

LUÍSA MELVILLE PAIVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E ALAGAMENTO EM
CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* EM SOLOS COM
OCORRÊNCIA DA SÍNDROME DE MORTE DO CAPIM-
MARANDU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

P149a
2010

Paiva, Luísa Melville, 1965-

Adubação nitrogenada e alagamento em cultivares de
Brachiaria brizantha em solos com ocorrência da síndrome de
morte do capim-marandu / Luísa Melville Paiva. – Viçosa, MG,
2010.

xviii, 60 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 45-56

1. *Brachiaria brizantha* - Adubos e fertilizantes.
2. Pastagens. 3. Fertilizantes nitrogenados. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.2

LUÍSA MELVILLE PAIVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E ALAGAMENTO EM
CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* EM SOLOS COM
OCORRÊNCIA DA SÍNDROME DE MORTE DO CAPIM-
MARANDU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2010.

Rodrigo Amorim Barbosa
(Coorientador)

Reinaldo Bertolla Cantarutti
(Coorientador)

Domingos Sávio Queiroz

Augusto Cezar de Queiroz

Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

Dedico

Aos meus pais Ena e Argemiro, exemplos de vida, amor, dedicação e orações.

Às minhas irmãs amigas Alice e Flavia, entregues por Deus e cultivadas pela vida.

Aos meus avós Ilse e Percival, fontes de amor e confiança.

Ofereço

Aos meus sobrinhos Pedro Henrique, Camila, Arthur e André, exemplos de amor incondicional e alegria presente.

PADRÃO

O esforço é grande e o homem é pequeno.

Eu, Diogo Cão, navegador, deixei

Este padrão ao pé do areal moreno

E para diante naveguei.

A alma é divina e a obra é imperfeita.

Este padrão sinala ao vento e aos céus

Que, da obra ousada, é minha a parte feita:

O por-fazer é só com Deus.

E ao imenso e possível oceano

Ensinam estas Quinas, que aqui vês,

Que o mar com fim será grego ou romano:

O mar sem fim é português.

E a cruz ao alto diz que o que me há na alma

E faz a febre em mim de navegar

Só encontrará de Deus na eterna calma

O porto sempre por achar.

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pelas condições de bem vivê-la; e ao meu Anjo da Guarda, pela condução e guia no caminho do bem.

A Santo Antônio e à Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, pela intercessão e pelo bálsamo nas horas necessárias.

Ao meu orientador Professor Dilermando Miranda da Fonseca, por ter-me ensinado a acreditar e me premiado com seu exemplo, contribuindo com meu desenvolvimento e com a finalização deste trabalho, e por ser um pilar de sabedoria e compreensão.

Ao Dr. Rodrigo Amorim Barbosa (Guga), por possibilitar a realização dos experimentos e dividir seu conhecimento, pela confiança e amizade.

Ao Professor Reinaldo B. Cantarutti, pelos conhecimentos, pela paciência e disponibilidade.

Ao Professor Paulo R. Cecon, pelo conhecimento, pela experiência, pelo exemplo e pela clareza.

Ao Professor José A. Obeid, pela contribuição imprescindível à realização deste trabalho; e ao Professor Augusto César Queiroz e ao Dr. Domingos Sávio Queiroz, pela participação e pelas contribuições.

Ao Dr. Valdemir Antônio Laura, pelo apoio, conhecimento e pela amizade.

Ao Professor João M. B. Vendramini, pela recepção, pelos ensinamentos e pelo apoio na Universidade da Flórida; à Cristiane Silveira Prezzotto, pela amizade, pelo carinho e companheirismo; a Arerat Lunpha

(Pae), Dra. Maria Silveira, Dr. John Arthington, Carlie, Cindy, Miss Shirley, Andrea, Toni, “Crazy” Joe e PG, por tornarem minha estadia mais agradável e produtiva.

Ao Henrique, pelo incentivo, apoio, pela disponibilidade e pelos conhecimentos.

À Maria Ignez Leão, pela amizade, pelo carinho, exemplo, pelos ombros e conselhos; e aos Professores Antônio Bento Mâncio, Odilon Pereira, Mario Paulino e Edênio Dettman, pelo exemplo.

Ao meu grande amigo Antônio Augusto Soares Ferreira de Souza, pelo carinho, companheirismo e pelas palavras carinhosas ou nem tanto, mas sinceras.

Às minhas amigas “anjas-da-guarda” Gladys Abdo (*in memoriam*), Nair Carril e Fabiana Lana, por terem caído do céu em momentos diferentes da minha vida.

A Janaina Martuscello, única que só ela; Dawson José G. Faria e Marcinha Silveira, pelo exemplo, conhecimento, compartilhamento, pelas conversas, pela dedicação, confiança e pelo apoio.

Aos meus amigos da Pós-Graduação Clarindo, Carlindo, Ivanna, Cássio, Wender, Jacqueline, Thiago Braz, Vinícius Valim, Manoel Rosalino, Márcia Vitória e Virgílio, pelo companheirismo.

Às ex-alunas e para sempre minhas amigas Claudilene e Franscine, pelo apoio incondicional e pelas risadas; e ao Eduardo (Dudu), pelo sorriso lindo, carinho e por estar aqui conosco, nos ensinando tanto.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela minha liberação para o Programa de Capacitação Institucional.

À FUNDECT, pela concessão da bolsa.

À Embrapa Gado de Corte, por possibilitar a realização deste trabalho; e aos seus funcionários que facilitaram a sua realização, especialmente Catarino e Sandra, pelo apoio nas análises; e ao Igor Joba, pelo bom papo e pela paciência quando me cedia os estagiários.

Aos estagiários Inácio, Valéria, Diogo Trindade (Muskyto), José Manoel, Michael, Patricia Rosa, Giuliano, Carlo e Josi, pela dedicação, disposição e empenho na execução do experimento.

À UFV, pelo oferecimento e qualidade do Curso.

Aos funcionários da UFV, especialmente Celeste, Fernanda (Angélica), Fernando, Venâncio, Raimundo, Nicolau, Cléo, Supimpa e Edson da Copiadora Precisão, pelo valioso auxílio.

Aos meus amigos André Luigi Gonçalves e João Cardoso (ambos *in memoriam*), pelo apoio inicial e por terem me ensinado e ajudado a acreditar nas oportunidades da vida.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram a caminhar.

BIOGRAFIA

LUÍSA MELVILLE PAIVA, filha de Argemiro Dias Paiva e Ena Margarita Melville Paiva, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, em 1º de agosto de 1965.

Em 1983, ingressou no Curso de Zootecnia da então Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), hoje Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, graduando-se em 1987.

De 1987 a 1997, atuou no mercado de trabalho como Zootecnista do Curso Técnico em Agropecuária da Escola de primeiro e de segundo grau Dom Ottorino Zanon, em Resende, RJ; na Lagoa da Serra, em Sertãozinho, SP; como consultora de empresas rurais da Nova Tecnologia, em Campo Grande, MS; ingressou na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em setembro de 1997, como Professora Substituta e concursada a partir de maio de 1998.

Em junho de 1998, foi aprovada no Curso de Pós-Graduação, em nível de mestrado, do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB), recebendo o título de Mestre em Desenvolvimento Sustentável – Gestão e Políticas Públicas, em março de 2000.

Em fevereiro de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de doutorado, em Zootecnia – área de Forragicultura e Pastagens – da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da Tese em 25 de fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	4
2.2. Síndrome do murchamento e morte do capim-marandu	7
2.3. Solos de ocorrência da síndrome.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Local, período e condições experimentais	10
3.2. Instalação do experimento.....	12
3.4. Avaliações das plantas.....	13
3.5. Tratamento estatístico.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Capim-marandu	17
4.1.1. Características estruturais e morfogênicas.....	18
4.1.1.2. Efeito de dose de nitrogênio.....	18

4.1.1.2. Efeito de tempo de alagamento.....	20
4.1.2. Composição bromatológica	26
4.1.2.1. Efeito de dose de nitrogênio.....	26
4.1.2.2. Efeito de tempo de alagamento.....	26
4.2. Capim-piatã	28
4.2.1. Características estruturais e morfológicas.....	29
4.2.1.1. Efeito de dose de nitrogênio	29
4.2.1.2. Efeito de tempo de alagamento.....	30
4.2.2. Composição bromatológica	33
4.2.2.1. Efeito de dose de nitrogênio.....	33
4.2.2.2. Efeito de tempo de alagamento.....	34
4.3. Capim-xaraés.....	36
4.3.1. Características estruturais e morfológicas.....	37
4.3.1.1. Efeito de dose de nitrogênio.....	37
4.3.1.2. Efeito de tempo de alagamento.....	39
4.3.2. Composição bromatológica	41
4.3.2.1. Efeito de dose de nitrogênio.....	41
4.3.2.2. Efeito de tempo de alagamento.....	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de ocorrência da “síndrome do murchamento e morte do capim-marandu”, onde foi coletado solo para realização do experimento	10
Figura 2 - Resultados analíticos da amostra de solo utilizada nos experimentos (registro n.º. 948 – DPS/UFV).....	11
Figura 3 - Processo de “ensacamento” dos vasos para impedir sua drenagem durante o período de alagamento.....	13
Figura 5 - Efeito da dose de nitrogênio na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	19
Figura 6 - Efeito da dose de nitrogênio no filocrono do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	20
Figura 7 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas verdes do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	21
Figura 8 - Efeito do tempo de alagamento no comprimento final da lâmina foliar do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome	21
Figura 9 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de aparecimento de folhas (TApF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	22
Figura 12 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento das folhas (TAIF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	24

Figura 13 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de colmos (TAIC) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	25
Figura 14 - Efeito do tempo de alagamento no teor de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	27
Figura 15 - Efeito do tempo de alagamento no teor de ferro do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	28
Figura 16 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas totais (NFT) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	30
Figura 17 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas verdes (NFV) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	31
Figura 18 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	32
Figura 19 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	33
Figura 20 - Efeito das doses de nitrogênio (mg dm^{-3}) no teor de Cu (mg dm^{-3}) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	34
Figura 21 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de lignina (%) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	35
Figura 22 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de Cu (mg dm^{-3}) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	35
Figura 23 - Efeito da dose de N (mg dm^{-3}) na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	37
Figura 24 - Efeito da dose de N (mg dm^{-3}) na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.	39
Figura 25 - Efeito do tempo de alagamento (dias) na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	40

Figura 26 - Efeito do tempo de alagamento (dias) na taxa de alongamento de folhas (TALF) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	40
Figura 27 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no filocrono do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	41
Figura 29 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de lignina (%) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais, morfogênicas e bromatológicas do capim-marandu, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu	17
Tabela 2 - Valor P para efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-piatã, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu	29
Tabela 3 - Valor P para efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-xaraés, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu	36
Tabela 4 - Médias das características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-marandu recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte pela síndrome	58
Tabela 5 - Médias das características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-piatã recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte do capim-marandu pela síndrome	59

Tabela 6 - Médias das características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-xaraés recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte do capim-marandu pela síndrome 60

RESUMO

PAIVA, Luísa Melville, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Adubação nitrogenada e alagamento em cultivares de *Brachiaria brizantha* em solos com ocorrência da síndrome de morte do capim-marandu.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Coorientadores: Rodrigo Amorim Barbosa, Reinaldo Bertolla Cantarutti e Paulo Roberto Cecon.

