatores que controlam a emissão deste gás. A produção de N_2O está também sujeita às influências decorrentes do tipo de manejo a que os solos são submetidos (EMBRAPA, 1999).

1.6 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARCELADA

Considerando o comportamento do N no solo, a alta mobilidade do N justifica a preocupação em relação ao manejo da adubação nitrogenada em solos agrícolas (ZEBARTH et al., 2009). Os recentes avanços tecnológicos mostram que é possível alocar os insumos com base nas necessidades de cada parcela no campo (KNOB, 2006). A dose do fertilizante aplicado pode ser prescrita dependendo da diferença entre a quantidade de nutrientes necessários pela cultura e a quantidade disponível em cada parcela da área de produção. Esta técnica permite otimizar a dose de insumos aplicados, de acordo com o potencial de produção do solo, mantendo ou melhorando o nível de produção.

Além da alocação dos insumos de acordo com a necessidade de cada parcela, estratégias conservacionistas sugerem o parcelamento da adubação nitrogenada. Parte da dose de N aplicada no momento do plantio e parte em cobertura, após a emergência da planta, monitorando-se a cultura para estabelecer o momento e a quantidade de N suplementar (MACKERRON, 2000), considerando-se as condições locais (FONTES, 2011).

Dentre os adubos nitrogenados mais comercializados e utilizados em pastagens no Brasil estão: a ureia (44 a 46 % de N) e o sulfato de amônio (20 a 21 % de N), fontes apresentam conjunto de vantagens e desvantagens. No caso da ureia, as principais vantagens são o menor custo por quilograma, alta concentração de N, fácil manipulação e causa menor acidificação no solo, o que a torna potencialmente superior a outras fontes do ponto de vista econômico, porém apresenta maior perda de N por volatilização (PRIMAVESI et al., 2004; MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

Já o sulfato de amônio apresenta como vantagens a menor perda de N por volatilização e o fato de ser fonte de enxofre (S) (24 % S), embora apresente maior custo por quilograma de N (PRIMAVESI et al., 2004). Segundo Tisdale et al. (1993) o suprimento adequado de S no solo aumenta a resposta da planta forrageira ao N aplicado e pode melhorar a sua eficiência de uso. Contudo, o sulfato de amônio apresenta a desvantagem de promover maior acidificação do solo, em relação àquela gerada pela ureia e pelo nitrato de amônio (PRIMAVESI et al., 2004).

Os insumos nitrogenados interferem diretamente na resposta final sobre a produtividade da cultura, com interferência direta da dosagem utilizada, época e metodologia empregada. Em virtude disso, a tomada de decisão durante o processo de implantação e condução das atividades e manejo localizado em uma determinada área não podem limitar-se somente a modelos e cálculos de quantidades (DURIGON, 2007).

Estudos indicam que o uso de adubos nitrogenados em pastagens, normalmente, aumenta o teor de N total, nitrato e amônio no solo. Contudo, aplicações sucessivas com doses altas podem provocar diminuição do pH (CAMPOS, 2004a; BONFIM-DA-SILVA, 2005; LANGE et al., 2006). Nesse sentido, alguns autores alertam quanto à necessidade da aplicação de doses adequadas de N.

1.7 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NA PLANTA

O nitrogênio é constituinte indispensável de componentes orgânicos como: aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos e componentes do metabolismo secundário como alcalóides (MENGEL e KIRKBY, 2001), e por isso é o nutriente mais limitante para produção vegetal. Sendo absorvido em grandes quantidades pelas culturas comerciais (BÉLANGER et al., 2003).

O sistema de absorção do nitrogênio pelas plantas ocorre nas formas inorgânicas amônio e nitrato (MARSCHENER, 1995). No entanto, para que o N possa ser absorvido e utilizado pelas plantas há necessidade de fatores de crescimento, como luz, temperatura e água. Além destas outras características também influenciam na absorção de amônio e nitrato podendo ser citados o pH e o teor de carboidratos nas raízes (MARSCHENER, 1995; MENGEL e KIRKBY, 2001). No entanto, mesmo que diferentes espécies vegetais apresentem capacidade similar na absorção de um determinado nutriente, pode ocorrer grande diferença entre elas na produção de biomassa, resultante de diferenças na eficiência de utilização desses elementos (FURLANI et al., 1986).

A capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas plantas depende da magnitude e da morfologia do seu sistema radicular e da eficiência na absorção desses elementos (ANGUINONI et al., 1989). O nitrogênio pode ser metabolizado nas raízes ou transportado para parte aérea via xilema. Quando absorvido como amônio é, na maior parte das vezes, metabolizado nas raízes, enquanto na forma de nitrato pode ser metabolizado nas raízes ou transportado para parte aérea (MENGEL e KIRKBY, 2001). A redistribuição do nitrogênio na planta ocorre via floema. Em caso de deficiência, o fluxo é da folha mais velha para mais jovem, deixando as mais velhas cloróticas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Em relação ao processo de assimilação, o nitrato pode ser armazenado no vacúolo das raízes ou da parte aérea ou ser reduzido a amônio através dos processos “nitrato redutase” e “nitrito redutase” nos cloroplastos (tecidos fotossintetizantes) ou nos plastídeos (tecidos não fotossintetizantes) para assim ser assimilado via glutamina. A absorção do nitrato tem alto custo energético quando comparado à absorção do amônio (GARCEZ, 2013).

1.8 USO DO CLOROFILÔMETRO NA ADUBAÇÃO NITROGENADA

O uso racional da adubação nitrogenada representa um dos principais desafios da produção agrícola. Assim, é importante investigar fatores que possam interferir na máxima eficiência de utilização do fertilizante nitrogenado, com mínimas perdas para economizar recursos financeiros, diminuir riscos de poluição ambiental, além de aumentar a produtividade.

Normalmente, utiliza-se o teor de matéria orgânica (MO) como indicador da disponibilidade de nitrogênio no solo. No entanto, o nitrogênio incorporado a MO, a qual é identificada via análise de solo, não serve como critério para a recomendação segura das doses de N a serem aplicadas (LOFTON et al., 2010). Neste método, a dose de Nitrogênio (N)

é estabelecida através de curvas de resposta da planta obtidas no campo, ao contrário dos demais macronutrientes, cuja a limitação pode ser prevista pela análise do solo (COELHO e FONTES, 2005).

Desse modo, uma melhoria potencial seria a inclusão de atributos da planta que permitisse o monitoramento da disponibilidade de N durante o ciclo da cultura, visando maior precisão e flexibilidade no manejo do N (COELHO, 2011). O uso da planta como indicadora parece ser mais apropriado e conveniente do que o solo, devido à amostragem e o tempo para as análises serem mais rápidas (OLIVIER e GOFFART, 2006), podendo ser realizada por diversos procedimentos dentre os quais a análise do teor de N na matéria seca e pela determinação indireta do teor de clorofila na folha (FONTES e ARAÚJO, 2007).

Em relação à determinação indireta do teor de clorofila na folha, estudos têm mostrado que a concentração de clorofila ou o esverdeamento das folhas se correlaciona positivamente com o teor foliar de nitrogênio, uma vez que 50 a 70% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (WOOD et al., 1993), e com a produção da massa de matéria seca da planta (BLACKMER e SCHEPPERS, 1995; GIL et al., 2002; FERREIRA et al., 2006). Além disso, o teor de N na folha correlaciona-se positivamente com a taxa fotossintética da planta, sendo a clorofila envolvida diretamente no processo de fotossíntese (VOUILLOT et al., 1998).

Considerando tais correlações, pesquisas realizadas (ABRAHÃO, 2007; VILLAR, 2012) para avaliar métodos que identifiquem o estado nutricional (em termos de teor N) das culturas agrícolas usando técnicas de sensoriamento remoto. Nesse sentido, a mensuração da refletância espectral apresenta-se como técnica promissora para determinar a deficiência de N em tempo real sem contato e de forma não destrutiva (TUMBO et al., 2002). Uma vez que propriedades espectrais, refletância e transmitância das folhas são afetadas pela deficiência de nitrogênio (BLACKMER e SCHEPPERS, 1995).

Nesse sentido, o desenvolvimento do medidor portátil de clorofila, denominado clorofilômetro, apresenta-se como técnica de sensoriamento remoto que proporciona leituras instantâneas, de forma não destrutiva, surgindo como alternativa de indicação do nível de N na planta. O equipamento apresenta facilidade de operação, permitindo avaliações *in situ*, podendo ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre a adubação nitrogenada (GIL et al., 2002; GODOY et al., 2008).

Segundo Argenta et al. (2002), a determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila, pois a leitura pode ser

realizada em poucos minutos, oferecendo, portanto, facilidade de determinação, baixo custo de manutenção do aparelho, ao contrário de outros testes que exigem compras sistemáticas de produtos químicos (PIEKIELEK e FOX, 1992), não há necessidade de envio de amostras para laboratório, somando economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias, sem implicar na destruição das folhas (MALAVOLTA et al., 1997). Além disso, o clorofilômetro apresenta a vantagem de não ler o N absorvido como “consumo de luxo”, mas sim apenas o teor de N que se associa à molécula de clorofila (GARCEZ, 2013).

Um dos medidores portáteis de clorofila é o SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). De mais recente lançamento, o clorofilômetro chamado ClorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Brasil), utiliza fotodiodos emissores em três comprimentos de onda: dois emitem dentro da banda do vermelho, próximos aos picos de cada tipo de clorofila (=635 e 660nm) e um outro no infravermelho próximo (=880nm). Da mesma forma que o SPAD, um sensor inferior recebe a radiação transmitida através da estrutura foliar. A partir desses dados, o aparelho fornece valores chamados Índice de Clorofila Falker (ICF) ou Índice de Clorofila Foliar (ICF), proporcionais à absorbância das clorofilas.

A determinação do teor relativo de clorofila, por meio do clorofilômetro portátil, tem sido utilizada para predizer a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, dentre as principais: arroz (TURNER e JUND, 1991; HUSSAIN et al., 2000), algodão (WOOD et al., 1993; ROSOLEM e VAN MELLIS, 2010), café (GODOY et al., 2008), milho (PIEKIELEK e FOX, 1992; SMEAL e ZHANG, 1994; BLACKMER e SCHEPERS, 1995; VARVEL et al., 1997; ARGENTA et al., 2001; ARGENTA, 2002; GODOY, 2002; ARGENTA, 2003; GODOY et al., 2006), sorgo (MARQUARD e TIPTON, 1987); soja (YADAVA, 1986); trigo (FOX et al., 1994; BREDEMEIER, 1999); feijão (MAIA, 2011) e batata (COELHO, 2011).

Em relação às gramíneas forrageiras, várias pesquisas têm mostrado aumento no teor de clorofila da folha, com incremento das doses de N (ABREU e MONTEIRO, 1999; SANTOS JÚNIOR e MONTEIRO, 2003; BONFIM-DA-SILVA, 2005; LAVRES JUNIOR e MONTEIRO, 2006; ABRAHÃO, 2007; BENETT et al. 2008; COSTA, 2008; MARANHÃO, 2009; GUIMARÃES, 2011; BARBIERI JÚNIOR, 2012; VILLAR, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2013).

Barbieri Júnior et al. (2012) estudaram o uso do ClorofiLOG para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85 concluindo que o ClorofiLOG constitui um instrumento adequado para a determinação indireta dos teores relativos das clorofilas a, b e

total sendo uma excelente ferramenta no manejo da adubação nitrogenada dessa forrageira, assim como de outras representantes do gênero *Cynodon* spp.

1.9 ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO (ISN)

O índice de clorofila foliar (ICF), medido pelo clorofilômetro, pode ser indicativo da necessidade de aplicação do N, desde que seja conhecido o nível abaixo do qual a planta estaria deficiente ou em nível crítico. Entretanto, é sabido que além do teor de N na planta, outros fatores podem afetar os valores do índice de clorofila foliar, como as condições edafoclimáticas, ano, local, cultivar e outros fatores, impossibilitando estabelecer um valor fixo universal de nível crítico (BULLOCK e ANDERSON, 1998; FONTES, 2011).

Na tentativa de viabilizar a utilização do clorofilômetro universalmente, Schepers et al. (1992) propuseram, para a cultura do milho, a instalação de uma área de referência na lavoura. Essa área seria adubada com dose não limitante de N, maior que a máxima normalmente recomendada para a cultura, para permitir a concentração máxima de clorofila nas folhas. Com essa premissa, foi sugerido usar o índice de suficiência de nitrogênio (ISN), obtido pela relação entre as medidas obtidas com o clorofilômetro nas plantas representativas da área a ser avaliada na lavoura e nas plantas da área de referência (sem deficiência de N e com excesso de N).

O uso do ISN é uma normatização das leituras do clorofilômetro para eliminar os possíveis erros inerentes a diferentes solos, condições climáticas, cultivar e outros fatores que podem influenciar as leituras com o aparelho, inviabilizando a utilização de um nível crítico universalmente utilizado (SINGH et al., 2010). Geralmente, para a cultura do milho, a planta é considerada deficiente em N quando o ISN atinge 90 ou 95 % do valor da leitura obtida nas plantas da área de referência (VARVEL et al., 1997). Com esse procedimento, foi proposto a chamada "adubação quando necessária" (SCHEPERS et al., 1992).

Alguns autores têm utilizado esse critério, como Godoy et al. (2003) verificaram para a cultura do milho e pimentão que o ISN foi um indicador apropriado do momento de aplicação do adubo nitrogenado, podendo auxiliar no ajuste da dose de N. Varvel et al. (1997) empregaram o critério de determinar o ISN na cultura do milho com o clorofilômetro e verificaram aumento da eficiência do uso do N por meio do parcelamento da adubação.

Apesar do valor de ISN ser mais facilmente calibrado para cada situação do que o valor do nível crítico, ainda fica a incerteza de qual ISN utilizar, isto é sinônimo de qual dose

de N deve-se colocar na parcela de referência (FONTES et al., 2011). Assim, a dose a ser utilizada na parcela de referência precisa ser ajustada de acordo com o recurso disponível para ser empregado na compra do adubo nitrogenado, nível tecnológico e experiência do produtor ou técnico responsável.

Nesse sentido, o instituto americano *Potash & Phosphate* (PPI) em um dos seus boletins de recomendações de manejo para sítio-específico, publicou metodologia para prescrição de N em taxa variada com base na comparação das leituras de clorofila de uma parcela de referência com as leituras da área a ser aplicado o N. Na parcela de referência, de dimensões reduzidas e localizada próxima a área a ser tratada, é aplicada a dose máxima desejada. Esta comparação é realizada pelo cálculo do índice de suficiência de nitrogênio (ISN) para, quando este for menor que 95%, se realizar a aplicação deste nutriente (FRANCIS e PIEKIELEK, 1999). Tendo em vista que a parcela de referência está próxima à área a ser adubada, é considerada que as plantas da área e da parcela estão nas mesmas condições edafoclimáticas.

Apesar do clorofilômetro já ser utilizado com sucesso em diversas culturas, ainda são poucos os trabalhos que o utilizam para indicar a quantidade de N a ser aplicada, como os de Araújo et al. (2004). Recentemente, Reis et al. (2006) desenvolveram estudo com o objetivo de gerar uma curva de recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do café com base no índice SPAD. Scharf et al. (2006) e Hawkins et al. (2007) utilizaram a técnica do índice de suficiência de N para o diagnóstico do estado nutricional e posterior indicação das doses a serem aplicadas na cultura do milho nos Estados Unidos.

Trabalhos vêm sendo realizados para identificar o status de N em culturas forrageiras, utilizando o clorofilômetro (COSTA, 2001; ABRAHÃO, 2007; VILLAR, 2012; SILVA JÚNIOR, et al., 2013), entretanto na revisão de literatura não foram encontrados trabalhos a respeito do desenvolvimento do Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) específico para gramíneas forrageiras.

1.10 CARACTERIZAÇÃO DAS FORRAGEIRAS

1.10.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A *Brachiaria brizantha* é de origem africana, coletada inicialmente no Zimbábue, região vulcânica onde os solos apresentam bons índices de fertilidade (BOGDAN, 1977). Os

capins do gênero *Brachiaria* foram difundidos a partir das décadas de 70 e 80, principalmente, nas regiões de clima mais quente. No Brasil, a *Brachiaria* passou a ser estudada pela Embrapa Cerrados a partir de 1984.

De acordo com a caracterização de Nunes et al. (1985), a *Brachiaria* é uma forrageira cespitosa, robusta, com colmos iniciais prostrados, mas que produzem perfilhos predominantemente eretos, rizomas curtos e encurvados e bainhas pilosas. Apresenta boa produtividade de forragem, proporciona boa cobertura do solo, possui capacidade de competição com invasoras, estabelecimento rápido e é altamente responsiva à adubação nitrogenada (SANTOS JÚNIOR, 2001; SALES et al., 2013; GARCEZ, 2013). Em contrapartida, requer nível médio de fertilidade do solo (BOGDAN, 1977).

Atualmente, estima-se que o seu cultivo atinja cerca de 70 milhões de hectares no Brasil, devido a sua adaptação as mais variadas condições de solo e clima, com vantagens sobre outras espécies, propiciando produções satisfatórias de forragem (SOARES FILHO, 1994). Dentre as espécies do gênero *Brachiaria* destaca-se a *brizantha* cultivar Marandu, que adquiriu uma grande expressividade nas áreas de pastagens cultivadas e, por essa razão, tornou-se uma das plantas forrageiras mais estudadas no Brasil (SILVA, 2004).

Em Rondônia, as pastagens são formadas predominantemente por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que ocorre em aproximadamente 90% da área (COSTA et al., 2009). Costa et al. (2004) observaram em ensaios conduzidos com capim-marandu nas condições edafoclimáticas do estado de Rondônia níveis de produtividade em torno de 10 a 12, e 2 a 4 toneladas de matéria seca /ha/ano nos períodos chuvoso e seco, respectivamente.

1.10.2 *Panicum maximum* cv. Mombaça

Os capins do gênero *Panicum* pertencem à família *Paniceae* também de origem africana. Como resultado da busca por maior produtividade e eficiência, aumentou o interesse pela utilização das espécies *Panicum maximum*, principalmente os cultivares: Tobiata, Tanzânia e Mombaça (EUCLIDES et al., 1997).

No Brasil, o capim-mombaça, coletado na Tanzânia, foi lançado pela Embrapa Cerrados em 1993, através de parceria envolvendo Embrapa Acre, Embrapa Amazônia Oriental, institutos e órgãos afins. De acordo com o Sistema de Produção de Leite para Rondônia, o capim-mombaça se destaca dos demais pela alta produtividade, sendo bastante utilizado em sistemas intensivos de produção animal. No entanto, em se tratando do máximo

potencial produtivo, necessita de solos com alta fertilidade (EMBRAPA, 2011).

De acordo com a caracterização de Carnevalli (2003), é um capim ereto e cespitoso apresentando elevada porcentagem de folhas, elevado valor nutricional e alta resposta a adubação nitrogenada (LAVRES JÚNIOR e MONTEIRO, 2002; CASTAGNARA et al. 2011; GARCEZ, 2013). Em contrapartida, requer alta fertilidade do solo para boa produção e cobertura do solo.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Para identificação do melhor Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) das forrageiras avaliadas, dois ensaios em vasos ao ar livre foram implantados no campo experimental da Embrapa Rondônia localizado no município de Porto Velho (8° 47'42" S e 63° 50'45" W) no período de dezembro de 2013 a julho de 2014.

O clima da região é classificado como tropical chuvoso do tipo Aw (KÖPPEN, 1948; SILVA, 2010), com duas estações bem definidas “seca” e “chuvosa” ao longo do ano. As variações de temperatura, precipitação pluvial e da radiação solar diária, podem ser observadas nas Figuras 2 e 3.

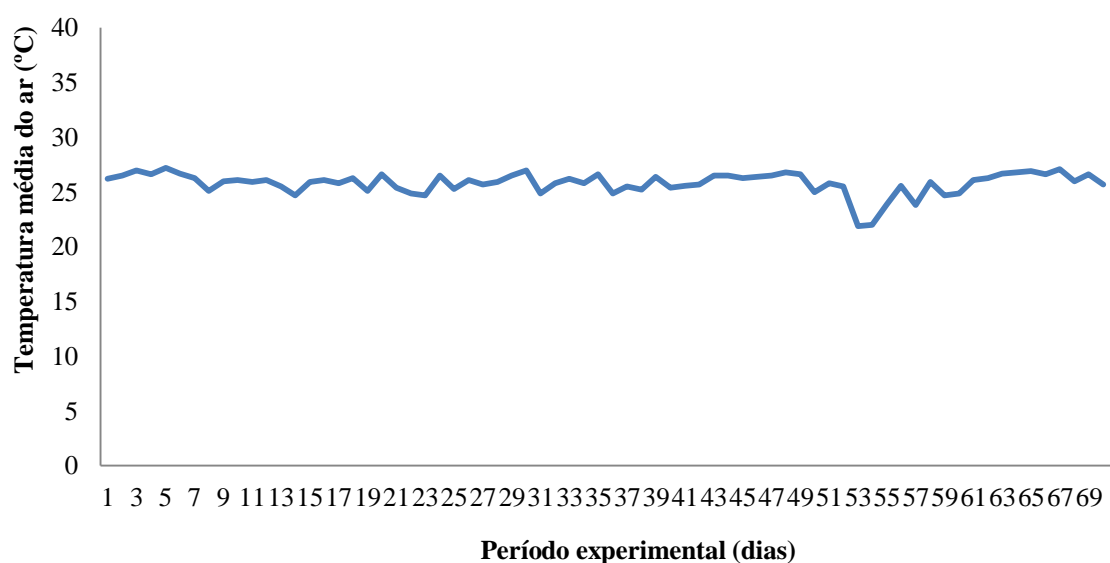


Figura 2: Variação da temperatura média do ar (°C) ao longo do período experimental.
Fonte: SEDAM.

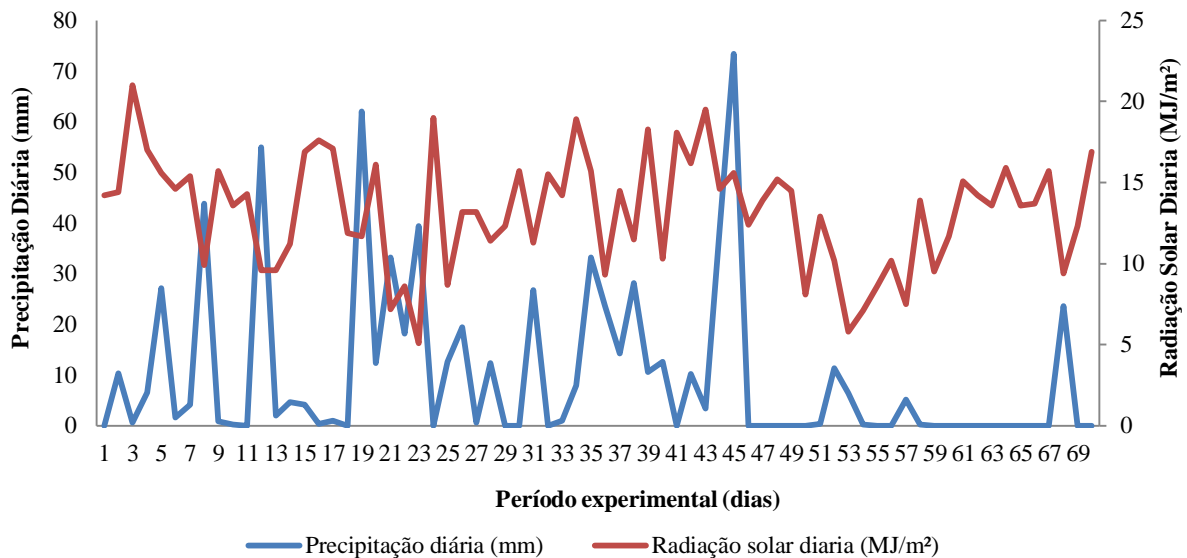


Figura 3: Precipitação pluvial diária (mm) e radiação solar diária (MJ/m²) ao longo do período experimental.

Fonte: SEDAM.

No primeiro período de avaliação (PA) das forrageiras, a média da temperatura diária foi de 25,9 °C; e a média do segundo PA foi de 25,7 °C (Figuras 2), com precipitação acumulada de 372,8 mm e 163 mm (Figuras 3), respectivamente, indicando transição da estação chuvosa para seca. Os dados climáticos foram obtidos em estação meteorológica automática de superfície localizada e foram disponibilizados pela Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM.