A utilização de áreas com problemas de encharcamento ou alagamento temporário do solo para implantação de pastagens contribuiu para a condição de degradação de pastagens generalizada no Brasil. Nos Estados do Acre e do Pará e nesse tipo de solo, após cerca de 10 anos de implantação de pastagens de capim-marandu identificou-se um problema, que foi caracterizado como a “síndrome do murchamento e morte do capim-marandu”, que acabou com cerca de 80% das pastagens dessa gramínea. Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada nos capins das variedades Marandu, Piatã e Xaraés sob alagamento, em experimentos idênticos, mas independentes, realizados em casa de vegetação. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4 x 4 (quatro doses de nitrogênio x quatro tempos de alagamento), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Após as práticas de implantação do experimento, depois do corte de uniformização das plantas, realizaram-se duas mensurações semanais das plantas, para posterior caracterização estrutural e morfogênica. Aos 28 dias do experimento foi realizado o corte, sendo as amostras encaminhadas para determinação da composição bromatológica. Na análise dos dados, utilizou-

se um modelo que considerou os efeitos lineares ou quadráticos da dose de nitrogênio e do tempo de alagamento. Quando foi observado efeito significativo do nível de adubação nitrogenada ou do tempo de alagamento, ajustaram-se equações de regressão da média dos dados observados em cada nível de adubação ou em cada tempo de alagamento, adotando-se um nível de significância de 5% em todas as análises. As cultivares apresentaram respostas inferiores às observadas na literatura, o que demonstrou que a persistência dessas cultivares foi comprometida quando as plantas estiveram sob períodos de alagamento.

ABSTRACT

PAIVA, Luísa Melville, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Nitrogen fertilization and flooding in *Brachiaria brizantha* cultivars in soils where Marandu palisadegrass syndrome's of wilting and death occurred.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-Advisers: Rodrigo Amorim Barbosa, Reinaldo Bertolla Cantarutti and Paulo Roberto Cecon.

The use of areas with problems of waterlogging or flooding temporary soil for the establishment of pastures contributed to the condition of pasture degradation which is widespread in Brazil. In the states of Acre and Pará, this type of soil, after about 10 years of establishment of Marandu palisadegrass pastures, identified a problem which was characterized as the " Marandu palisadegrass syndrome's of wilting and death" which ended up with about 80% of this grass pastures. We conducted this study to evaluate the effect of nitrogen in Marandu, Piata, and Xaraes palisadegrass under flooding in identical but independent experiments, conducted in the greenhouse. The treatments were arranged in a 4 x 4 factorial (four nitrogen levels x four times of flooding) in a completely randomized design with three replications. After the practical deployment of the experiment, after the uniformity cut plants, held two weekly measurements of plants for subsequent structural characterization and morphogenic. At 28 days the experiment was carried cut and samples sent for determine the chemical composition. For data analysis we used a model that considered the linear and quadratic effects of nitrogen dose and duration of flooding. When no significant effect of the level of

nitrogen fertilization and time of flooding, set regression equations of average of the observed data at each level of fertilization or at each time of flooding, adopting a significance level of 5% in all analysis. The cultivars showed lower responses to those observed in the literature. This demonstrated that the persistence of these cultivars was compromised when plants were under flooding periods.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de encurtamento do ciclo de produção de bovinos no Brasil baseou-se em tecnologias que, em algum momento, comprometeram a competitividade que um sistema de produção eficiente em pasto poderia conferir à atividade. No entanto, o dinamismo do mercado gerou a demanda por animais produzidos em sistemas menos dependentes de insumos externos e ambientalmente sustentáveis, reforçando a importância dos estudos sobre sistema de produção em pasto. Isso porque a pastagem é um ambiente sustentável e economicamente eficiente, capaz de colocar no mercado um produto de qualidade, competitivo e saudável.

Observa-se, então, a necessidade de maiores estudos específicos das respostas das gramíneas forrageiras aos vários ambientes de produção. Isso porque as pastagens ocupam grandes extensões de terra no Brasil, dentro dos mais variados ambientes, submetidas às mais diversas condições de estresse ambiental.

As forrageiras nativas do Brasil não são adaptadas ao pastejo por grandes ruminantes, principalmente em sistemas de manejo com média a alta pressão de pastejo por longos períodos no ano. Dessa forma, forrageiras oriundas de outros continentes mostraram-se mais adaptadas a essas situações e assumiram importância nos sistemas de produção animal em pasto do país. Nesse cenário, o gênero *Brachiaria* agrupou as cultivares de gramíneas de maior relevância. A braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf), ou simplesmente capim-braquiária, tornou-se

expressivamente importante no Brasil pecuário logo após sua introdução no país. Essa condição foi conquistada combinando sua qualidade forrageira com a boa produção, baixo requerimento nutricional e manejo fácil. Possibilitou, assim, a consolidação da bovinocultura de corte nas regiões Centro-Oeste e Norte brasileiras, no processo de abertura e manutenção das fronteiras nacionais.

Com o tempo, entretanto, os extensos monocultivos de capim-braquiária favoreceram a disseminação das cigarrinhas-das-pastagens. Suscetível a esse inseto-praga, o capim-braquiária se transformou em motivo de preocupação e de prejuízos marcantes, modificando novamente o cenário pecuário nacional.

Favorecido pelo contexto, destacou-se o capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu]. Por suas características agronômicas, melhor produtividade, valor nutritivo e por ser tolerante às cigarrinhas típicas das pastagens, foi rapidamente aceito como alternativa ao capim-braquiária. Em várias situações, entretanto, não se considerou sua baixa tolerância a solos encharcados e à maior exigência em fertilidade e manejo, em comparação com o capim-braquiária. Nesse cenário, surgiu, em áreas com deficiência de drenagem do Norte do país, a “síndrome do murchamento e morte do capim-marandu”. Atingindo também a Região Centro-Oeste, gerou grande preocupação, pois milhares de hectares de pastagens foram e ainda são perdidos devido a esse problema.

Inicialmente, houve dúvidas sobre as causas da síndrome. Após estudos, definiu-se que a síndrome, especificamente, é provocada pelo aumento da suscetibilidade das plantas aos danos causados por infecções de patógenos, principalmente fungos, ou outros agentes bióticos naturais do solo.

Para substituição do capim-marandu nas regiões onde ocorreu sua morte, surgiram novas opções forrageiras. Algumas são outras cultivares de *Brachiaria brizantha*, com mais vigor e maior tolerância a solos mal drenados que o capim-marandu, mas mais exigentes de fertilidade de solo e manejo.

É conhecido que a adubação nitrogenada incrementa o alongamento de folhas e colmos. Com isso, supõe-se que o aumento da área de tecidos e órgãos vegetais fotossinteticamente ativos contribuirá para as plantas

suportarem, por pequenos períodos de tempo, situações de estresse ambiental a que sejam submetidas. Assim, é interessante conhecer a resposta de gramíneas forrageiras às condições ambientais estressantes, sob a influência da adubação nitrogenada, em solos onde tenha ocorrido a morte de gramíneas pela síndrome.

Acredita-se que a adubação nitrogenada possibilitará condições para aumentar a tolerância das plantas a períodos de estresse, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu, e que o nível de tolerância ao alagamento será específico para cada cultivar.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada e do alagamento em cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, cultivadas em amostras de solo com ocorrência da “síndrome da morte do capim-marandu”.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf

Existe registro da introdução da *Brachiaria brizantha* no Brasil, no Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), que datam de 1952. Atualmente, é sabido tratar-se de *Brachiaria decumbens* Stapf., posteriormente descrita como *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Ipean (MEIRELLES; MOCHIUTTI, 1999; VALLE et al., 2010).

A introdução da *B. brizantha* no país ocorreu por volta de 1967 (MEIRELLES; MOCHIUTTI, 1999). Conhecida como “brizantinha”, suas características de produção eram menos favoráveis que as apresentadas pelo capim-braquiária (*B. decumbens* Stapf). Isso possibilitou a predominância do capim-braquiária nas pastagens cultivadas do Brasil, especialmente na região central do país, favorecendo, assim, o fortalecimento e manutenção de suas fronteiras. Posteriormente, estudaram-se e lançaram-se cultivares de *B. brizantha* mais exigentes em fertilidade do solo e manejo e também com maiores valor nutritivo e produtividade que o capim-braquiária.

A *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu (capim-marandu) é originária da região do Zimbábue, na África. Foi lançada pela Embrapa em 1984, por dois dos seus Centros Nacionais de Pesquisa: de Gado de Corte (CNPGC) e dos Cerrados (CNPAC). É uma planta de crescimento ereto, porte médio, com folhas pouco pilosas na face ventral e sem pilosidade na face dorsal, bainhas pilosas, inflorescências com até 40

cm de comprimento e com quatro a seis racemos. É recomendada para solos de média a alta fertilidade e bem drenados; apresenta boa produtividade e boa capacidade de rebrotação (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.).

O capim-marandu é muito utilizado em pastagens cultivadas no Brasil Central (DIAS; TOLEDO, 1993; MACEDO, 2005; EUCLIDES et al., 2009). Valle et al. (2010) classificaram esse capim como uma das cultivares de *Brachiaria* de maior importância econômica no país, e Macedo (2006) registrou que cerca de 50% das pastagens cultivadas no Brasil são ocupadas por essa cultivar. No Norte do Brasil, Dias-Filho e Andrade (2005) estimaram a utilização dessa gramínea em aproximadamente 65% das pastagens implantadas. Na Região Centro-Oeste, a estimativa em 2005 era de que 50% das pastagens cultivadas estivessem ocupadas pelo capim-marandu (MACEDO, 2005). Em 2006, detinha a liderança na venda de sementes no Brasil (FONSECA et al., 2006).

Da Silva (2004) afirmou que a expressividade dessa gramínea nas pastagens cultivadas se deve ao fato de ela ter se tornado uma das plantas forrageiras mais estudadas no meio científico nacional. Destacou-se na expansão de novas áreas ou na recuperação de pastagens degradadas. Foi favorecida por sua alta produtividade, qualidade nutricional, elevada resposta à adubação, boa produção de sementes, boa cobertura do solo, capacidade de competição com invasoras, estabelecimento rápido e tolerância às cigarrinhas-das-pastagens (BARBOSA, 2006).

Recomendada para intensificação do sistema produtivo, essa planta é mais exigente sob o aspecto nutricional. Nesse contexto, Kichel et al. (1999) a indicaram para solos de média a alta fertilidade, bem drenados, apesar de, naquela ocasião, ainda considerarem-na apta a regiões com cigarrinhas-das-pastagens. Necessita de solos férteis e, ou, de maiores doses de fertilizantes para expressar seu potencial produtivo (CANTARUTTI et al., 1999; CANTARUTTI et al., 2002). Macedo (2005) apontou, além de sua exigência em fertilidade do solo, a suscetibilidade dessa gramínea ao estresse hídrico. Essas peculiaridades devem ser consideradas tanto quanto são as de vigor e valor nutritivo, que só se manifestarão plenamente e de

forma sustentável caso a planta se encontre em condições ambientais e de manejo adequadas.

Em 2003, a Embrapa Gado de Corte lançou o capim-xaraés [*B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cultivar Xaraés]. Sua origem é a região de Burundi, África, e sua liberação para o mercado brasileiro ocorreu após 15 anos de avaliações (VALLE, 2003; EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.). Lançada como alternativa ao capim-marandu, destacou-se pela elevada produção de forragem e tolerância às cigarrinhas-das-pastagens (VALLE, 2003; MARTUSCELLO et al., 2005). Seus principais atributos positivos são alta produtividade, rápida rebrotação e florescimento tardio, bom valor nutritivo e alta capacidade de suporte (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.). Planta cespitosa, com altura de até 1,5 m; folhas longas, verde-escuras, com pilosidade curta na face superior da lâmina foliar e bordos ásperos, cortantes; bainha com pelos claros, rijos, ralos, mas densos nos bordos; colmos que podem enraizar em contato com o solo; e inflorescência racemosa, com 40 a 50 cm de comprimento e eixo de 14 cm com sete racemos quase horizontais, com pelos nas ramificações (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.; VALLE et al., 2004). Valle (2003) relatou que seu estabelecimento é rápido e a rebrotação, superior à do capim-marandu. Lupatini et al. (2009) registraram maior produtividade dessa forrageira que as cultivares Marandu e Piatã.

Valle (2003) indicou o capim-xaraés para solos de média fertilidade, bem drenados e de textura média nas regiões tropicais úmidas como a pré-Amazônia (Norte do Mato Grosso, Tocantins, Rondônia, Acre e Sul do Pará) e Mata Atlântica ou de clima de Cerrado com estação seca de quatro a cinco meses. Verzignassi e Fernandes (2001) demonstraram que o capim-xaraés foi mais tolerante ao excesso de umidade do solo que o capim-marandu. Andrade e Assis (2008), entretanto, baseando-se em estudos preliminares na Embrapa Acre, concluíram que essa cultivar se adaptou às condições de clima e solo existentes naquele Estado, recomendando-a como opção para a diversificação das pastagens, desde que seja plantada em solos bem drenados e não sujeitos a alagamento.

O capim-piatã é uma cultivar protegida da espécie *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, lançada pela Embrapa Gado de Corte em 2007.

Resulta da seleção de planta coletada na Etiópia e África (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.). No Brasil, as cultivares protegidas são aquelas previstas na Lei nº. 9.456, de 25 de abril de 1997 (BRASIL, 2008).

Seu lançamento foi realizado com a recomendação para cultivo na Amazônia legal e em regiões com estação seca de até cinco meses das Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, além das áreas de Mata Atlântica e Cerrado da Bahia. Apresenta produção de matéria seca e qualidade nutricional superiores à do capim-marandu, bem como maior tolerância às cigarrinhas-das-pastagens que os capins Marandu e Xaraés. É superior ao capim-xaraés no manejo de pastejo diferido em áreas sem ocorrência de cigarrinhas da espécie *Mahanarva fimbriolata* (cigarrinha-da-cana), por ser suscetível a essa praga (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.).

Planta de crescimento ereto e cespitoso, formando touceiras. De porte médio, colmos verdes, finos, bainhas foliares com pouca pilosidade e lâmina foliar glabra, adequada para solos arenosos de média a alta fertilidade (EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d.). Possui tolerância intermediária em solos com problemas de drenagem, situando-se entre o capim-marandu e o capim-xaraés (CAETANO, 2006; EMBRAPA, 2007).

2.2. Síndrome do murchamento e morte do capim-marandu

Após 10 anos de implantação e manejo extensivo semelhante ao do capim-braquiária, o capim-marandu começou a apresentar problemas em regiões com má drenagem do solo e, ou, alagamento por extensos períodos do ano (TEIXEIRA NETO et al., 2000). Na América Central, em 1997 já ocorria a morte de pastagens de capim-marandu em áreas sujeitas ao encharcamento temporário, na Costa Rica (ZÚNIGA P. et al., 1998).

Ao conjunto de fatores que causaram especificamente esse problema, denominou-se “síndrome do murchamento e morte do capim-marandu” (VALENTIM et al., 2000), conhecida também como “síndrome da morte do capim-marandu” (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005). Nas Regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil, foi considerada como importante causa de degradação das pastagens (DIAS-FILHO, 2007). Nas regiões de ocorrência

da síndrome, concentram-se 40% das áreas de pastagens e 35% do rebanho bovino nacional (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005).

A síndrome manifesta-se na estação chuvosa do ano, principalmente em áreas com solos de baixa permeabilidade (DIAS-FILHO, 2005). Dias-Filho (2007) relatou que o surgimento da síndrome nas pastagens foi, inicialmente, identificado através de manchas em áreas isoladas, com aspecto de feno em meio ao pasto verde. Plantas afetadas dificilmente se recuperam, e com o tempo as manchas se expandem para o restante da pastagem (DIAS-FILHO, 2007). Nas plantas, Duarte et al. (2006) registraram amarelecimento iniciado no ápice das folhas, que segue para as bordas, formando um “V” invertido. A doença progride atingindo a base das folhas e bainhas, com secamento total da folha progredindo para as folhas internas até que todo o perfilho seque totalmente, observando-se ainda, na base da touceira, podridão que alcança até 15 cm acima da superfície do solo (DUARTE et al., 2006).

Pastagens em áreas tropicais periodicamente alagadas passam por um período de intensa atividade fisiológica (DIAS-FILHO, 2002). A exposição de forrageiras ao alagamento do solo, por si só, não seria suficiente para provocar os danos causados pela síndrome, mas a exposição do capim-marandu a essa condição induz a ocorrência de disfunções nos mecanismos metabólicos de defesa dessa cultivar, tornando-a suscetível a ataques oportunistas de fungos patogênicos às suas raízes (DIAS-FILHO, 2006; DIAS-FILHO, 2007).

Valentim et al. (2000) e Dias-Filho (2002) relataram que a falta de adaptação do capim-marandu ao encharcamento do solo em associação ao ataque de fungos dos gêneros *Phytium*, *Fusarium* e *Rhizoctonia* tem sido apontada como principal causa do problema. Segundo Dias-Filho (2006), em condições normais esses fungos não seriam capazes de causar danos às plantas. Duarte et al. (2006) isolaram apenas quatro espécies de *Phytium* e uma de *Rhizoctonia* em seus trabalhos, concluindo que a doença é causada por *P. perillum* Drechsler sozinho ou em associação com *R. solani*.

2.3. Solos de ocorrência da síndrome

A umidade excessiva do solo foi observada como fator predisponente ao desencadeamento da síndrome da morte do capim-marandu desde seus primeiros relatos (ZÚÑIGA P. et al., 1998; TEIXEIRA NETO et al., 2000; VALENTIM et al., 2000; DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005). Dias-Filho (2006) sugeriu a forte correlação entre o aparecimento do problema e solos com drenagem deficiente a partir de evidências obtidas experimentalmente ou com base em relatos de observações de campo, em regiões com períodos chuvosos intensos.

Alguns autores relataram que a condição de excesso de água no perfil do solo foi a mais prejudicial ao crescimento e desenvolvimento do capim-marandu (MATTOS et al., 2005; MACEDO, 2006).

Macedo (2006) relatou entre as regiões com problemas de pastagens aquelas com problemas de impedimento à drenagem da água, como plintitas e petroplintitas. Dias-Filho (2006) apontou ainda como fatores que causam o excesso de água no solo os períodos chuvosos intensos e a elevação sazonal do nível dos rios e do lençol freático, além das práticas de manejo que podem comprometer a capacidade natural de drenagem do solo em decorrência de sua compactação.

São poucos os estudos com mecanismos envolvidos na tolerância e resposta das forrageiras ao estresse hídrico por excesso de água no solo (CAETANO; DIAS-FILHO, 2008). A quase inexistência de trabalhos que considerassem os efeito interativos de alagamento e adubação nitrogenada foi relatada por Benett et al. (1986), mas pouco foi realizado com esse enfoque desde então, fato provavelmente associado aos poucos estudos realizados com forrageiras sob estresse de excesso hídrico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, período e condições experimentais

Foram realizados três experimentos simultâneos, em casa de vegetação, de outubro de 2007 a março de 2008, na Embrapa Gado de Corte – Campo Grande, MS. Cada experimento constou da avaliação de uma cultivar de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf – Marandu, Xaraés e Piatã. Avaliou-se o efeito da adubação nitrogenada e do alagamento nessas cultivares em amostras de solo com ocorrência da morte do capim-marandu ocasionada pela “síndrome da morte do capim-marandu” (Figura 1).



Figura 1 - Área de ocorrência da “síndrome do murchamento e morte do capim-marandu”, onde foi coletado solo para realização do experimento.

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4 x 4 e consistiram de quatro doses de nitrogênio (zero, 100, 200 e 300 mg dm⁻³ de N) e quatro tempos de alagamento (zero, sete, 14 e 21 dias de alagamento), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 48 unidades experimentais para cada cultivar.

Foi coletada amostra de Plintossolo na Fazenda Nossa Senhora da Abadia, Município de Pedra Preta, MT. A coleta dessa amostra foi realizada na camada de zero a 20 cm de profundidade, em locais onde houve ocorrência da morte do pasto pela síndrome da morte do capim-marandu.

A amostra colhida do solo foi ensacada e transportada para a Embrapa Gado de Corte – Campo Grande, MS, onde foi seca ao ar e peneirada em peneiras com malha de 5 mm. Subamostras foram retiradas e encaminhadas ao Laboratório do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, para caracterização química (Figura 2). A determinação da capacidade de campo das amostras de solo foi realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Gado de Corte.

Optou-se pela não realização da correção e fertilização do solo para não interferir no comportamento das plantas.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH		P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
		H ₂ O		mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
8610	PASTO BRAQUIARIA	4,95	-	7,4	164	-	4,12	1,28	0,29	10,2

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol _c /dm ³			%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³						
8610	5,82	6,11	16,02	36,3	4,7	-	5,04	21,4	7,92	387,1	105,2	1,77	-	-

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5
P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1
Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L
H+Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0
B - Extrator água quente
S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético
SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
V = Índice de Saturação de Bases
m = Índice de Saturação de Alumínio
ISNa - Índice de Saturação de Sódio
Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 - Walkley-Black
P-rem = Fósforo Remanescente

Figura 2 - Resultados analíticos da amostra de solo utilizada nos experimentos (Registro n°. 948 – DPS/UFV).

3.2. Instalação do experimento

Vasos com drenos e capacidade de sete decímetros cúbicos foram preenchidos com solo peneirado. Foi registrado o peso individual de cada vaso cheio, para monitoramento das suas condições de umidade.

Em cada vaso foi adicionado água até que alcançasse 80% de sua capacidade de campo. Essas condições foram mantidas por 28 dias, período de estabilização das condições físico-químicas do solo nos vasos.

Sete dias após o início do período de estabilização do solo nos vasos foi realizada a semeadura das forrageiras em bandejas de isopor contendo substrato agrícola comercial. As sementes utilizadas foram cedidas pelo Laboratório de Sementes da Embrapa Gado de Corte.

O transplante de seis plântulas para cada vaso ocorreu 21 dias após a semeadura, e o desbaste nos vasos ocorreu 21 dias após a transplantação, sendo mantidas em cada vaso as quatro plantas mais vigorosas.

Os vasos que seriam submetidos ao alagamento receberam hastes plásticas para monitoramento da lâmina d'água na altura de 1 cm da superfície do solo.

Foi realizada adubação nitrogenada com solução de ureia em água destilada, na concentração de 50 mg N 0,05 L⁻¹. A adubação nitrogenada foi dividida em duas parcelas, com intervalo de sete dias entre as aplicações. Nos vasos referentes ao tratamento zero para adubação, foi adicionada apenas água destilada.

Quatorze dias após a segunda etapa da adubação nitrogenada, efetuou-se o corte de uniformização das plantas na altura de 20 cm do nível do solo nos vasos. Quatro dias depois, os vasos correspondentes aos tratamentos alagados (TA = 7, 14 e 21 dias) foram ensacados de forma a não permitir a drenagem espontânea (Figura 3) e receberam água até a lâmina atingir a altura de 1 cm da superfície do solo. Os vasos com tratamento de alagamento zero foram mantidos drenados, com a umidade do solo monitorada a 80% de sua capacidade de campo, por meio de pesagens semanais, sendo adicionada água, quando necessário, até o vaso alcançar o peso desejado.

Iniciou-se o período de avaliação das plantas, encerrado no vigésimo oitavo dia após o início do período de avaliação das plantas.



Figura 3 - Processo de “ensacamento” dos vasos para impedir a sua drenagem durante o período de alagamento.

3.4. Avaliações das plantas

As plantas foram avaliadas quanto às suas características morfogênicas, estruturais e bromatológicas. As medições das características morfogênicas foram realizadas a cada sete dias, durante todo o período experimental.

Em cada unidade experimental, um perfilho foi marcado com fio de arame revestido com plástico colorido. Nesse perfilho, foram medidos o comprimento das lâminas foliares em expansão – expandidas e senescentes – e o comprimento do colmo (pseudocolmo + colmo), bem como registradas as novas folhas surgidas desde a última medição.

A partir dessas informações, foi possível determinar as seguintes variáveis-resposta: taxa de aparecimento de folhas, filocrono, taxa de

alongamento de folhas, taxa de alongamento de colmos, duração de vida das folhas, número total de folhas e número de folhas vivas por perfilho.