2.2 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram utilizados vasos com volume de 14 dm³, os quais foram preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo com horizonte (A) húmico, com os seguintes atributos químicos na camada 0-20 cm: pH (água) = 5,2; matéria orgânica = 83,0 g/kg; P = 2 mg/dm³; K = 0,51 mmolc/dm³; Ca = 3,7 mmolc/dm³; Mg = 1,6 mmolc/dm³ e Al = 8,2 mmolc/dm³; Al+H = 146,9; CTC = 152,71/dm³ e V = 4%. Quinze dias antes da semeadura, com base no resultado da análise química do solo, foi feita a correção com calcário PRNT 70% para elevar a saturação por base (V) para 50%, nesse caso utilizou-se 4 ton./ha (28 g/vaso). A adubação de base em cobertura para plantio do capim-marandu foi feita utilizando-

se 80 kg de P_2O_5 /ha (superfosfato simples) (2,8 g/vaso); 80 kg de KCL (0,93 g/vaso) e 20 kg FTE (0,14 g/vaso). No caso do capim-mombaça, aplicou-se 120 kg de P_2O_5 /ha (4,2 g/vaso); 120 kg de KCL (1,4 g/vaso) e 20 kg FTE (0,14 g/vaso). Quarenta dias após a semeadura, foram aplicados nos vasos com capim-marandu e capim-mombaça 40 kg de P_2O_5 /ha (2,8 g/vaso).

As recomendações de calagem e adubação para atender as exigências nutricionais das forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça são descritas no Sistema de Produção de Leite para Rondônia (EMBRAPA RO, 2011). No caso da adubação nitrogenada, a dose recomendada para ambas as forrageiras foi de 133,34 kg de N/ha (2,10 g de ureia/vaso), a qual foi fracionada e aplicada em duas parcelas iguais de 66,67 kg de N/ha (1,05 g de ureia/vaso) nos tratamentos “referência” de ambos os ensaios.

Na semeadura, as sementes de ambas as forrageiras foram depositadas no solo a profundidade de três centímetros. A germinação iniciou sete dias após a semeadura e sete dias após a germinação, novas sementes foram aplicadas com o objetivo de uniformizar a densidade de plantio em seis perfilhos por vaso. O corte de uniformização foi realizado a 10 cm da superfície do solo 55 dias após a semeadura de ambas as forrageiras.

2.3 TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado nos dois ensaios foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas por ensaio. Os tratamentos foram:

- Testemunha: não recebeu a adubação nitrogenada;
- Referência: adubação nitrogenada com 100% da dose recomenda;
- Tratamento 1 - T1: adubação nitrogenada na dose equivalente a 30% da recomendação quando o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) < 0,96;
- Tratamento 2 - T2: adubação nitrogenada na dose equivalente a 30% da recomendação quando o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) < 0,93;
- Tratamento 3 - T3: adubação nitrogenada na dose equivalente a 30% da recomendação quando o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) < 0,90;
- Tratamento 4 - T4: adubação nitrogenada na dose equivalente a 30% da recomendação quando o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) < 0,87;

- Tratamento 5 - T5: adubação nitrogenada na dose equivalente a 30% da recomendação quando o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) < 0,83.

Ao longo do trabalho, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada de acordo com ISN pré-estabelecido (tratamentos de 1 a 5) são denominados de “tratamento ISN”.

2.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS

O período experimental iniciou-se com as leituras do Índice de Clorofila Foliar (ICF) em ambos os ensaios, 90 dias após a sementeira e 23 dias após o primeiro corte de uniformização.

Foram realizados dois períodos de avaliação (PA) de 28 dias com um intervalo de 15 dias, totalizando um período de 70 dias. O primeiro período de avaliação compreendeu do 1º ao 28º dia do período experimental (DPE) e o segundo do 43º ao 70º DPE (Figura 4).

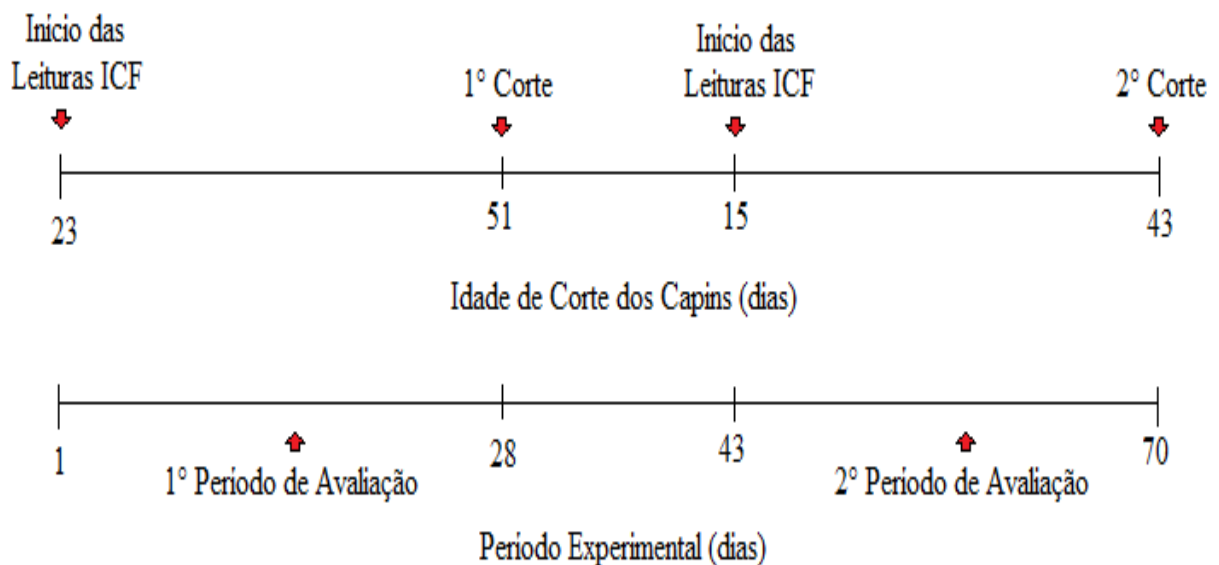


Figura 4: Esquema dos ensaios realizados indicando o início das leituras do Índice de Clorofila Foliar (ICF), os períodos de avaliação e as idades de corte das forrageiras (em dias).

Durante os dois períodos de avaliação, em ambos os ensaios, as leituras do ICF foram realizadas diariamente às 9:00 horas da manhã, na folha mais nova completamente expandida de diferentes perfis, na posição do terço médio da lâmina foliar utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker) (FALKER, 2008).

As folhas foram posicionadas entre o emissor e o receptor do equipamento, de modo que a radiação transmitida através da folha fosse convertida em sinais eletrônicos (Figura 5). A média diária de cada parcela foi calculada com base em 10 leituras dos valores ICF.



Figura 5: Leitura dos valores do Índice de Clorofila Foliar (ICF) no terço médio da folha utilizando o clorofilômetro portátil (CFL 1030 - Falker®).
Autor da foto: Betânia Maria Filha Soares Bacelar.

A leitura do Índice de Clorofila Foliar (ICF) no tempo zero (L0) foi realizada antes da aplicação do nitrogênio nos tratamentos, que correspondeu ao 1º dia do período experimental (DPE). Imediatamente após L0, aplicou-se a primeira dose da adubação nitrogenada nos vasos do tratamento referência (1,05 g de ureia/vaso). Nesse mesmo dia, os cinco tratamentos ISN (T1, T2, T3, T4 e T5) receberam 30% da dose de N recomendada para cada forrageira, ou seja, 30% do total do N aplicado nos vasos do tratamento referência nos dois períodos de avaliação, que correspondeu a 0,63 g de ureia/vaso.

O cálculo do Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) de cada um dos cinco tratamentos ISN também foi realizado diariamente durante os dois períodos de avaliação em ambos os ensaios utilizando planilhas do Excel®. O ISN calculado (INS_{calc}) é a relação entre os valores ICF de cada tratamento (ICF-T) e os valores ICF da referência (ICF-R), dada pela equação $INS_{calc} = ICF-T/ICF-R$, de acordo com a metodologia proposta por (FRANCIS e PEIKIELEK, 1999).

Semanalmente, calculava-se a média dos ISN_{calc} dos tratamentos e quando esta apresentava-se inferior ao ISN adotado como critério para adubação nitrogenada em cada tratamento (T1 = 0,96, T2 = 0,93, T3 = 0,90, T4 = 0,87 e T5 = 0,83) foi aplicada 30% da dose de N recomendada para cada forrageira (0,63 g de ureia/vaso) (Tabela 1).

Tabela 1: Médias semanais dos Índices de Suficiência de Nitrogênio calculados (ISN_{calc}) para cada tratamento nos ensaios com capim-marandu e capim-mombaça.

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu				
Tratamento	Período Experimental (dias)			
	16	23	48	65
1 (ISN: 0,96)	0,93	0,94	0,87	1,09
2 (ISN: 0,93)	0,94	0,96	0,85	1,05
3 (ISN: 0,90)	0,89	0,90	0,85	1,05
4 (ISN: 0,87)	0,95	0,92	0,85	1,04
5 (ISN: 0,83)	0,91	0,88	0,79	1,05
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça				
	Período Experimental (dias)			
	16	23	48	65
1 (ISN: 0,96)	0,95	0,93	0,80	1,11
2 (ISN: 0,93)	0,98	0,91	0,85	1,07
3 (ISN: 0,90)	0,99	0,94	0,82	1,10
4 (ISN: 0,87)	0,94	0,92	0,80	1,05
5 (ISN: 0,83)	0,94	1,00	0,86	1,10

No ensaio com capim-marandu, observou-se necessidade de adubação das parcelas dos tratamentos T1 e T3 no 16° dia do período experimental (DPE); no 23° DPE foi necessário fazer nova adubação nas parcelas do T1. No 48° DPE do segundo período de avaliação, foi feita a adubação de todos os tratamentos ISN e no 65° DPE não foi necessário fazer a adubação nitrogenada em nenhum dos tratamentos ISN.

Em relação ao capim-mombaça, no 16° DPE observou-se necessidade de adubação das parcelas do T1; no 23° DPE foram adubadas as parcelas do T2. Já no segundo período de avaliação, as parcelas de todos os tratamentos ISN indicaram a necessidade de adubação no 48° DPE e no 65° DPE não houve indicação de adubação em nenhum dos tratamentos ISN (Tabela 1).

Na Tabela 2 é apresentada a quantidade de ureia (e seu equivalente em nitrogênio) aplicada ao longo de todo período experimental nos tratamentos de ambos os ensaios. No 1° dia do período experimental (DPE) ocorreu a aplicação da primeira dose de N nas parcelas do tratamento referência que corresponde a 1,05 g de ureia/vaso. Ainda no 1° DPE, procedeu-se

a adubação inicial de todos os tratamentos ISN com 30% da dose de N recomendada para tratamento referência de cada forrageira (0,63 g de ureia/vaso).

Ao longo do primeiro período de avaliação as doses adicionais (0,63 g de ureia/vaso) foram aplicadas considerando a equação do ISN_{calc} . A segunda dose de N aplicada nos tratamentos referência (1,05 g de ureia/vaso) ocorreu no 28º DPE, logo após o primeiro corte de avaliação, em seguida, os todos os tratamentos ISN demandaram a aplicação de 0,63 g de ureia/vaso.

Tabela 2: Quantidade de ureia (e seu equivalente em kg de N por ha) aplicada ao longo de todo período experimental nas parcelas de cada tratamento dos ensaios com capim-marandu e capim-mombaça.

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu								
Tratamentos	Período experimental (dias)						Total (g de ureia/vaso)	Total (kg de N/ha)
	1	16	23	28	48	65		
Referência	1,05	0	0	1,05	0	0	2,10	133,34
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (ISN: 0,96)	0,63	0,63	0,63	0	0,63	0	2,52	160,00
2 (ISN: 0,93)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00
3 (ISN: 0,90)	0,63	0,63	0	0	0,63	0	1,89	120,00
4 (ISN: 0,87)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00
5 (ISN: 0,83)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00

<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça								
Tratamentos	Período experimental (dias)						Total (g de ureia/vaso)	Total (kg de N/ha)
	1	16	23	28	48	65		
Referência	1,05	0	0	1,05	0	0	2,10	133,34
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (ISN: 0,96)	0,63	0,63	0	0	0,63	0	1,89	120,00
2 (ISN: 0,93)	0,63	0	0,63	0	0,63	0	1,89	120,00
3 (ISN: 0,90)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00
4 (ISN: 0,87)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00
5 (ISN: 0,83)	0,63	0	0	0	0,63	0	1,26	80,00

2.5 AMOSTRAGEM E ANÁLISES LABORATORIAIS

Ao final de cada período de avaliação e antes dos cortes de avaliação das forrageiras, foi medida a altura (em cm) utilizando-se régua graduada em cinco plantas escolhidas aleatoriamente por vaso.

A produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) em cada parcela foi determinada após o corte das plantas a 10 cm do solo (altura definida para as duas forrageiras), seguindo-se

de pesagem em balança semianalítica e secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C até peso constante.

Posteriormente, essas amostras foram moídas a 1 mm em moinho tipo Willey para envio ao Laboratório de Solos e Análise de Plantas da Embrapa Rondônia, onde determinou-se a matéria seca em estufa a 105°C por 72 horas, seguindo-se a metodologia descrita em Campos et al. (2004b).

Ao final do experimento, as raízes foram separadas do solo e lavadas em água corrente para retirada de solo e outros resíduos. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel e pesadas em balança semianalítica. Imediatamente após a pesagem, as amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 ° C até peso constante. Após a secagem, as mesmas foram pesadas para determinação da produção de matéria seca de raiz (PMSR).

A produção acumulada de matéria seca da parte aérea foi obtida somando-se a PMSPA dos dois cortes de avaliação das forrageiras. A produção de matéria seca total (PMST) foi obtida somando-se a PMSPA com a PMSR.

A eficiência de conversão do nitrogênio aplicado via fertilizante (ureia) em matéria seca da parte aérea (PMSPA) foi obtida através da relação: $PMSPA \text{ (kg)} / \text{Quantidade total de N adicionado no vaso (kg)}$.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas das variáveis avaliadas: altura, PMSPA, PMSR, PMST, eficiência de conversão do N fertilizante em MS da parte aérea, foram realizadas utilizando o *software* Assistat 7.7 beta. A análise de variância foi realizada pelo procedimento ANOVA e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MONITORAMENTO DO ÍNDICE DE CLOROFILA FOLIAR (ICF)

Observando as leituras diárias do ICF em ambos os ensaios, foi possível analisar o comportamento das duas espécies forrageiras em resposta a aplicação ou não do nitrogênio na forma de ureia ao longo dos dois períodos de avaliação (Figuras 6 a 9).

No primeiro período de avaliação, observou-se que a partir do 5º Dia do Período Experimental (DPE) as parcelas que não receberam nenhuma dose de adubo nitrogenado (testemunhas), em ambos os ensaios, apresentaram valores de ICF numericamente menores em relação aos demais tratamentos, que receberam adubação nitrogenada, até o 27º DPE (Figuras 6 e 7; Tabelas 3 e 4).

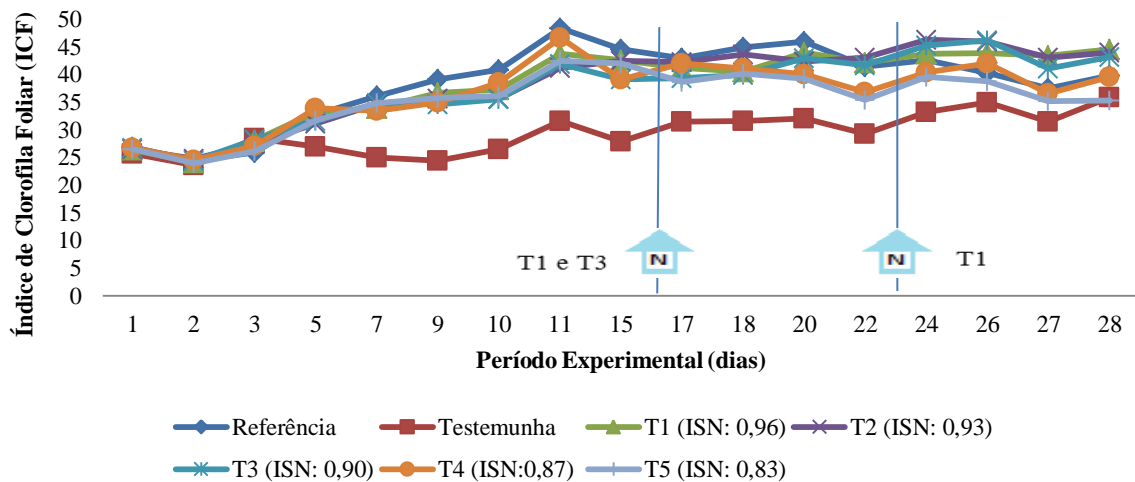


Figura 6: Comportamento do ICF do capim-marandu no 1º Período de Avaliação.

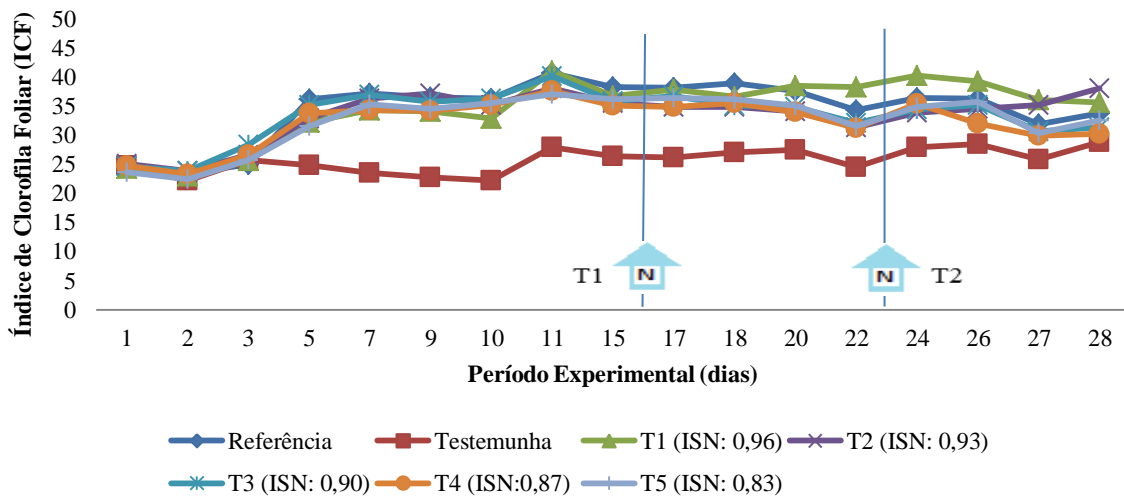


Figura 7: Comportamento do ICF do capim-mombaça no 1º Período de Avaliação.

Corroborando com os resultados de Costa et al. (2008), que avaliaram área de pastagem estabelecida com capim-marandu submetida à diferentes doses de N via sulfato de amônio ou ureia no período de três anos, e observaram que a adubação com 100, 200 e 300 kg de N/ha/ano proporcionaram aumento de 27, 28 e 30% nos teores de clorofila foliar (valores

médios de SPAD de 44,23; 45,03 e 46,14, respectivamente) em relação as parcelas não adubadas (média de SPAD de 32,00).

Já em relação ao comportamento do tratamento referência, observou-se que os maiores valores do ICF ocorreram no 11° DPE (Figuras 6 e 7), que foram 48,44 e 40,75, observados no capim-marandu (Tabela 3) e capim-mombaça (Tabela 4), respectivamente.

Tabela 3: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-marandu no 1° período de avaliação no 5°, 11°, 15°, 22° e 28° dia do período experimental (DPE).

Tratamento	Período Experimental (dias)				
	5	11	15	22	28
Referência	32,78 a	48,44 a	44,63 a	41,42 ab	39,89 a
Testemunha	26,97 b	31,62 c	27,95 c	29,35 c	35,93 a
1 (ISN: 0,96)	33,20 a	43,76 ab	42,63 ab	42,17 ab	44,58 a
2 (ISN: 0,93)	31,17 ab	41,28 b	42,46 ab	43,11 a	43,99 a
3 (ISN: 0,90)	31,58 ab	41,93 ab	39,16 b	41,65 ab	43,16 a
4 (ISN: 0,87)	33,94 a	46,67 ab	39,13 b	36,83 ab	39,60 a
5 (ISN: 0,83)	31,77 ab	42,55 ab	42,08 ab	35,43 bc	35,33 a
dms	5,60	7,12	5,00	6,79	9,71
CV%	7,71	7,32	5,47	7,65	10,46

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Tabela 4: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-mombaça no 1° período de avaliação no 5°, 15°, 22° e 28° dia do período experimental (DPE).

Tratamento	Período Experimental (dias)				
	5	11	15	22	28
Referência	36,25 a	40,75 a	38,31 a	34,34 ab	33,83 abc
Testemunha	24,85 b	28,01 b	26,42 b	24,55 c	28,85 c
1 (ISN: 0,96)	32,27 a	41,13 a	36,82 a	38,36 a	35,73 ab
2 (ISN: 0,93)	32,95 a	38,13 a	35,65 a	31,40 b	38,09 a
3 (ISN: 0,90)	35,23 a	40,22 a	35,94 a	32,22 b	31,38 bc
4 (ISN: 0,87)	33,83 a	37,69 a	35,14 a	31,25 b	30,27 bc
5 (ISN: 0,83)	31,60 a	37,17 a	36,26 a	31,59 b	32,62 abc
dms	5,88	5,40	5,02	4,37	5,48
CV%	7,89	6,25	6,26	5,96	7,23

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Silva Júnior (2013), avaliando o teor de nitrogênio foliar e os valores SPAD no capim braquiária (*Brachiaria decubens*) aos 15, 21 e 32 dias após a adubação com cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha) na forma de ureia, observou que a forrageira apresentou respostas significativas à adubação nitrogenada a partir do 15° dia após a adubação, apresentando maior correlação entre o valor de SPAD e o N foliar aos 21 dias após a adubação.

No 16° DPE aplicou-se mais 30% da dose de N recomendada para tratamento referência de cada forrageira (0,63 g de ureia/vaso) nas parcelas dos tratamentos T1 e T3 do ensaio com capim-marandu e das parcelas do T1 no ensaio com capim-mombaça (Tabela 2). A partir desta adubação, apenas o T1 do ensaio com capim-mombaça apresentou valor do ICF numericamente maior que os dos demais tratamentos do 22° ao 26° DPE (Figura 7).

Ainda no primeiro período de avaliação no 23° DPE houve a necessidade de aplicação de 30% da dose de N (0,63 g de ureia/vaso) nas parcelas do T1 do ensaio com capim-marandu e do T2 do ensaio com capim-mombaça (Tabela 2), observando-se que no T2 do capim-mombaça ocorreu um aumento de 6,69 unidades no ICF do 22° ao 28° DPE (Figura 7 e Tabela 4). Nesse mesmo período, o aumento do ICF do T1 do capim-marandu foi de 2,41 unidades (Figura 6 e Tabela 3). Estes resultados podem indicar talvez uma resposta mais rápida do capim-mombaça a adubação nitrogenada que o capim-marandu.

No presente estudo esperava-se observar respostas semelhantes em termos de ICF após a aplicação em cobertura do nitrogênio na forma de ureia. No entanto, essa resposta parece demorar alguns dias e depende da espécie forrageira. Como os ensaios não foram delineados com a finalidade de avaliar o tempo de resposta do capim-marandu e do capim-mombaça à adubação nitrogenada, não há como afirmar que existe uma diferença entre essas duas espécies. No entanto, pode-se supor que as forrageiras respondem em velocidades diferentes à adubação nitrogenada com ureia. Hipótese que pode ser testada em trabalhos futuros.

No segundo período de avaliação, que se iniciou 15 dias após o primeiro corte de avaliação das forrageiras (Figura 4) e da adição da segunda parcela da dose de N nos tratamentos referência, observou-se que os valores do ICF do tratamento referência de ambos os ensaios foram numericamente maiores em relação aos demais tratamentos até o 50° DPE do capim-marandu (Figura 8) e 47° DPE do capim-mombaça (Figura 9).

Esse comportamento se deve ao fato de haver uma relação direta entre o índice de clorofila foliar (ICF) e o teor de nitrogênio (N) foliar, e estes em relação ao nível de adubação nitrogenada. Estudos desenvolvidos em espécies forrageiras comprovaram a relação entre a adubação nitrogenada e o índice de clorofila foliar medido com clorofilômetro portátil (BENETT et al., 2008; COSTA et al., 2008; MARANHÃO et al., 2009; GUIMARÃES, 2011; PARIZ, 2011; BARBIERI JÚNIOR et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2013). Apresentando, portanto, o potencial do equipamento (clorofilômetro portátil) como ferramenta adequada para medir as respostas das forrageiras à adubação nitrogenada.