Essas variáveis-resposta foram calculadas da forma que se segue:

- Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o número de folhas surgidas por perfilho e o número de dias do período de avaliação.
- Filocrono (dias folha⁻¹ perfilho⁻¹): inverso da taxa de aparecimento de folhas.
- Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o somatório de todo o alongamento das lâminas foliares (cm) e o número de dias do período de avaliação.
- Taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre a diferença do comprimento do pseudocolmo, no final e no início, e o número de dias do período de avaliação.
- Duração de vida das folhas, em dias (DVF): estimada pela equação proposta por Lemaire e Chapman (1996), em que $DVF = NFV \times \text{Filocr.}$
- Número de folhas total por perfilho (NFT): contagem de todas as folhas emitidas no perfilho.
- Número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas perfilho⁻¹): média do número de folhas em expansão e expandidas por perfilho durante o período de avaliação, excluindo-se as folhas que tivessem mais de 50% do seu comprimento senescido.

No vigésimo oitavo dia após o início do período de mensuração das plantas, o experimento foi encerrado, com corte das plantas na altura de 20 cm da superfície do solo. Todo o material obtido no corte final foi identificado e analisado quanto às suas características bromatológicas.

As amostras foram colocadas em sacos de papel, pesadas e secas em estufa a 65 °C, por 72 h. Após esse período, foram pesadas e moídas em minimoinho de faca, com peneira de 2 mm. Dessas amostras foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), celulose (CEL), sílica (SIL), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e proteína bruta (PB) em espectrofotômetro de reflectância no

infravermelho próximo (NIRS), no Laboratório de Nutrição da Embrapa Gado de Corte (Figura 4).



Figura 4 - Espectrofotômetro de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) do Laboratório de Nutrição da Embrapa Gado de Corte – Campo Grande, MS.

Subamostras passaram por digestão nítrico-perclórica (SILVA; QUEIROZ, 2002), sendo determinados seus teores de cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe) por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

3.5. Tratamento estatístico

Para análise dos dados de composição bromatológica e das características estruturais e morfológicas das plantas, utilizou-se um modelo que considerou os efeitos lineares ou quadráticos da dose de nitrogênio e do tempo de alagamento. As interações entre os efeitos avaliados foram examinadas, sendo retiradas do modelo quando não significativas.

Quando observado efeito linear ou quadrático significativo do nível de adubação nitrogenada ou do tempo de alagamento, ajustaram-se equações de regressão da média dos dados observados em cada nível de adubação ou em cada tempo de alagamento. O coeficiente de determinação das

equações foi calculado como a soma dos quadrados da regressão dividida pela soma de quadrados de tratamentos (SQreg/SQtrat).

As análises foram realizadas utilizando-se PROC GLM do SAS (SAS INSTITUTE, 1993). Adotou-se um nível de significância de 5% em todas as análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Capim-marandu

Os resultados das análises estatísticas (valores P) do capim-marandu são apresentados na Tabela 1. As médias observadas das características avaliadas nessa gramínea, que geraram as Figuras 5 a 15, estão apresentadas na Tabela 4 (Anexo 1).

Tabela 1 - Efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais, morfogênicas e bromatológicas do capim-marandu, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu

Característica	Doses de N		Tempo de alagamento	
	Efeito linear	Efeito quadrático	Efeito linear	Efeito quadrático
Características estruturais				
Número Total de Folhas	0,242	0,506	< 0,001	0,001
Número de Folhas Verdes	0,354	0,416	< 0,001	0,005
Comprimento Lâmina Foliar	0,575	0,544	0,004	0,017
Características morfogênicas				
Taxa de Alongamento de Colmo	0,932	0,836	<0,001	<0,001
Taxa de Alongamento de Folhas	0,030	0,057	<0,001	<0,001
Taxa de Aparecimento de Folhas	0,153	0,125	0,024	0,125
Filocrono	0,039	0,032	<0,001	0,008
Duração de Vida das Folhas	0,879	0,901	0,734	0,913

Continua...

Tabela 1 - Cont.

Característica	Doses de N		Tempo de alagamento	
	Efeito linear	Efeito quadrático	Efeito linear	Efeito quadrático
Composição bromatológica¹				
Proteína Bruta (%)	0,157	0,359	0,094	0,086
Fibra em Detergente Neutro (%)	0,096	0,339	<0,001	<0,001
Fibra em Detergente Ácido (%)	0,758	0,853	0,808	0,831
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	0,510	0,447	0,191	0,395
Lignina (%)	0,239	0,701	0,537	0,211
Celulose (%)	0,138	0,337	0,699	0,218
Sílica (%)	0,706	0,614	0,798	0,237
Ferro (mg dm ⁻³)	0,442	0,869	0,003	0,050
Cobre (mg dm ⁻³)	0,088	0,428	0,565	0,704
Manganês (mg dm ⁻³)	0,465	0,984	0,944	0,831

¹ Teores na matéria seca. Efeito significativo: P < 0,05.

4.1.1. Características estruturais e morfológicas

4.1.1.2. Efeito da dose de nitrogênio

Observou-se efeito significativo (P<0,05) de doses de nitrogênio na TAIF e no filocrono.

Na TAIF, o efeito linear observado foi proporcional ao aumento da dose de nitrogênio aplicada (Figura 5). Isso é condizente com o esperado, uma vez que já foi observado que o suprimento de nitrogênio tem efeito positivo no aumento da área foliar de capim-marandu (ALEXANDRINO et al., 2004), bem como de outras gramíneas tropicais (MARTUSCELLO et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2006; PREMAZZI et al., 2011). A TAIF é uma característica de suma importância para plantas forrageiras, uma vez que sob pastejo estas terão seu aparato fotossintético consumido e a capacidade de gerar novas folhas (TApF e filocrono), bem como de alongar essas folhas, pode ser o diferencial no que tange à permanência da planta no ecossistema. Assim, de acordo com os resultados, o N age estimulando o alongamento foliar.

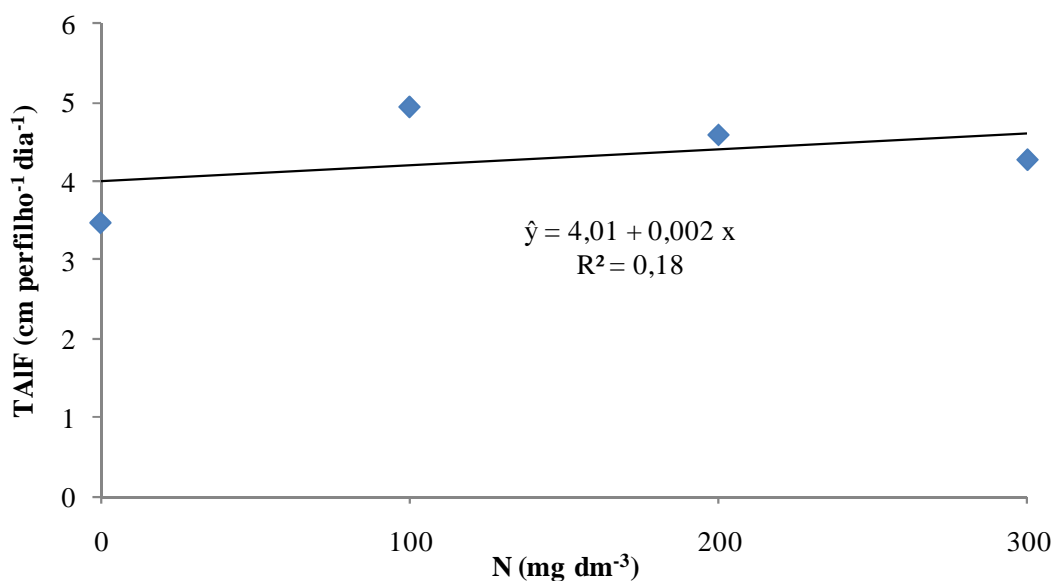


Figura 5 - Efeito da dose de nitrogênio na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

No filocrono, o efeito significativo ($P < 0,05$) observado foi representado por uma equação quadrática (Figura 6). Com o aumento da dose de N, houve redução no tempo de emissão de duas folhas. O ponto de inflexão mínimo da curva foi projetado na dose de 250 mg dm^{-3} , em que o filocrono observado foi de $7,5 \text{ dias folha}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$. O aumento no filocrono observado a partir desse ponto foi sutil, tendo alcançado, na dose de 300 mg dm^{-3} , apenas $7,9 \text{ dias folha}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$.

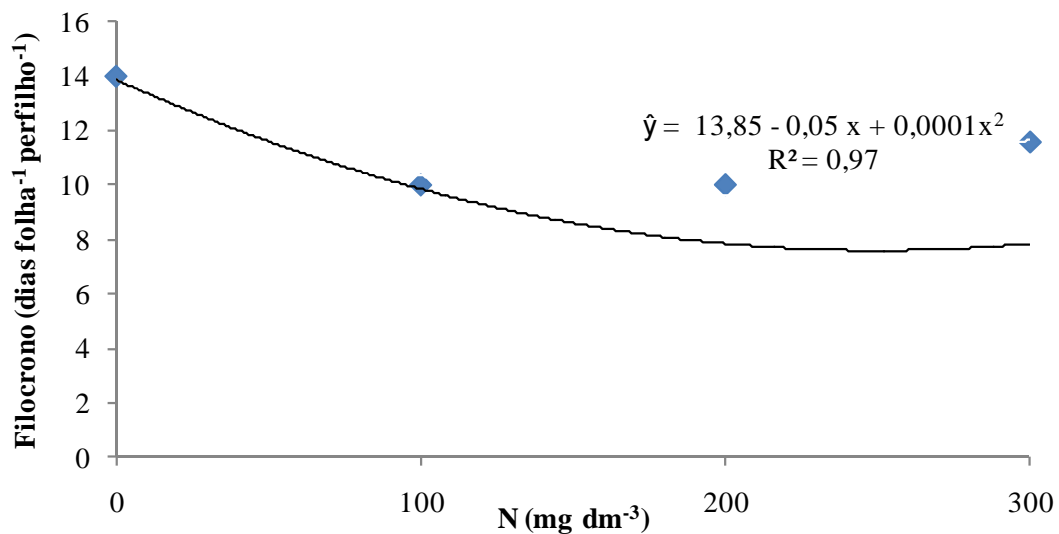


Figura 6 - Efeito da dose de nitrogênio no filocrono do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Santos et al. (2009), trabalhando com diferentes adubações em capim-marandu, observaram que nos tratamentos que continham N ocorreram os menores valores de filocrono. Alexandrino et al. (2004), em experimento com diferentes níveis de adubação nitrogenada em capim-marandu, observaram menores valores de filocrono nos tratamentos que receberam maior quantidade de N.

4.1.1.2. Efeito do tempo de alagamento

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) de tempo de alagamento no número de folhas verdes (NFV), no comprimento final da lâmina foliar (CFLF) e na taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono, taxa de alongamento de folhas (TAIF) e taxa de alongamento de colmo (TAIC).

Como pode ser observado nas Figuras 7 e 8, o comportamento das curvas de NFV e CFLF se assemelhou, com ponto de inflexão mínima próximo dos 14 dias, em todas as características.

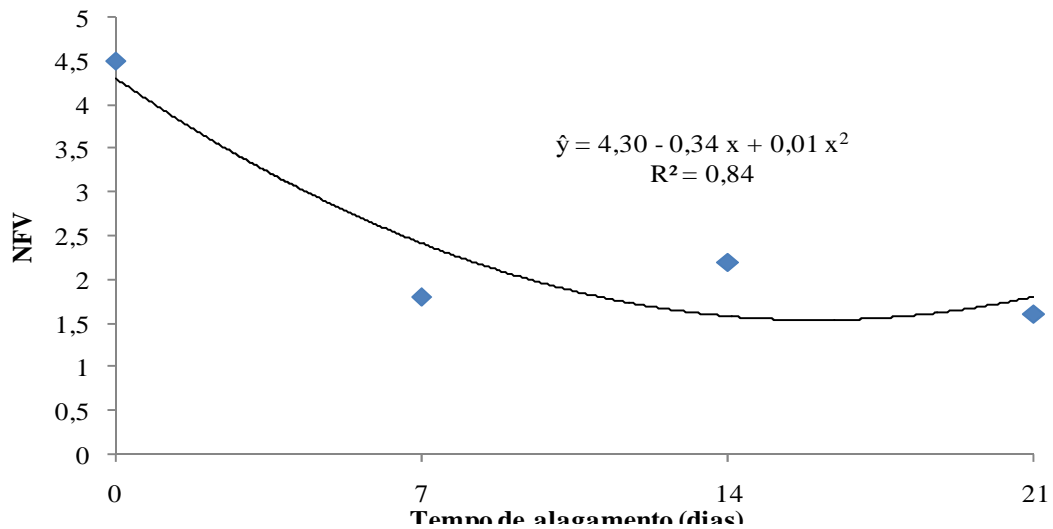


Figura 7 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas verdes do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Carnevalli e Da Silva (1999) indicaram o NFV como uma das características determinadas geneticamente, mas que podem ser influenciadas por variáveis como temperatura, suprimento de nutrientes e disponibilidade de umidade no solo. Essa informação ratifica os resultados observados neste trabalho, em que a NFV encontrada foi de 4,5; 1,83; 2,17; e 1,58 folhas, nos tratamentos sem alagamento (zero), sete, 14 e 21 dias de alagamento, respectivamente.