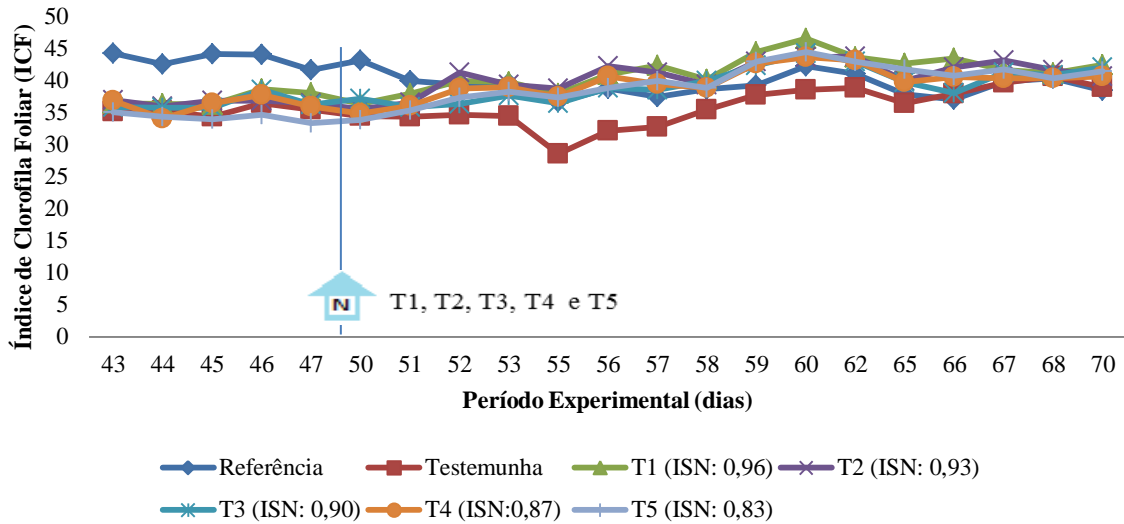


Figura 8: Comportamento do ICF do capim-marandu no 2º Período de Avaliação.

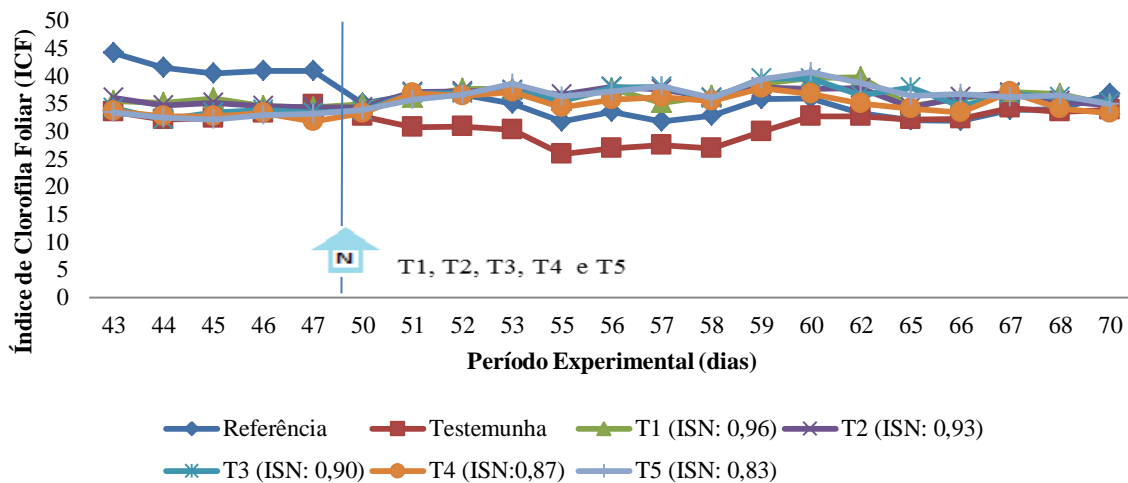


Figura 9: Comportamento do ICF do capim-mombaça no 2º Período de Avaliação.

No caso das testemunhas, os valores do ICF foram semelhantes aos dos demais tratamentos ISN até o momento em que foi realizada a adubação com 30% da dose de N (0,63 g de ureia/vaso) dos mesmos no 48º DPE (Tabela 2), em ambos os ensaios. Após a adubação nitrogenada de todos os tratamentos ISN de ambas forrageiras, os valores de IFC dos tratamentos ISN se aproximaram dos valores do tratamento referência a partir do 51º DPE do capim-marandu (Figura 8 e Tabela 5) e 50º DPE do capim-mombaça (Figura 9 e Tabela 6). E os valores ICF das testemunhas foram numericamente inferiores aos demais tratamentos no período entre o 53º ao 62º DPE do capim-marandu (Figura 8) e entre o 51º ao 60º DPE do capim-mombaça (Figura 9).

Tabela 5: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-marandu no 2º período de avaliação no 43º, 47º, 65º e 70º dia do período experimental (DPE).

Tratamento	Período Experimental (dias)				
	43	47	51	65	70
Referência	44,27 a	41,63 a	39,97 a	37,82 a	38,45 a
Testemunha	35,18 b	35,44 b	34,36 b	36,42 a	38,91 a
1 (ISN: 0,96)	36,47 b	38,02a b	37,96 ab	42,64 a	42,47 a
2 (ISN: 0,93)	36,98 b	36,47 b	36,57 ab	39,89 a	40,64 a
3 (ISN: 0,90)	35,87 b	36,20 b	35,79 ab	39,76 a	41,99 a
4 (ISN: 0,87)	36,82 b	35,98 b	36,06 ab	39,77 a	40,68 a
5 (ISN: 0,83)	35,00 b	33,35 b	35,35 b	41,75 a	41,43 a
dms	3,86	4,88	4,35	7,98	8,94
CV%	4,51	5,78	5,17	8,74	9,57

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Tabela 6: Médias do Índice de Clorofila Foliar (ICF) do capim-mombaça no 2º período de avaliação no 43º, 47º, 65º e 70º dia do período experimental (DPE).

Tratamento	Período Experimental (dias)				
	43	47	50	65	70
Referência	44,28 a	41,00 a	35,05 a	32,10 a	36,84 a
Testemunha	33,57 b	34,84 b	32,80 a	32,25 a	33,91 a
1 (ISN: 0,96)	35,51 b	34,44 bc	34,96 a	34,59 a	34,92 a
2 (ISN: 0,93)	36,17 b	34,42 bc	34,41 a	34,42 a	34,79 a
3 (ISN: 0,90)	34,25 b	33,46 bc	33,82 a	38,05 a	35,30 a
4 (ISN: 0,87)	33,73 b	31,85 c	33,33 a	34,13 a	33,39 a
5 (ISN: 0,83)	33,47 b	33,21 bc	33,90 a	36,53 a	34,94 a
dms	4,12	2,98	3,06	7,02	6,82
CV%	5,00	3,73	3,91	8,84	8,50

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Em relação comportamento dos tratamentos ISN, observou-se que 15 dias após a última adubação nitrogenada realizada no 48º DPE (Tabela 2), todos os tratamentos ISN apresentaram comportamento semelhante em termos de ICF. E a partir do 65º DPE a semelhança foi observada em todos os tratamentos de ambos os ensaios (Figuras 8 e 9; Tabelas 5 e 6).

Para Bullock e Anderson (1998), com o aumento da disponibilidade de N para a planta, o teor de clorofila foliar atinge um patamar denominado de ponto de maturidade fotossintético, que se mantém invariável, mesmo com incremento de N no tecido da planta, sendo possível dizer que a cultura está entrando em adequação, com reflexos no teor de clorofila foliar, pois, segundo Schepers et al. (1992), quando a disponibilidade de N se aproxima do nível crítico, o teor de clorofila tende a se estabilizar.

3.2 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (PMS) E ALTURA DE CORTE

As médias da produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), da raiz (PMSR) e total (PMST), assim como a relação entre a PMSPA e PMSR e a altura de corte das forrageiras estão apresentadas na Tabela 7.

Na PMSPA, apenas o capim-marandu apresentou diferença estatística entre os tratamentos referência (29,83%) e testemunha (25,09%) no segundo período de avaliação, porém, não foi verificada diferença entre os tratamentos ISN e desses em relação à testemunha e a referência. Considerando a produção de matéria seca acumulada da parte aérea, nos dois períodos de avaliação, não foi observada diferença entre as médias de todos os tratamentos tanto no ensaio com capim-marandu quanto no ensaio com capim-mombaça.

Em relação à altura, o capim-marandu não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, mesmo considerando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio. Já o capim-mombaça apresentou diferença estatística entre os tratamentos referência (45,75 cm) e testemunha (27,50 cm) apenas no segundo período de avaliação; porém, não foi verificada diferença entre os tratamentos ISN e nem desses em relação à testemunha e a referência.

De maneira geral, os estudos que avaliaram o efeito da adubação nitrogenada no capim-marandu e no capim-mombaça observaram respostas em termos de produção de matéria seca de parte aérea e de altura positivas e ajustadas a modelos quadráticos e lineares. Sousa et al. (2013), avaliando o efeito de cinco níveis de N (0, 250, 500, 750 e 1000 kg/ha/ano) na forma de ureia sobre a altura e o rendimento de matéria seca do capim-marandu estabelecido em pastagem, observaram em três corte em intervalos de 35 dias que esse capim respondeu em altura à adubação com N e de forma linear positiva; enquanto que em termos de rendimento de matéria seca a resposta foi quadrática com máxima produção de folhas e colmos nas doses de 72 e 81 kg de N/ha/corte, respectivamente.

Já Martuscello (2009), observando a partição de matéria seca em plantas de capim Xaraés (*Brachiaria brizantha*) e capim Massai (*Panicum maximum* x *Panicum infestum*) submetidas a quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg/dm³), verificou que a produção de matéria seca total (parte aérea + raiz) das duas forrageiras estudadas responderam linear e positivamente à adubação nitrogenada, mesmo não tendo sido detectado efeito de N na produção de MS da raiz. Assim, plantas com maior aporte de N apresentaram maior produção de MS total, evidenciando mais uma vez o efeito benéfico da adubação nitrogenada nas plantas do capim Xaraés e Massai, no que tange o aumento da produção.

Tabela 7: Produção de matéria seca parte aérea (PMSPA, g/vaso) no 1° e 2° período de avaliação (PA) e acumulada (soma dos dois períodos), produção de matéria seca de raiz (PMSR, g/vaso), produção de matéria seca total (PMS total, g/vaso), relação parte aérea/raiz e altura (cm) no 1° e 2° período de avaliação com sua respectiva média.

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu									
Tratamento	Produção de Matéria Seca (g/vaso)					Relação Parte Aérea/Raiz	Altura (cm)		
	Parte Aérea (PMSPA)			Raiz (PMSR)	Total (PMST)		1° PA	2° PA	Média
	1° PA	2° PA	Acumulada						
Referência	27,88 a	29,83 a	57,71 a	51,79 ab	109,5 a	1,13 b	43,00 a	37,00 a	40,00 a
Testemunha	29,18 a	25,09 b	54,27 a	23,05 c	77,32 b	2,40 a	43,50 a	27,50 a	35,50 a
1 (ISN: 0,96)	26,69 a	28,36 ab	55,05 a	53,63 a	108,7 a	1,04 b	50,00 a	35,25 a	42,63 a
2 (ISN: 0,93)	27,90 a	27,91 ab	55,81 a	38,84 b	94,64 ab	1,45 b	48,00 a	37,00 a	42,50 a
3 (ISN: 0,90)	28,52 a	27,18 ab	55,71 a	47,81 ab	103,52 a	1,18 b	47,25 a	34,75 a	41,00 a
4 (ISN: 0,87)	28,19 a	27,15 ab	55,34 a	42,37 ab	97,71 a	1,31 b	48,00 a	34,00 a	41,00 a
5 (ISN: 0,83)	29,79 a	27,51 ab	57,30 a	42,04 ab	99,35 a	1,42 b	43,00 a	34,00 a	38,50 a
dms	6,69	3,76	9,44	14,18	18,05	0,59	15,13	10,81	9,98
CV%	10,28	5,94	7,35	14,42	7,96	17,97	14,28	13,75	10,82
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça									
Tratamento	Produção de Matéria Seca (g/vaso)					Relação Parte Aérea/Raiz	Altura (cm)		
	Parte Aérea (PMSPA)			Raiz (PMSR)	Total (PMST)		1° PA	2° PA	Média
	1° PA	2° PA	Acumulada						
Referência	29,39 a	28,60 a	57,99 a	35,08 a	93,08 a	1,69 b	54,00 a	45,75 a	49,88 a
Testemunha	29,79 a	25,43 a	55,22 a	13,87 b	69,09 b	4,22 a	49,50 a	27,50 b	38,50 a
1 (ISN: 0,96)	31,16 a	26,88 a	58,05 a	30,56 a	88,61 a	1,94 b	49,50 a	37,50 ab	43,50 a
2 (ISN: 0,93)	30,60 a	29,43 a	60,03 a	37,08 a	97,11 a	1,70 b	50,75 a	38,50 ab	44,63 a
3 (ISN: 0,90)	29,95 a	31,65 a	61,60 a	30,75 a	92,35 a	2,07 b	50,25 a	35,50 ab	42,88 a
4 (ISN: 0,87)	31,96 a	27,98 a	59,94 a	28,54 a	88,48 a	2,19 b	51,00 a	36,25 ab	43,63 a
5 (ISN: 0,83)	29,93 a	29,21 a	59,14 a	33,40 a	92,54 a	1,79 b	46,50 a	40,25 ab	43,38 a
dms	5,45	7,29	10,13	12,40	10,46	1,47	17,82	15,08	14,50
CV%	7,80	11,15	7,49	18,04	5,13	28,74	15,44	17,58	14,41

Médias seguidas de letras iguais na coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (PA = período de avaliação, ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Considerando a produção de matéria seca da raiz (PMSR), o capim-marandu apresentou diferença estatística, sendo que na testemunha a PMSR foi menor em relação à referência e aos demais tratamentos. No T1, tratamento que recebeu a maior dose de N (2,52 g de ureia/vaso), as forrageiras produziram maior quantidade de MS de raiz (53,63%) em relação à testemunha e ao T2 (que recebeu 1,26 g de ureia/vaso), sendo semelhante à da referência e demais tratamentos. Em relação à PMSR do capim-mombaça, houve diferença estatística apenas para testemunha, que não foi adubada e, portanto, produziu menor quantidade de raízes do que os demais tratamentos que não diferiram entre si (Tabela 7).

Quando se somou a produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) com a produção de matéria seca da raiz (PMSR) foi possível obter a produção de matéria seca total (PMST), em que se observou que a testemunha do ensaio com capim-marandu apresentou menor PMST em relação a referência e aos tratamentos ISN. Já no ensaio com capim-mombaça, a testemunha apresentou menor PMST em relação aos demais tratamentos devido à menor PMSR. Resultado semelhante ao observado para a relação entre a produção de matéria seca da parte aérea e de raiz (PMSPA/PMSR) do capim-marandu e do capim-mombaça, em que as testemunhas apresentaram maiores relações PMSPA/PMSR em relação aos demais tratamentos em função de suas menores produções de raiz.

Os resultados relacionados à produção de matéria seca de ambas as forrageiras demonstraram que a PMSR foi mais sensível à falta adubação nitrogenada que a PMSPA, principalmente para o capim-marandu. Sarmento et al. (2008), avaliando o efeito da adubação nitrogenada (0, 150, 300 e 450 kg/ha) sobre o sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob pastejo, verificaram que doses menores de nitrogênio proporcionam maior volume de raízes, enquanto doses altas resultaram em menor produção de raízes, contrariando os resultados encontrados no presente estudo.

Maranhão (2009), avaliando a produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e da raiz (PMSR) do capim-marandu submetido a quatro doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 mg de N/dm³), observou que a melhor dose de N em relação a PMSPA e a PMSR foi a 162,0 mg de N/dm³. A PMSR atingiu o máximo com aproximadamente 135 mg de N/dm³, a partir desse valor, houve decréscimo na PMSR, enquanto a PMSPA atingiu um máximo em torno de 180 mg de N/dm³; a partir deste ponto, a produtividade praticamente não se alterou.

Garcez (2013) avaliou o efeito de duas doses de nitrogênio (30 e 300 mg/dm³), em três períodos de avaliação, sobre o crescimento de cultivares das espécies *Brachiaria* e *Panicum*, incluindo o capim-marandu e o capim-mombaça, em casa de vegetação. A interação doses de

nitrogênio x cultivares foi significativa para produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e de raiz (PMSR) das espécies. Comparando as forrageiras, o capim-mombaça obteve maior PMSPA e PMSR que o capim-marandu em ambas as condições (baixa e alta dose de N). Em termos proporcionais, a alta dose de N resultou em maior participação das folhas e colmos+bainhas na produção de matéria seca total do capim-marandu, enquanto que para o capim-mombaça ocorreu aumento na proporção de folhas e colmos+bainhas e a proporção de raízes se manteve elevada.

No presente estudo, as semelhanças observadas nas forrageiras em termos de altura e produção acumulada de matéria seca da parte aérea podem ter sido decorrentes tanto do adequado ajuste da adubação nitrogenada com base no Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), ou seja, fornecimento de nitrogênio realizado com base no monitoramento do ISN, quanto ao fato dessas variáveis terem sido avaliadas em ensaio de curta duração. Nesse caso, a matéria orgânica do solo pode ter sido capaz de reduzir o impacto da falta de N proveniente do fertilizante nas parcelas das testemunhas. Embora a dinâmica da matéria orgânica no solo seja bastante complexa. A liberação ou indisponibilização do nitrogênio para as plantas, por exemplo, depende das condições do ambiente e de características do material orgânico do solo (MONTEIRO et al., 2002).

No entanto, em ensaios de médio ou longo prazo, pode ser que seja possível detectar diferenças entre as parcelas não adubadas e adubadas decorrentes da diminuição da produção de matéria seca de raiz, já que a produtividade da parte aérea é reflexo do que acontece com o sistema radicular, pois ambos interagem. Logo, qualquer fator que limite o crescimento de raízes pode prejudicar a produção de massa seca da planta forrageira (GIACOMINI et al., 2005).

3.3 EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO DO NITROGÊNIO

A eficiência de conversão do nitrogênio em matéria seca da parte aérea (PMSPA), obtida através da relação entre a PMSPA (kg) e a quantidade total de N adicionado nos tratamentos (kg), é apresentada na Tabela 8.

No ensaio com capim-marandu, os tratamentos ISN que receberam as maiores doses de nitrogênio, ao longo do período experimental foram o T1 com 2,52 g de ureia/ vaso, equivalente a 160,00 kg de N/ha, superando a dose aplicada no tratamento referência; e o T3 com 1,89 g de ureia/vaso, equivalente a 120,00 kg de N/ha (Tabela 2). Já no ensaio com

capim-mombaça, os tratamentos com a maior dose de nitrogênio foram T1 e T2, em que ambos receberam 1,89 g de ureia/vaso, equivalente a 120,00 kg de N/ ha (Tabela 2). Nesse sentido, considerando a eficiência de conversão do nitrogênio fertilizante (ureia) em matéria seca de parte aérea de forragem, os tratamentos mais eficientes foram os que receberam menor quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura, comportamento observado em ambas forrageiras (Tabela 8).

Tabela 8: Eficiência de conversão do nitrogênio em matéria seca de parte aérea das forrageiras no 1° e 2° período de avaliação (PA) e média dos períodos.

Tratamento	Capim-marandu			Capim-mombaça		
	1° PA	2° PA	Média	1° PA	2° Corte	Média
Referência	26,55 b	14,20 b	27,48 bc	27,99 b	13,62 b	27,62 b
1 (ISN: 0,96)	14,12 c	11,25 c	21,85 c	24,73 b	14,22 b	30,71 b
2 (ISN: 0,93)	44,28 a	22,15 a	44,29 a	24,29 b	15,57 b	31,76 b
3 (ISN: 0,90)	22,64 b	14,38 b	29,47 b	47,54 a	25,12 a	48,89 a
4 (ISN: 0,87)	44,75 a	21,54 a	43,92 a	50,73 a	22,21 a	47,57 a
5 (ISN: 0,83)	47,29 a	21,84 a	45,48 a	47,51 a	23,18 a	46,93 a
dms	8,27	2,18	5,87	5,49	5,71	6,77
CV%	11,07	5,53	7,38	6,59	13,39	7,75

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (PA = período de avaliação, ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Corroborando com os resultados encontrados por Mello et al. (2008) que avaliou a eficiência de conversão aparente de nitrogênio em pastagem estabelecida com capim-mombaça, submetida a diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 300 e 500 kg/ha), observando que doses crescentes de nitrogênio causaram significativa produção de massa seca, porém diminuíram a eficiência de conversão aparente de nitrogênio, ocasionando perdas de nitrogênio do ecossistema da pastagem para o ambiente.

De acordo com Mello et al. (2008), a eficiência de conversão do nitrogênio em forrageiras, principalmente em espécies de *Panicum maximum*, é relatada na literatura, com variações de 10 a 90 kg de matéria seca produzida por kg de nitrogênio aplicado (QUEIROZ NETO et al., 2001). Martha Júnior et al. (2006) observaram que a amplitude na produção de forragem resultante do uso N fertilizante depende de fatores como as doses de nitrogênio, o emprego dos outros nutrientes, do histórico da área (que inclui o efeito residual das adubações), do manejo da pastagem, da estratégia de manejo do N fertilizante adotada como as formas de parcelamento e das características de clima e de solo da região, que interferem

tanto na capacidade da planta em responder ao fertilizante nitrogenado como na recuperação e perda do N fertilizante aplicado.

No ensaio com capim-marandu, os tratamentos que se destacaram, produzindo maiores quantidades de matéria seca da parte aérea com menor dose de nitrogênio aplicado foram T2, T4 e T5 (Tabela 8). Já no ensaio com capim-mombaça, os tratamentos mais eficientes foram T3, T4 e T5 (Tabela 8). Desse modo, os tratamentos mais eficientes em termos de conversão do nitrogênio, avaliando o comportamento de ambas forrageiras, foram T4 e T5 que correspondem aos índices de suficiência de nitrogênio (ISN) 0,87 e 0,83, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

O uso do clorofilômetro portátil é adequado para o monitoramento do teor de clorofila das forrageiras avaliadas em vasos e submetidas a diferentes estratégias de adubação nitrogenada com ureia em ciclos de crescimento de 51 e 43 dias.

O ajuste da adubação nitrogenada com base no Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) do capim-marandu e do capim-mombaça permitiu que ambas as forrageiras expressassem de forma semelhante em termos de altura de corte e produção acumulada de matéria seca de parte aérea.

Considerando a eficiência de conversão do nitrogênio em matéria seca assim como as demais análises realizadas (altura, produção de matéria seca da parte aérea e de raiz), pode-se concluir que os índices de suficiência de nitrogênio (ISN) 0,87 e 0,83 são os mais indicados para manejo da adubação nitrogenada utilizando medidor portátil do teor clorofila foliar das forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça nas condições de solo e clima em que esse estudo foi desenvolvido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice de suficiência de nitrogênio (ISN) foi avaliado neste estudo utilizando o princípio da “adubação quando necessário” proposto por Schepers et al. (1992). No entanto, a pesquisa pode ser repetida usando doses fixas de adubo nitrogenado para cada ISN testado. Além disso, o solo utilizado deve representar melhor as condições reais da região em questão.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. A. **Resposta espectral do capim-tanzânia à adubação nitrogenada e densidade de plantio**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-Marandu em função da adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 56, n. 2, p. 137-146, 1999.
- ADDISCTOTT, T.M. Tillage, mineralization and leaching - foreword. **Soil & Tillage Research**, v. 53, p. 163-165, 2000.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Matéria orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diversos sistemas de exploração agrícola. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C., eds. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, IPNI, 2007. p. 1-41.
- ALCÂNTARA, M. A. K. de; CAMARGO, O. A. de. Movimentação de nitrato em horizonte superficial e subsuperficial de Latossolo e Nitossolo com cargas variáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 81-88, 2010.
- ÁLVARES-AFONSO, F. M. **Rondônia: ocupação, crescimento e organização agrária**. 1.ed. Fortaleza: Realce Editora & Indústria Gráfica Ltda, 2008. 238 p.
- ANGHINONI, I.; VOLKART, K.; FATTORE, C. & ERNANI, P.R. Morfologia de raízes e cinética da absorção de nutrientes em diversas espécies e genótipos de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v13, p.355-361,1989.
- ARAÚJO, C. **Critérios para o manejo da adubação nitrogenada do tomateiro em ambiente protegido e no campo**. 2004. 220 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- ARCARI, J. A. **Produção sustentável de bovinos e proteção dos recursos ambientais no estado de Rondônia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- ARGENTA, G. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 109-119, 2003.
- ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 519-27, 2002.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BARTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L. & STRIEDER, M.L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, p. 158-167, 2001.

BARBIERI JÚNIOR, E.; ROSSIELLO, R. O. P.; SILVA, R.V. M. M.; RIBEIRO, R. C.; MORENZ, M. J. F. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, v.42, n.12, p. 2242-2245, 2012.

BECKER, B. K. Amazônia. São Paulo: Ática, 1990.

BECKER, B. K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? Parcerias Estratégicas**, n.12, p.135-159, 2001.

BÉLANGER, G.; ZIADI, N.; WALSH, J.R.; RICHARDS, J.E.; MILBURN, P.H. Residual soil nitrate after potato harvest. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 607-612, 2003.

BENNETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Agrotécnica**. [online], Lavras, 2008, vol.32, n.5, pp. 1629-1636. ISSN 1413-7054.

BLACKMER, T.M.; SCHEPERS, J.S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal Production Agriculture**, v. 8, p. 56-60, 1995.

BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants**. New York: Longman, 1977. 475p.

BONFIM-DA-SILVA, E.M. **Nitrogênio e enxofre na recuperação de capim-braquiária em degradação em Neossolo Quartzarênico com expressiva matéria orgânica**. 123f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

BORTOLI, M. et al. Emissão de óxido nitroso nos processos de remoção biológica de nitrogênio de efluentes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, 2012.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Código Florestal Brasileiro**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Crescimento da demanda de alimentos no Brasil**. Nota Técnica. Dezembro, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária**. Brasília, DF, 2014. 32 p.

BREDEMEIER, C. **Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BULLOCK, D.G.; ANDERSON, D.S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, p. 741-755, 1998.

CAMARGO, F. A. de; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Nitrogen fractions in the microbial biomass in soils of southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 181-185, 1999.

CAMPOS, A.X. Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do Cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens*. 119f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004a.

CAMPOS, F.P. Métodos de análises de alimentos. In: CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.; NUSSIO, L.G. (Eds.). Piracicaba: FEALQ, 2004b. 135p.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 136f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S.; TAVARES, E. C. N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO ESOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/356.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

CARVALHO, W. O comportamento químico do nitrogênio no solo e na água. 2012. Disponível em: www.ebah.com.br/content/ABAAAgK10AE/comportamento-quimico-nitrogenio-no-solo-agua Acesso em 28 de out de 2014.

CASTAGNARA, D. D. et al. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, 2011.

COELHO E. V.; FONTES P. C. R. Índices agronômicos do meloeiro associada à dose adequada de nitrogênio, em ambiente protegido e no campo. **Ciência Agrotécnica** v. 29, p. 974-979, 2005.

COELHO, F. S. Uso do clorofilômetro como ferramenta de manejo da adubação nitrogenada da cultura da batata. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.121-153.

CORSI, M.; MARTHA JR., G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.161-193.

CORSI, M.; MARTHA JR., G.B.; BASALOBRE, M.A.A. et al. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.3-69.

COSTA, C.; DWYER, L. M.; DUTILLEUL, P.; STEWART, D. W.; MA, B. L.; SMITH, D. L. Inter-relationships of applied nitrogen, SPAD, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 8, p.1173 - 1194, 2001.

COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S.; CARDOSO, E. E.; OLIVEIRA, S. J. de M.; SILVA NETTO, F. G. da; BRITO, L. G.; SALMAN, A. K. D.; FIGUEIRÓ, M. R.; PEREIRA, R. G. de A. Produção de gado de corte no estado de Rondônia: uma proposta de sistema melhorado. 2009. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/> >. Acesso em: 19 Jul. 2014.

COSTA, N. de L. et al. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 3p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 278).

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: II - nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira Ciência do Solo** [online], vol.32, n.4, pp. 1601-1607, 2008.

COSTA, N. de L.; LEÔNIDAS, F. das C.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; VIEIRA, A.H. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo uso na Amazônia Ocidental. **Amapá Ciência e Tecnologia**, Macapá, v.1, n.1, p.52-58, 2000.

DEBLITZ, C. Beef and Sheep Report: understanding agriculture worldwide. Agribenchmark. 2012. Disponível em: <<http://www.agribenchmark.org/beef-and-sheep/publications-and-projects/beef-and-sheep-report.html>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

DELOGU, G. et al. Otimização da eficiência nutricional na produção de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.

DENMEAD, O.T. et al. Volatilization of ammonia from urea and ammonium sulfate applied to sugarcane trash in North Queensland. **Proc. Austr. Soc. Sugar Cane Technology**, 12 p.72-78, 1990.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 402).

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

DURIGON, R. **Aplicação de técnicas de manejo localizado na cultura do arroz irrigado (Oryza Sativa L.)**. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção de leite para Rondônia** / editora, Luciana Gatto Brito ; autores, Alaerto Luiz Marcolan .. [et al.]-- Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2011. 72p. (Sistemas de Produção / Embrapa Rondônia, 1807-1805; 34).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Vulnerabilidade da agricultura brasileira à mudança climática global e opções de mitigação às emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 1999d. 35p. (Relatório Técnico).

EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., OLIVEIRA, M.P. Desempenho animal em pastagens de gramíneas recuperadas com diferentes níveis de fertilização. In: REUNIÃO

ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, v.2, p-201-203.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, v.88, p.97-185, 2005.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em: <http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4>. Acesso em: 28 ago. 2012.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **National Forest Monitoring and Assessment – Manual for Integrated Field data Colection**. NFMA Paper 37/N. Roma, FAO, 2009. 183 p.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E. Production systems: an example from Brazil. *Meat Science*, v.84, p.238-243, 2010.

FERREIRA, M.M.M. et al. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. *Revista Ceres*, v. 53, p. 83-92, 2006.

FONTES, P.C.R. **Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose**. Viçosa: Arka Editora, 2011. 296 p.

FONTES, P.C.R.; ARAÚJO C. Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro. 2007. Viçosa: UFV. 148p.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the South-Central region of the State of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p. 1677-1684, 2010.

FOX, R. H.; PIEKIELEK, W. P.; MACNEAL, K. M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 25, p. 171-181, 1994.

FRANCIS, D. D.; PIEKIELEK, W. P. **Assessing Crop Nitrogen Needs with Chlorophyll Meters**. SSMG-12: p.4, 1999.

FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; AZZINI, L. E. Variabilidade entre linhagens de arroz na absorção e utilização de potássio em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 10, n. 1, p. 135-141, 1986.

GARCEZ, T. B. **Aspectos metabólicos, nutricionais e produtivos de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum* visando eficiência no uso do nitrogênio**. 2013. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

GASSER, M.O. et al. Impact of potato-cereal rotations and slurry applications on nitrate leaching and nitrogen balance in sandy soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v. 82, p. 469-479, 2002.

GIACOMINI, A. A. et al. 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.

GIL, P.T. et al. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GODOY, L. J. G. de et al. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 217-226, 2008.

GODOY, L. J. G. de et al. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 38-44, 2006.

GODOY, L. J. G. de. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila. 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GODOY, L.J.G.; BÔAS, R.L.V.; FILHO, H.G. Adubação nitrogenada na cultura do milho baseada na medida do clorofilômetro e no índice de suficiência em nitrogênio (ISN). **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 373-380, 2003.

GRANLI, T.; BOCKMAN, O.C. Nitrous oxide (N₂O) emissions from soils in warm climates. **Fertilizer Research**, v.42, n.1-3, p.159-163, 1995.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F. R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidades do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: Esal; Faepe, 1995. 171p.

GUIMARÃES M. M. C.; MATSUMOTO, S. N.; FIGUEIREDO, M. P.; CRUZ; P. G.; ARAÚJO G. S. Estimativa da composição química do Capim *Braquiária* cv. Marandu por meio de um clorofilômetro portátil. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.2, p.85-98, 2011.

HARGROVE, W.L. **Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions**. In: BOCK, B.R.; KISSEL, D.E. (Eds.). Ammonia volatilization from urea fertilizers. Muscle Shoals: Tennessee Valley Authority, 1988. p.17-36. (Bulletin, Y-206)

HAVLIN, J.L. et al. Soil Fertility and Fertilizers. **Pearson Education**, Inc., Upper Saddle River, NJ. 2005.

HAWKINS, J.A.; SAWYER, J.E.; BARKER, D.W.; LUNDEVALL, J.P. Using relative chlorophyll meter values to determine nitrogen application rates for corn. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 1034-1040. 2007.

HUSSAIN, F. et al. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 875-879, 2000.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabulações especiais do censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

ICHIHARA, S. M. **Desmatamento e recuperação de pastagens degradadas na região amazônica: uma abordagem através das análises de projetos**. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo Piracicaba, 2003.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. Relatório de Atividades. 2012.

INPE. **Projeto PRODES**. São José dos Campos, 2013. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 30 set. 2013.

IPCC AR3. (2001) Climate Change 2001: the scientific basis. Contribution of working group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 881 p.

JONES, D.W.; DALE, V.H.; BEAUCHAMP, J.J.; PEDLOWSKI, M.A.; O'NEIL, R.V. Farming in Rondônia. **Resource and energy economics**, v.17, p.155-188, 1995.

KNOB, M. J. **Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades**. 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2006.

KOEPPEN, W. Climatologia com un estudio de los climas de la tierra. **Fondo de Cultura Economica**, México, 1948.

LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C. & MARQUES, J.J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, 36:460– 2006.

LAVRES JUNIOR, J.; MONTEIRO, F.A. Combinações de doses de N e potássio para a produção e nutrição do capim-Mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.1, p.102-114, 2002.

LOFTON, J.; WEINDORF, D.C.; HAGGARD, B.; TUBANA, B. Nitrogen Variability A Need for Precision Agriculture. **Agricultural Journal**, v. 5, p. 6-11, 2010.

MACKERRON, D.K.L. Perspectives for use in practice: How can assessment of plant and crop nitrogen status be used in practice. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (ed.). Management of nitrogen and water in potato production. Wageningen: Wageningen Pers, 2000. p. 103-110.

MAIA, S. C. M. **Uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de feijoeiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 889 p.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição bromatológica de duas cultivares de *braquiária* adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.31, p.117-122. 2009.

MARQUARD, R. D.; TIPTON, J. L. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. **Hort Science**, Alexandria, v. 22, p. 1327, 1987.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Balço de 15N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-elefante**. 75p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. (Documentos, 50).

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, Jul. 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B. et. al. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos agrários Luiz de Queiroz, 2004. p. 155-215.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 149 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos agrários Luiz de Queiroz, p. 87-137, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; FARIA, D. J. G.; CUNHA, D. N. F. V.; FONSECA, D. M. Adubação nitrogenada e partição de massa em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. xaraés e *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai. **Ciência Agrotecnica**, v.33, n.3, p.663-667, maio-jun. 2009.

MELLO, S.Q.S. et al. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, Eficiência de conversão e recuperação aparente do Nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p. 935-947, 2008.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. London, Kluwer Academic, 2001. 849 p.

MONTEIRO, H. C. F. et al. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, 1092-1102, 2002.

NASCIMENTO, J. R. Desmatamento e promoção do uso sustentável da floresta tropical Amazônica do Brasil: papel das políticas governamentais. In: FOREST'90, 1990, Manaus. *Anais...* Manaus: p.79- 99, 1990.

NUNES, S.G. et al. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 2 ed. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1985. 31p.

OLIVEIRA, P.P.A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagens degradadas de Brachiaria sp. em solos arenosos**. 110p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, S. J. M et. al. Pecuária e desmatamento: mudanças no uso do solo no noroeste brasileiro. *Anais...* SOBER 47 Congresso Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre: 2009.

OLIVIER, M.; GOFFART, J.P. Threshold value for chlorophyll meter as decision tool for nitrogen management of potato. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 496-506, 2006.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; COSTA, N. R.; CAVALLINI, M. C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. **Archivos de Zootecnia**, vol. 60, 232, p. 1041-1052, 2011.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.1, p.59-65, 1992.

PRIMAVESI, A.C. et al. Adubação nitrogenada em capimcoastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C. e CANTARELLA, H. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (Circular Técnica, 30).

QUEIROZ NETO, F.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; PENATI, M.A. Impact of increasing nitrogen fertilizer rates upon an irrigated Tanzânia grass pasture. 1. Dry matter yield. (compact disc). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. *Proceedings...* São Pedro: FEALQ, 2001.

REIS, A.R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v. 65, p. 163-171, 2006.

ROSOLEM, C. A.; VAN MELLIS, V. Monitoring nitrogen nutrition in cotton. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1601-1607, 2010.

SALES E. C. J. et al. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.486-499, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J.D.G. **Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio**. 88f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A. Nutrição em nitrogênio do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, v.60, n. 2, p.139-146, 2003.

SARMENTO, P. et al. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2008.

SCHARF, P.C.; BROUDER, S.M.; HOEFT, R.G. Chlorophyll meter readings can predict nitrogen need and yield response of corn in the North-Central USA. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 655-665, 2006.

SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, v. 23, p. 2173 – 2187, 1992.

SILVA JÚNIOR M. C.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; SANTOS, N. T. Utilização de um clorofilômetro portátil na detecção do teor de nitrogênio em brachiaria decumbens. **REVENG Engenharia na agricultura**, Viçosa, V.21 n.4. p. 340-350, 2013.

SILVA, M. J. G. **Uso e cobertura do solo e a variedade do clima de Porto Velho-RO**. 70f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2010.

SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DAPASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. *Anais...* Viçosa, 2004.

SINGH, V. et al. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, n.3, p. 361-380, 2010.