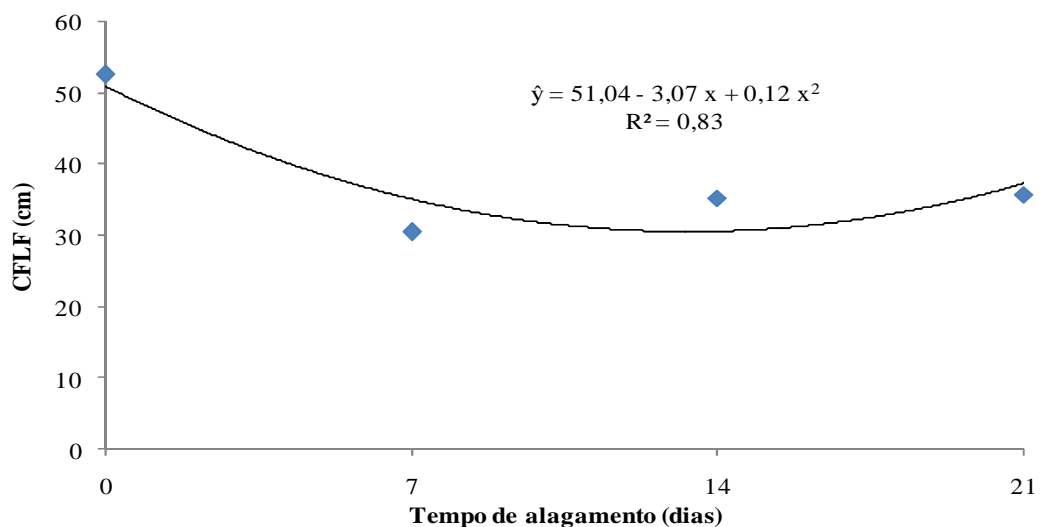


Figura 8 - Efeito do tempo de alagamento no comprimento final da lâmina foliar do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Nas Figuras 9 e 10 estão apresentados os efeitos de tempo de alagamento na TApF e filocrono, respectivamente. Observou-se coerência nessas duas respostas das plantas ao tempo de alagamento. Enquanto a TApF apresentou resposta linear negativa ao aumento do tempo de alagamento imposto, o filocrono demonstrou comportamento inverso, com aumento do tempo do aparecimento de duas folhas à medida que o tempo de alagamento aumentava até cerca de 14 dias de alagamento, quando começou a diminuir. Esse tipo de resposta pode explicar por que, em pastagens de capim-marandu em solos com problemas de drenagem de água, essa gramínea apresentou problemas significativos apenas depois de 10 anos da implantação, como relatado por Dias-Filho (2005).

Trabalhando em pastos de capim-marandu mantidos em quatro alturas de dossel forrageiro por meio de lotação contínua em diferentes épocas do ano, Sbrissia (2004) observou valores médios variando de 0,077 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹ a 0,052 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹ nas alturas de 10 cm e 40 cm, respectivamente. Essas observações, junto às deste trabalho, demonstraram a capacidade dessa gramínea em responder positivamente a situações adversas, aumentando sua emissão de folhas e tentando manter seu IAF e eficiência fotossintética, de modo a sobreviver ao período de estresse.

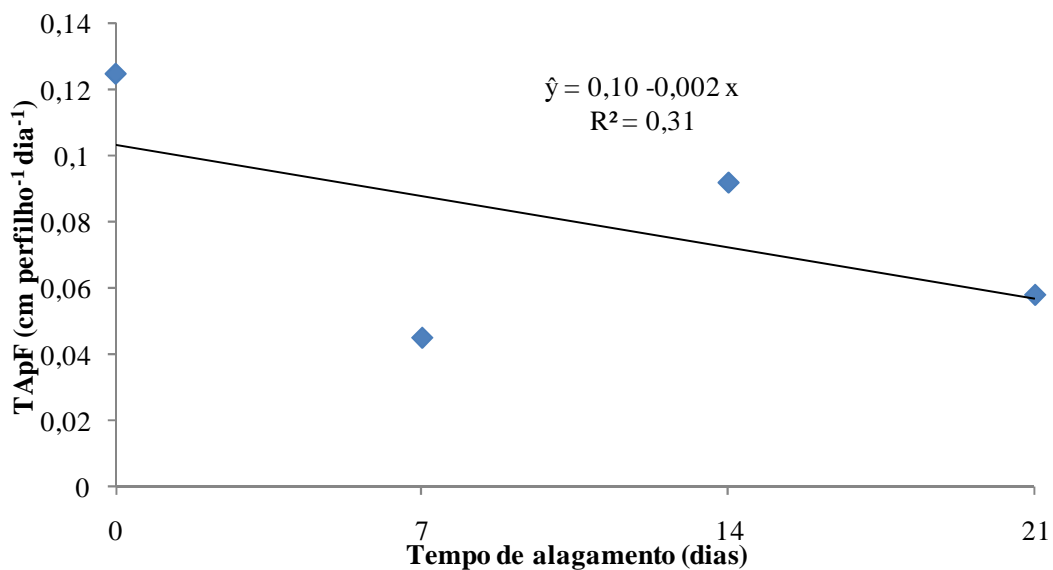


Figura 9 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de aparecimento de folhas (TApF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

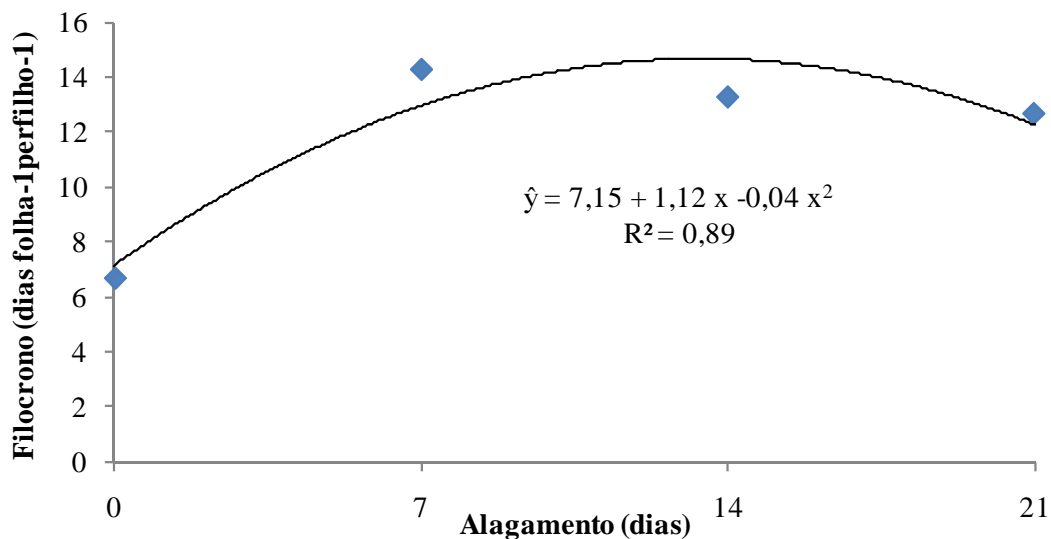


Figura 10 - Efeito do tempo de alagamento no filocrono do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Na Figura 11, observa-se a DVF do capim-marandu em resposta ao tempo de alagamento. A DVF máxima, neste trabalho, foi de 25,8 dias (Tabela 4 – Anexo 1), no tratamento sem imposição de alagamento.

Gonçalves (2002) e Sbrissia (2004) registraram DVF mínima de 42,9 e 50,6 dias, respectivamente, no capim-marandu em condições experimentais sem imposição de alagamento. Paiva et al. (2008), trabalhando com capim-marandu submetido a alagamento por 28 dias, em solos com diferentes percentuais de amostras de solo com ocorrência da morte dessa cultivar pela síndrome, observaram valores semelhantes aos encontrados neste trabalho. Isso sugere que outros fatores, além do tempo de submissão das plantas ao alagamento, interferiram negativamente na persistência das plantas. No caso deste trabalho, em que o capim-marandu foi cultivado em solo retirado nos locais de ocorrência da síndrome do murchamento e morte do capim-marandu, infere-se que outros fatores presentes no solo agiram na longevidade das folhas.

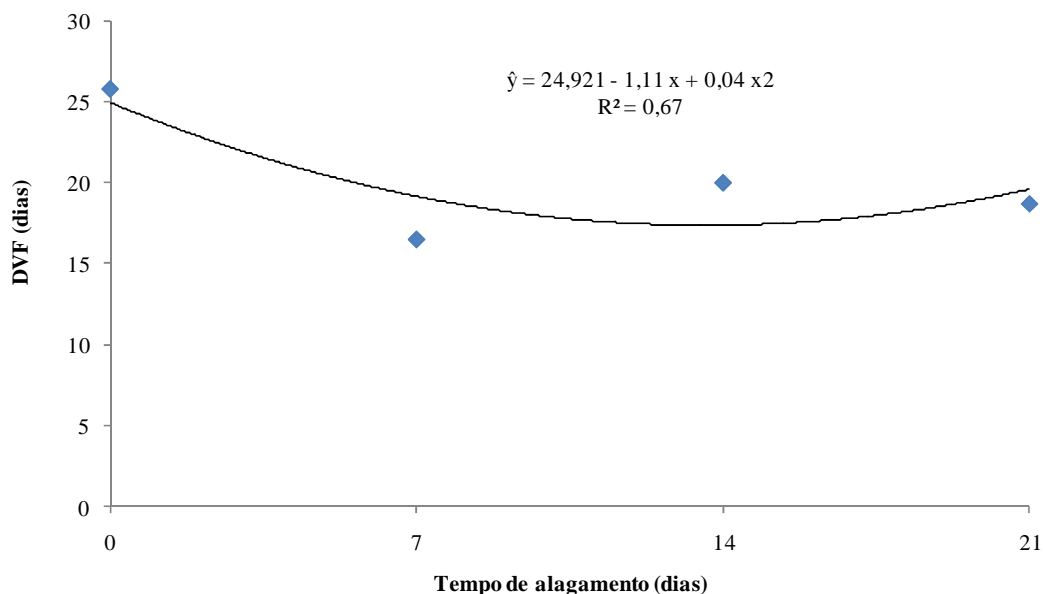


Figura 11 - Efeito do tempo de alagamento na duração de vida das folhas (DVF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Nas taxas de alongamento de folhas (TAIF) e de alongamento de colmos (TAIC), observou-se redução no alongamento (cm dia^{-1}) até cerca de 14 dias de alagamento (Figuras 12 e 13). Esses resultados também foram coerentes ao observado da TApF e filocrono. A redução na TAIF corrobora as conclusões de Dias-Filho e Carvalho (2000), que sugeriram a utilização dessa característica morfogênica como um critério de detecção precoce da falta de tolerância ao alagamento de espécies de *Brachiaria* spp.