SEDAM

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** , Philadelphia, v. 25, p. 1495-1503, 1994.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1994. p.25-48.

SOUSA, A.R. et al. Produtividade do Capim-Marandu sob diferentes doses de nitrogênio. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 5, ed. 228, art. 1510, 2013.

SOUSA NETO, E. R. de. **Perdas de nitrogênio pela emissão de óxido nitroso (N₂O) e sua relação com a decomposição da serapilheira e biomassa de raízes na floresta de Mata Atlântica**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TISDALE, S.M.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. & HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5.ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993. 634p.

TRIVELIN, P.C.O.; LARA CABEZAS, W.A.R.; VICTORIA, R.L.; REICHARDT, K. Evaluation of a 15N plot design for estimating plant recovery of fertilizer of nitrogen applied to sugar cane. **Scientia Agricola**, v.51, p.226-234, 1994.

TUMBO, S.D.; WAGNER, D.G.; HEINEMANN, P.H. Hyperspectral characteristics of corn plants under diferente chlorophyll levels. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 45, n. 3, p. 815-823, 2002.

TUNDISI, J. G. (Ed.). **Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema de eutrofização**. São Carlos: UNEP-IETC: Rima, 2001. 385 p. (IETC Technical Publication Series, 11).

TURNER, F. T.; JUND, M. F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requeriment for semid warf rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 926-928, 1991.

USDA. USDA Foreign Agricultural Service. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: jan. 2014.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M S. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Ciência e desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p. 9-32, jan./jun., 2009.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. **Projeto PRODES**. São José dos Campos, 2013. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 30 set. 2013.

VARVEL, G.E.; SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.61, p.1233-1239, 1997.

VILLAR, F. M. M. **Ajuste da adubação em capim-braquiária utilizando índice de suficiênciã de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

VOUILLOT, M.O.; HUET, P.; BOISSARD, P. Early detection of N deficiency in wheat crop using physiological and radiometric methods. **Agronomie**, v. 18, p. 117-130, 1998.

WERNER, J.C. **Adubação de Pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (IZ. Boletim Técnico, 18).

WHITEHEAD, D.C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. 397p.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; HIMELRICK, D.J. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review. *Proceedings... AGRONOMY SOCIETY OF NEW ZEALAND*, v. 23, p. 1-9, 1993.

YADAVA, U. L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 21, p. 1449-1450, 1986.

ZEBARTH, B. J.; DRURY, C. F.; TREMBLAY, N.; CAMBOURIS, A. Opportunities for improved fertilizer nitrogen management in production of arable crops in eastern Canada: A review. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 89, n. 2, p. 113-132, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A: Análise estatística do Índice de Clorofila Foliar (ICF) das forrageiras avaliadas no 1º período de avaliação.

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu																	
Tratamento	Período Experimental (dias)																
	1	2	3	5	7	9	10	11	15	17	18	20	22	24	26	27	28
Referência	26,86a	24,43a	25,93a	32,78a	36,12a	39,17a	40,87a	48,44a	44,63a	42,95a	44,95a	46,03a	41,42ab	42,65a	40,29ab	37,54abc	39,89a
Testemunha	25,73a	23,67a	28,54a	26,97b	25,00b	24,41c	26,50b	31,62c	27,95c	31,52b	31,57b	32,09b	29,35c	33,27a	34,99b	31,49c	35,93a
1 (ISN: 0,96)	26,44a	24,07a	28,11a	33,20a	33,93a	36,76ab	37,28a	43,76ab	42,63ab	41,25a	40,55a	44,07a	42,17ab	43,75a	43,84ab	43,45a	44,58a
2 (ISN: 0,93)	26,56a	24,81a	27,42a	31,17ab	34,75a	35,7 ab	35,73a	41,28b	42,46ab	42,3 a	43,67a	42,40a	43,11a	46,37a	46,01a	43,13a	43,99a
3 (ISN: 0,90)	26,81a	24,43a	28,22a	31,58ab	34,91a	34,67b	35,58a	41,93ab	39,16b	39,37a	39,97a	43,02a	41,65ab	45,24a	46,18a	41,17ab	43,16a
4 (ISN: 0,87)	26,81a	24,53a	27,10a	33,94a	33,42a	34,94b	38,59a	46,67ab	39,13b	42,09a	41,13a	40,03ab	36,83ab	40,44a	42,08ab	36,60abc	39,60a
5 (ISN: 0,83)	26,51a	23,96a	26,24a	31,77ab	34,81a	35,78ab	36,19a	42,55ab	42,08ab	38,67a	40,16a	39,22ab	35,43bc	39,62a	38,81ab	35,21bc	35,33a
dms	4,23	3,83	4,10	5,60	5,07	3,66	5,30	7,12	5,00	6,12	7,18	8,23	6,79	13,41	8,95	7,65	9,71
CV%	6,94	6,86	6,52	7,71	6,62	4,62	6,43	7,32	5,47	6,70	7,75	8,74	7,65	14,01	9,32	8,68	10,46

<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça																	
Tratamento	Período Experimental (dias)																
	1	2	3	5	7	9	10	11	15	17	18	20	22	24	26	27	28
Referência	24,73a	23,56a	25,04a	36,25a	37,27a	36,56a	36,34a	40,75a	38,31a	38,22a	39,04a	37,73a	34,34ab	36,44ab	36,37ab	32,00abc	33,83abc
Testemunha	24,83a	22,28a	25,78a	24,85b	23,54b	22,79b	22,26b	28,01b	26,42b	26,17b	27,07b	27,51b	24,55c	28,01c	28,58c	25,93d	28,85c
1 (ISN: 0,96)	24,35a	23,08a	25,71a	32,27a	34,44a	34,18a	32,96a	41,13a	36,82a	37,88a	36,74a	38,57a	38,36a	40,36a	39,30a	36,11a	35,73ab
2 (ISN: 0,93)	25,11a	23,89a	26,68a	32,95a	36,38a	37,27a	35,30a	38,13a	35,65a	34,93a	34,91a	34,22a	31,40b	33,89b	34,57ab	35,28ab	38,09a
3 (ISN: 0,90)	24,65a	23,89a	28,39a	35,23a	37,00a	35,79a	36,35a	40,22a	35,94a	36,86a	35,12a	34,92a	32,22b	34,55b	35,24ab	30,74bcd	31,38bc
4 (ISN: 0,87)	24,82a	23,33a	26,65a	33,83a	34,38a	34,24a	35,31a	37,69a	35,14a	34,89a	35,59a	34,05a	31,25b	35,46ab	32,09bc	30,00cd	30,27bc
5 (ISN: 0,83)	23,71a	22,50a	25,78a	31,60a	35,34a	34,66a	35,63a	37,17a	36,26a	36,45a	36,22a	35,15a	31,59b	34,93ab	35,80ab	30,42bcd	32,62abc
dms	2,95	3,81	5,23	5,88	5,65	4,12	6,08	5,40	5,02	4,98	6,16	5,05	4,37	5,81	5,31	4,89	5,48
CV%	5,22	7,13	8,66	7,89	7,22	5,33	7,91	6,25	6,26	6,17	7,67	6,35	5,96	7,27	6,69	6,75	7,23

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).

Apêndice B: Análise estatística do Índice de Clorofila Foliar (ICF) das forrageiras avaliadas no 2º período de avaliação.

Brachiaria brizantha cv. Marandu																					
Tratamento	Período Experimental (dias)																				
	43	44	45	46	47	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	62	65	66	67	68	70
Referência	44,27a	42,56a	44,09a	44,07a	41,63a	43,13a	39,97a	39,35ab	39,51a	36,61a	38,77ab	37,39ab	38,59a	39,27ab	42,28ab	41,05a	37,82a	37,03b	39,85a	40,35a	38,45a
Testemunha	35,18b	35,24b	34,35b	36,43b	35,44b	34,49bc	34,36b	34,68b	34,44b	28,56b	32,19b	32,69b	35,44a	37,70b	38,59b	38,89a	36,42a	37,93ab	39,68a	40,64a	38,91a
1 (ISN: 0,96)	36,47b	36,31b	36,23b	38,59b	38,02ab	36,39bc	37,96ab	39,91ab	39,79a	37,94a	40,90a	42,35a	40,10a	44,45a	46,53a	43,60a	42,64a	43,42a	41,63a	41,13a	42,47a
2 (ISN: 0,93)	36,98b	35,91b	36,89b	36,80b	36,47b	35,54bc	36,57ab	41,23a	39,29a	38,78a	42,21a	41,21a	39,29a	42,93ab	43,63ab	43,70a	39,89a	42,06ab	43,13a	41,65a	40,64a
3 (ISN: 0,90)	35,87b	35,76b	35,73b	38,50b	36,20b	37,13b	35,79ab	36,31ab	37,64ab	36,47a	38,85ab	38,57a	39,92a	42,36ab	44,24ab	42,91a	39,76a	38,01ab	41,28a	40,84a	41,99a
4 (ISN: 0,87)	36,82b	34,07b	36,46b	37,71b	35,98b	34,86bc	36,06ab	38,79ab	38,96a	37,48a	40,64a	39,47a	38,86a	42,62ab	43,64ab	43,14a	39,77a	40,49ab	40,37a	40,39a	40,68a
5 (ISN: 0,83)	35,00b	34,33b	33,98b	34,68b	33,35b	33,79c	35,35b	37,33ab	38,26ab	37,32a	38,88ab	39,96a	38,88a	42,89ab	44,41ab	42,96a	41,75a	40,75ab	41,77a	40,35a	41,43a
dms	3,86	5,21	4,25	4,68	4,88	2,93	4,35	5,90	4,41	5,46	7,04	5,37	7,32	5,67	7,71	9,32	7,98	6,06	6,16	9,01	8,94
CV%	4,51	6,24	5,03	5,34	5,78	3,49	5,17	6,71	5,01	6,57	7,86	6,03	8,23	5,91	7,74	9,58	8,74	6,60	6,52	9,62	9,57

Panicum maximum cv. Mombaça																					
Tratamento	Período Experimental (dias)																				
	43	44	45	46	47	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	62	65	66	67	68	70
Referência	44,28a	41,59a	40,58a	41,03a	41,00a	35,05a	36,77a	36,67a	35,07a	31,83b	33,65a	31,90b	32,91a	35,91ab	36,06ab	33,32b	32,10a	31,95a	33,89a	34,05a	36,84a
Testemunha	33,57b	32,18b	32,44c	33,38b	34,84b	32,80a	30,77b	30,87a	30,36b	26,00c	27,04b	27,59c	27,03b	30,04b	32,80b	32,73b	32,25a	32,29a	34,30a	33,60a	33,91a
1 (ISN: 0,96)	35,51b	35,21b	35,97b	34,61b	34,44bc	34,96a	36,16a	37,79a	37,73a	35,56ab	37,78a	35,25ab	36,52a	38,66a	39,70ab	39,87a	34,59a	36,00a	37,24a	36,89a	34,92a
2 (ISN: 0,93)	36,17b	34,78b	35,20bc	34,63b	34,42bc	34,41a	37,13a	37,27a	37,54a	36,72a	38,06a	37,69a	36,16a	37,99a	37,82ab	37,90ab	34,42a	36,21a	37,07a	35,52a	34,79a
3 (ISN: 0,90)	34,25b	32,22b	33,46bc	33,91b	33,46bc	33,82a	36,90a	36,91a	37,40a	35,53ab	38,01a	38,11a	36,08a	39,57a	39,66ab	36,59ab	38,05a	34,60a	36,88a	36,28a	35,30a
4 (ISN: 0,87)	33,73b	32,75b	32,81c	33,40b	31,85c	33,33a	36,95a	36,51a	37,21a	34,43ab	35,77a	36,24a	35,62a	37,83a	36,86ab	35,10ab	34,13a	33,48a	37,22a	34,20a	33,39a
5 (ISN: 0,83)	33,47b	32,59b	32,24c	32,99b	33,21bc	33,90a	35,79a	36,69a	38,71a	36,40a	37,35a	38,21a	36,12a	39,53a	40,80a	38,77ab	36,53a	36,82a	36,21a	36,62a	34,94a
dms	4,12	4,31	3,13	3,42	2,98	3,06	4,22	6,99	4,55	4,39	4,55	3,69	5,64	6,70	7,31	6,05	7,02	8,13	7,32	6,19a	6,82
CV%	5,00	5,44	3,93	4,26	3,73	3,91	5,13	8,43	5,46	5,66	5,60	4,59	7,15	7,87	8,44	7,24	8,84	10,26	8,82	7,62	8,50

Médias seguidas de letras iguais não se diferem pelo teste de Tukey a 5%. (ISN = índice de suficiência de nitrogênio, dms = desvio padrão médio e CV = coeficiente de variação).