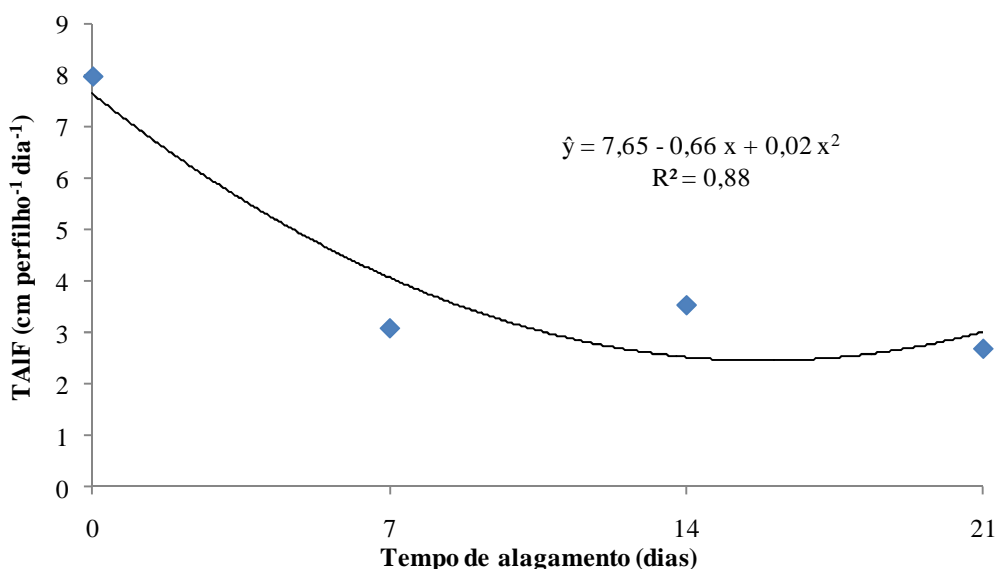


Figura 12 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento das folhas (TAIF) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

A TAIC é uma característica importante especialmente nas gramíneas tropicais. Nestas há relação de equilíbrio entre tamanho:densidade de plantas para manter área fotossinteticamente ativa adequada ao seu desenvolvimento, de acordo com o manejo imposto, o que ocorre para a competitividade pela busca de luz e manutenção da eficiência fotossintética das gramíneas C₄ (SBRISSIA; Da SILVA, 2001). Sob alagamento, entretanto, o capim-marandu não estabeleceu mecanismo eficiente de tolerância ao estresse, o que é refletido em suas respostas estruturais e morfogênicas. As plantas tiveram sua eficiência reduzida quando comparada com as condições menos estressantes, conforme discutido, pela redução da TAIF. Também foi observada redução na taxa de alongamento de colmo (Figura 13), com efeito significativo de tempo de alagamento (Tabela 1). Assim, pode-se inferir que tanto a taxa de alongamento de folhas quanto a taxa de alongamento de colmo podem ser utilizadas para detecção precoce da falta de tolerância ao alagamento de plantas do gênero *Brachiaria* spp. (DIAS-FILHO; CARVALHO, 2000), mostrando-se instrumento que também deve ser estudado em outras gramíneas com o mesmo objetivo.

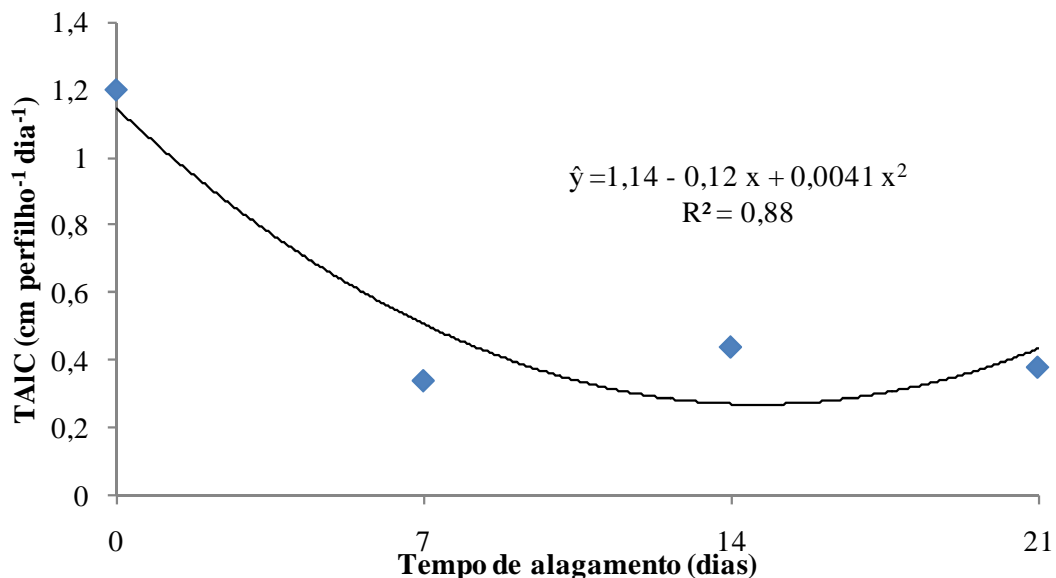


Figura 13 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de colmos (TAIC) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

4.1.2. Composição bromatológica

4.1.2.1. Efeito da dose de nitrogênio

Não se observou efeito da dose de N ($P < 0,05$) na composição bromatológica do capim-marandu (Tabela 1).

Esse resultado contradiz o encontrado na literatura. Magalhães et al. (2011), trabalhando com capim-braquiária, observaram efeito proporcional de dose de nitrogênio na concentração de N e efeito inverso no teor de FDN, que decresceu à medida que aumentou a dose de N (100, 200 e 300 kg ha⁻¹). Costa et al. (2009), trabalhando com três cultivares de *Brachiaria brizantha* e quatro doses de nitrogênio, observaram efeito significativo com aumento no teor de PB e redução no teor de FDN e FDA com o aumento da dose de nitrogênio.

Com a inobservância do efeito da adubação nitrogenada, neste trabalho infere-se que outros efeitos tenham superado a capacidade de resposta da forrageira ao nitrogênio, considerada a sua composição bromatológica.

4.1.2.2. Efeito de tempo de alagamento

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e ferro (Fe), como apresentado na Tabela 1.

O efeito do teor de FDN está registrado na equação quadrática demonstrada na Figura 14. O aumento no teor de FDN é esperado em plantas sob ação de agentes patogênicos, como mecanismo de proteção (Van SOEST, 1994). Com isso, infere-se que, no capim-marandu, mecanismos de tolerância a agentes patogênicos são acionados quando há exposição ao estresse por excesso hídrico, o que pode justificar a demora de cerca de 10 anos para que a síndrome do murchamento e morte do capim-marandu alcançasse relevância (DIAS-FILHO, 2006). A redução no

teor de FDN após 14 dias de alagamento demonstrou que esse capim não é tolerante a grandes períodos de alagamento contínuo.

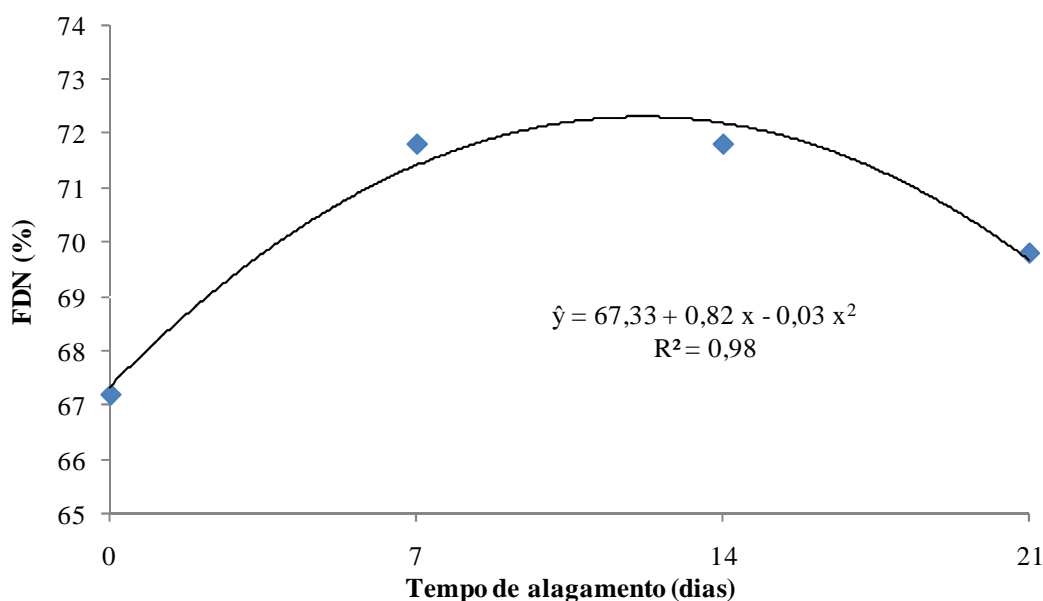


Figura 14 - Efeito do tempo de alagamento no teor de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

O efeito do tempo de alagamento no teor de ferro (Fe) do capim-marandu está demonstrado na Figura 15. Pode-se observar que o teor de Fe aumentou até cerca de 14 dias de alagamento, a partir do que começa a reduzir.

Vale registrar os resultados encontrados no teor de Fe do capim-marandu submetido a alagamento, que foram de 111 mg dm^{-3} , 332 mg dm^{-3} , 269 mg dm^{-3} e 328 mg dm^{-3} , nos tempos zero, sete, 14 e 21 dias de alagamento, respectivamente. Dechen e Nachtigall (2006) afirmaram que acima de 80 mg dm^{-3} de massa seca podem-se observar sintomas de toxicidade por Fe nas plantas. Werner et al. (1997) relataram que a faixa adequada do teor de Fe para a *B. brizantha* varia de 50 a 250 mg dm^{-3} . Assim, verifica-se que o alagamento do solo elevou os teores de Fe a níveis que podem ser considerados tóxicos para essa gramínea, o que pode ter ação para ocorrência da síndrome.

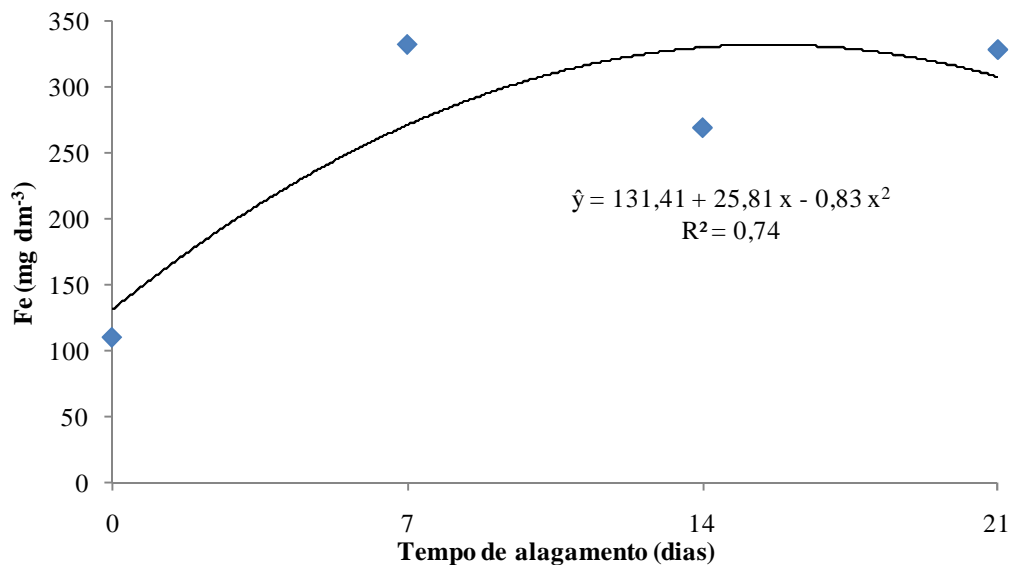


Figura 15 - Efeito do tempo de alagamento no teor de ferro do capim-marandu, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Não foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) de interação entre tempo de alagamento e dose de nitrogênio neste trabalho.

4.2. Capim-piatã

Na Tabela 2 estão representados os valores P das características avaliadas do capim-piatã (características estruturais, morfogênicas e composição bromatológica), consideradas as doses de N utilizadas e o tempo de alagamento a que foram submetidas. Utilizou-se o nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

As médias observadas nesta gramínea, que geraram as Figuras 16 a 22, estão apresentadas na Tabela 5 (Anexo 2).

Tabela 2 - Valor P para efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais e morfológicas e composição bromatológica do capim-piatã, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu

Característica	Doses de N		Tempo de alagamento	
	Efeito linear	Efeito quadrático	Efeito linear	Efeito quadrático
Características estruturais				
Número Total de Folhas	0,928	0,399	0,020	0,832
Número de Folhas Verdes	0,917	0,394	0,012	0,235
Comprimento da Lâmina Foliar	0,293	0,381	0,179	0,261
Características morfológicas				
Taxa de Alongamento de Colmo	0,546	0,692	0,002	0,062
Taxa de Alongamento de Folhas	0,227	0,253	0,002	0,044
Taxa de Aparecimento de Folhas	0,942	0,784	0,067	0,405
Filocrono	0,948	0,656	0,067	0,639
Duração de Vida das Folhas	0,965	0,422	0,900	0,887
Composição bromatológica¹				
Proteína Bruta (%)	0,856	0,667	0,460	0,273
Fibra em Detergente Neutro (%)	0,583	0,564	0,295	0,793
Fibra em Detergente Ácido (%)	0,699	0,418	0,662	0,822
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	0,527	0,425	0,635	0,477
Lignina (%)	0,223	0,109	0,027	0,092
Celulose (%)	0,657	0,571	0,954	0,973
Sílica (%)	0,621	0,763	0,844	0,310
Ferro (mg dm^{-3})	0,641	0,615	0,768	0,856
Cobre (mg dm^{-3})	0,036	0,092	0,031	0,025
Manganês (mg dm^{-3})	0,652	0,841	0,559	0,391

¹ Teores na matéria seca. Efeito significativo: $P < 0,05$.

4.2.1. Características estruturais e morfológicas

4.2.1.1. Efeito da dose de nitrogênio

Não foi observado efeito significativo de doses de nitrogênio nas características estruturais e morfológicas do capim-piatã ($P < 0,05$).

Por si, essa informação contraria resultados observados com gramíneas por diversos autores (NABINGER; MEDEIROS, 1995; SILVEIRA;

MONTEIRO, 2007). Trabalhando com diversas gramíneas e diferentes doses de nitrogênio, esses autores registraram influência nas características estruturais e morfogênicas diretamente relacionadas ao incremento da dose de nitrogênio. Nesse contexto, infere-se que o solo de ocorrência da síndrome, utilizado para o cultivo nos vasos deste trabalho, tenha impedido a expressão do vigor das plantas recebendo adubação nitrogenada.

4.2.1.2. Efeito do tempo de alagamento

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) do tempo de alagamento no número de folhas totais (NFT), número de folhas verdes (NFV), taxa de alongamento de colmos (TAIC) e taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-piatã, como demonstrado nas Figuras 16 a 19.

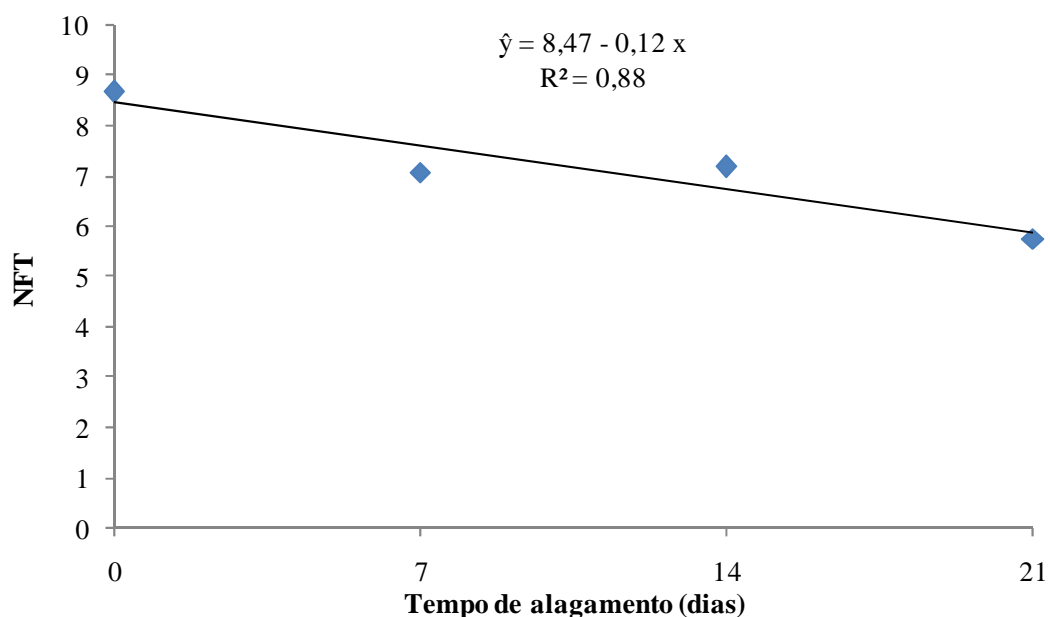


Figura 16 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas totais (NFT) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

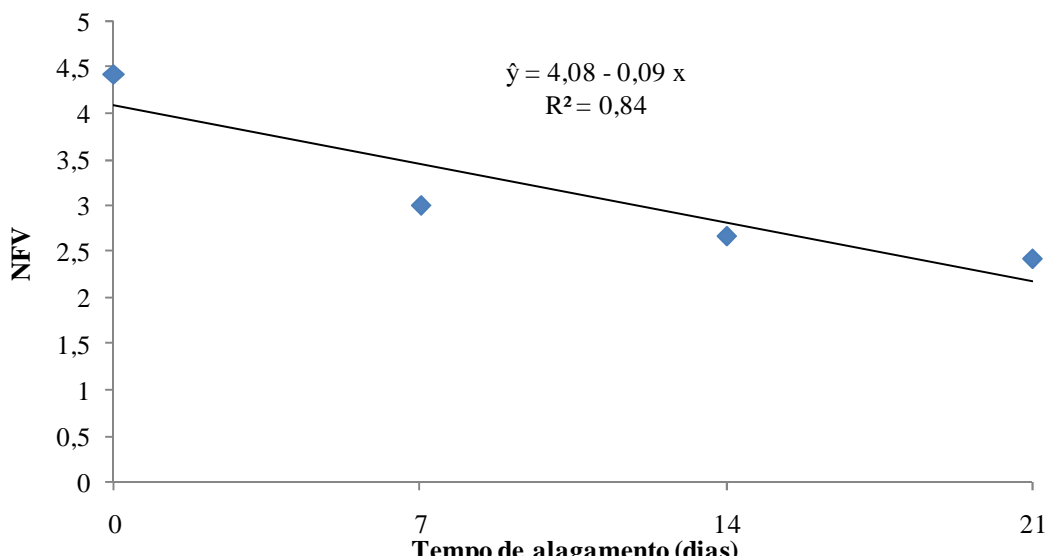


Figura 17 - Efeito do tempo de alagamento no número de folhas verdes (NFV) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Considerando que o NFT e NFV são características determinadas geneticamente com plasticidade fenotípica (CARNEVALLI; DA SILVA, 1999), infere-se que o capim-piatã não apresentou tolerância ao alagamento. Isso porque essa gramínea não manteve sua expressão genética quando submetido a alagamento, apresentando redução no NFV desde o primeiro tratamento de alagamento. Silveira et al. (2010), avaliando gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em crescimento livre, registraram NFV média para o capim-piatã de 5,8 folhas. Os valores observados neste trabalho variaram de 2,42 a 4,42 folhas, nos tratamentos de 21 dias de alagamento e sem alagamento, respectivamente.

Entre as características morfogênicas estudadas, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) de tempo de alagamento sobre a taxa de alongamento de folhas (TAIF) e taxa de alongamento de colmos (TAIC). Ambos os efeitos foram quadráticos, com redução nos índices com o aumento do tempo de alagamento, como apresentado nas Figuras 18 e 19.

Os valores de TAIF observados variaram de 2,46 cm perfilho⁻¹ folha⁻¹ (28 dias de alagamento) a 6,26 cm perfilho⁻¹ folha⁻¹ (sem alagamento), conforme apresentado na Tabela 4 (Anexo 2). Em crescimento livre, Silveira et al. (2010) registraram TAIF de 3,03 cm perfilho⁻¹ folha⁻¹. Isso leva a inferir que o capim-piatã teve acionado algum mecanismo de sobrevivência,

através do aumento do IAF, nas condições adversas presentes no solo de ocorrência da síndrome. Quando submetida a períodos de alagamento, condição essa não recomendada para essa gramínea, não foi capaz de manter esse mecanismo, perdendo o vigor.

Essa afirmação é reforçada com a observação do registro da TAIC deste trabalho (Tabela 4 – Anexo 2), demonstrada na Figura 19. O valor máximo de TAIC registrado foi de 1,19 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, no tratamento sem alagamento, e de 0,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, no tratamento tempo de alagamento de 21 dias. Esses valores foram inferiores ao publicados por Silveira et al. (2010), que, no capim-piatã em crescimento livre, registraram TAIC média de 1,39 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹.

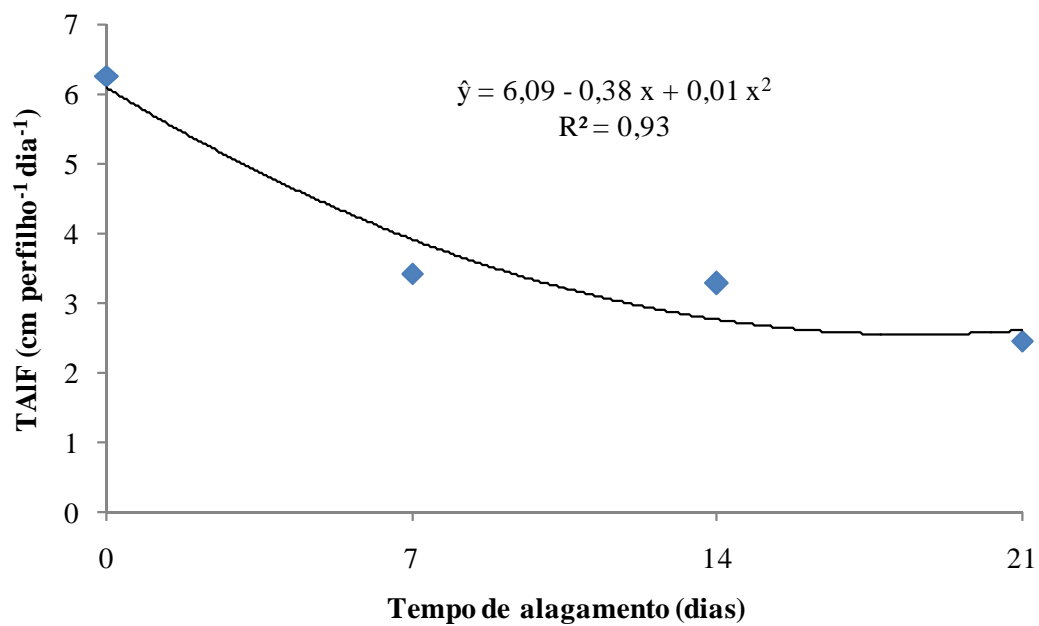


Figura 18 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

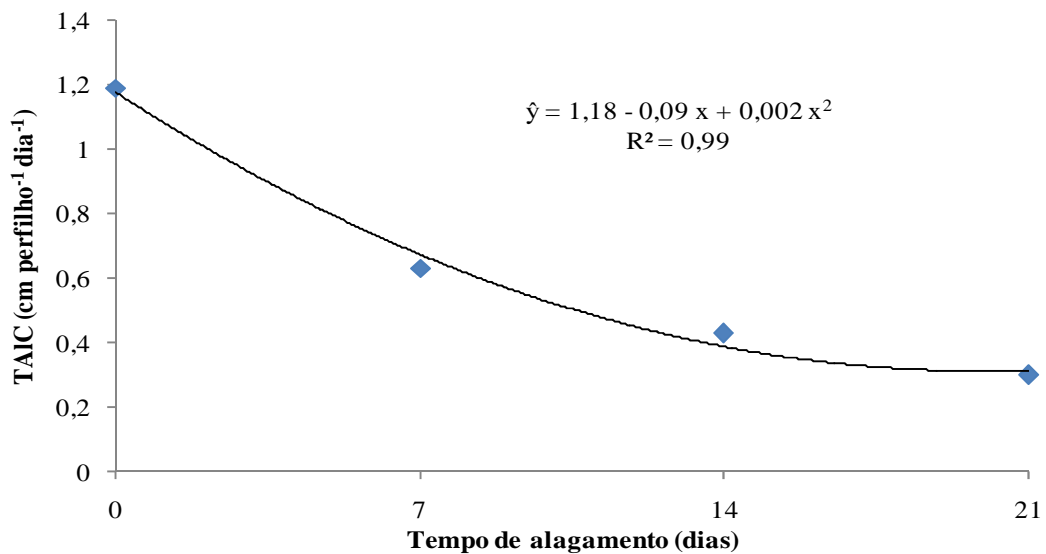


Figura 19 - Efeito do tempo de alagamento na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

4.2.2. Composição bromatológica

4.2.2.1. Efeito da dose de nitrogênio

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) de doses de nitrogênio apenas no teor de cobre do capim-piatã, como apresentado na Figura 20. Foi demonstrado aumento na concentração de cobre com o aumento da dose de N fornecida. Quando analisados os resultados observados (Tabela 4 – Anexo 2), verifica-se que esse aumento real ocorreu apenas em resposta à dose equivalente a 100 kg ha^{-1} de N (de $8,89$ para $11,8 \text{ mg dm}^{-3}$, nas doses zero e 100, respectivamente), comportamento esperado nas plantas.

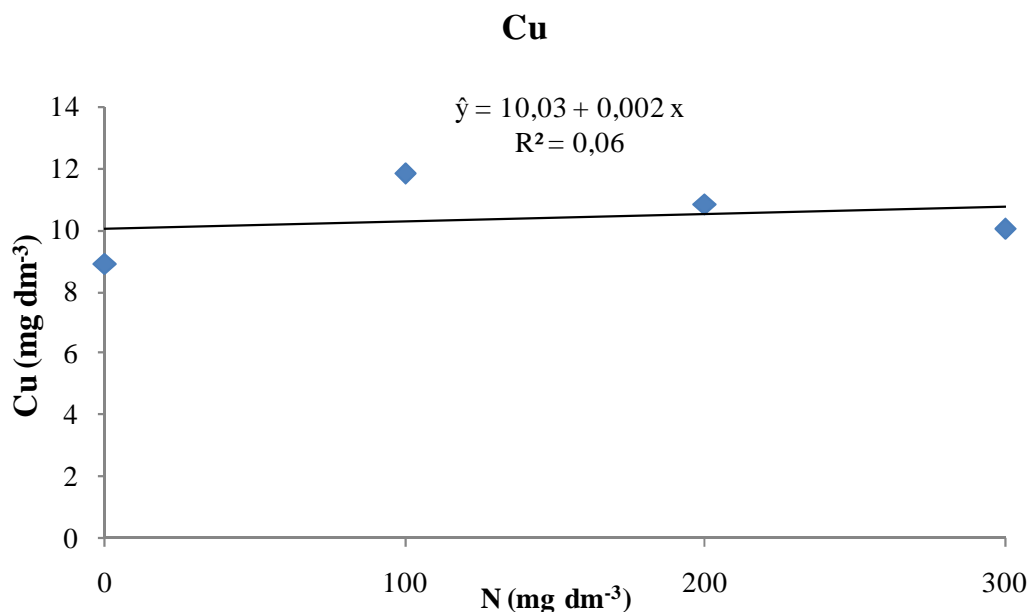


Figura 20 - Efeito das doses de nitrogênio (mg dm^{-3}) no teor de Cu (mg dm^{-3}) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Níveis de Cu variaram de 2,1 a 3,0 mg dm^{-3} em forrageiras na subregião do Paiaguás, Pantanal Mato-Grossense, como relatado por Brum et al. (1980). Wunsch et al. (2005), estudando pastagens nativas do Rio Grande do Sul, observaram teores de Cu variando entre 1 e 78 ppm (equivalente a mg dm^{-3}). Outros trabalhos observaram, também com forrageiras nativas no Rio Grande do Sul, teores de Cu que variaram entre 4 e 15 ppm de cobre nas pastagens (GAVILLON; QUADROS, 1976; CAVALHEIRO; TRINDADE, 1992; SENGER et al., 1997). Prada et al. (1998) registraram teores de Cu de 2,22 a 7,14 mg dm^{-3} , em forrageiras do Estado de Mato Grosso do Sul, teor considerado dentro da faixa de normalidade (PRADA et al., 1998). Tebaldi et al. (2000) relataram que os teores de Cu nas forrageiras foram influenciados por local, época do ano e interação entre esses dois fatores.

4.2.2.2. Efeito do tempo de alagamento

Para o tempo de alagamento, observou-se efeito significativo nos teores de lignina e cobre ($P < 0,05$). Esses efeitos estão demonstrados nas Figuras 21 e 22, respectivamente.

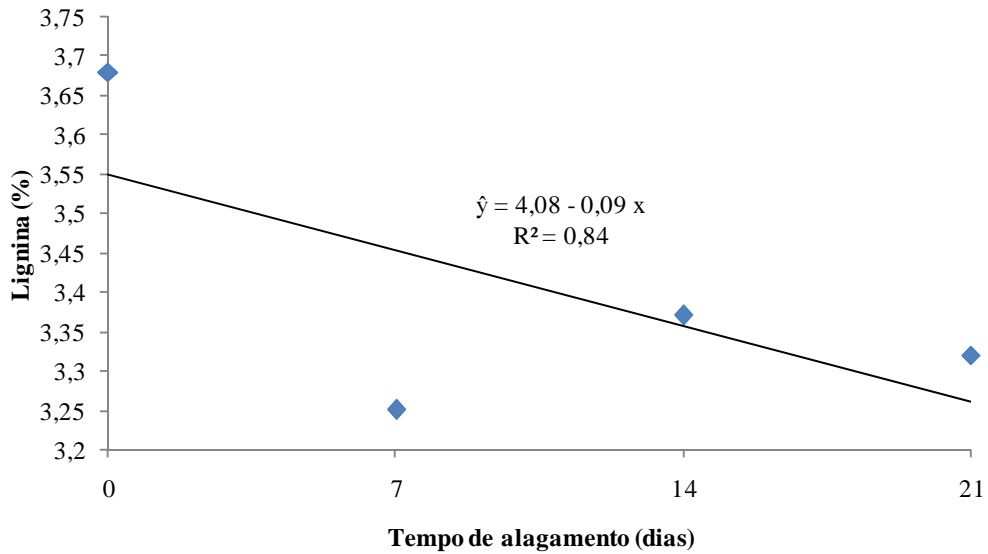


Figura 21 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de lignina (%) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Alguns autores relataram a importância da lignina para as plantas, promovendo a elas resistências física e mecânica e proteção contra o ataque de microrganismos (FENGEL; WEGENER, 1984), por tornarem a parede hidrofóbica e impermeável (JUNG; ALLEN, 1995). Conclui-se que, com a redução no teor de lignina com o aumento do tempo de alagamento, o capim-piatã não seja tolerante ao alagamento, uma vez que sua forma de resistência primária (resistência física) a essa condição não seja possibilitada.

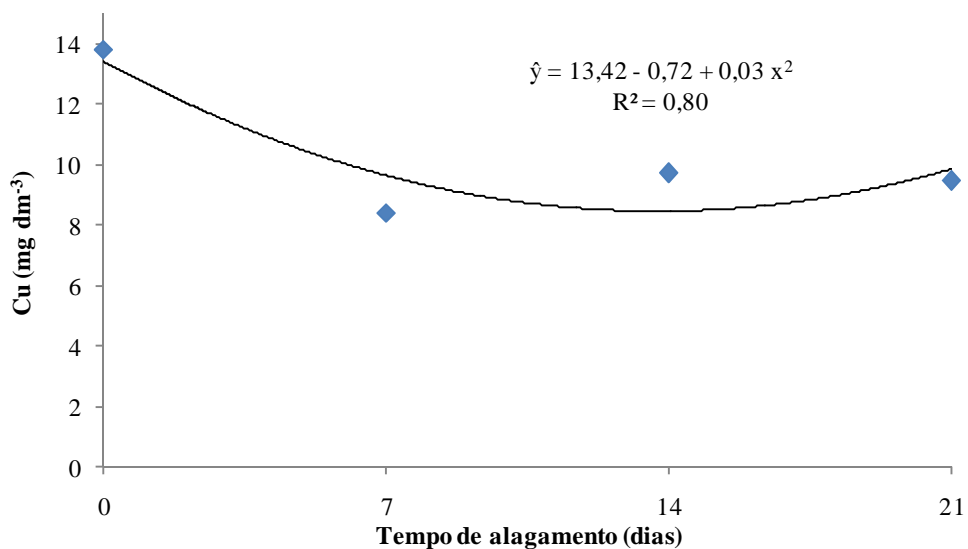


Figura 22 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de Cu (mg dm⁻³) do capim-piatã, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

A redução do Cu em resposta ao alagamento pode ser explicado por Taiz e Zeiger (2004), que indicaram que a ligação de alta afinidade do etileno ao seu receptor necessita de cobre como cofator. Esses autores relataram que algumas espécies vegetais que vivem sob alagamento utilizam o metabolismo do etileno para alongar tecidos como talos e pecíolos e sobreviver nessa condição ambiental, utilizando, indiretamente, o Cu existente na planta.

4.3. Capim-xaraés

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para TAIC, TAIF, filocrono e teores de lignina e de sílica (Tabela 3).

As médias observadas nessa gramínea, as quais geraram as Figuras 23 a 29, estão apresentadas na Tabela 6 (Anexo 3).

Tabela 3 - Valor P para efeito da dose de N (mg dm^{-3}) e do tempo de alagamento (dias) nas características estruturais e morfológicas e composição bromatológica do capim-xaraés, em solo com ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu

Característica	Doses de N		Tempo de alagamento	
	Efeito linear	Efeito quadrático	Efeito linear	Efeito quadrático
Características estruturais				
Número Total de Folhas	0,989	0,873	0,119	0,396
Número de Folhas Verdes	0,454	0,555	0,275	0,411
Comprimento da Lâmina Foliar	0,124	0,072	0,096	0,449
Características morfológicas				
Taxa de Alongamento de Colmo	0,027	0,036	0,009	0,112
Taxa de Alongamento de Folhas	0,005	0,033	<0,001	<0,001
Taxa de Aparecimento de Folhas	0,496	0,475	0,616	0,428
Filocrono	0,153	0,159	0,027	0,059
Duração de Vida das Folhas	0,321	0,410	0,326	0,390

Continua...

Tabela 3 - Cont.

Característica	Doses de N		Tempo de alagamento	
	Efeito linear	Efeito quadrático	Efeito linear	Efeito quadrático
Composição bromatológica¹				
Proteína Bruta (%)	0,095	0,476	0,761	0,496
Fibra em Detergente Neutro (%)	0,116	0,187	0,193	0,685
Fibra em Detergente Ácido (%)	0,175	0,551	0,773	0,491
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	0,087	0,159	0,848	0,728
Lignina (%)	0,640	0,855	0,005	0,004
Celulose (%)	0,195	0,516	0,739	0,978
Sílica (%)	0,885	0,635	0,149	0,040
Ferro (mg dm ⁻³)	0,130	0,212	0,792	0,979
Cobre (mg dm ⁻³)	0,769	0,257	0,524	0,212
Manganês (mg dm ⁻³)	0,629	0,380	0,729	0,333

¹ Teores na matéria seca. Efeito significativo: P < 0,05.

4.3.1. Características estruturais e morfológicas

4.3.1.1. Efeito da dose de nitrogênio

Observou-se efeito significativo (P<0,05) da dose de nitrogênio na TAIC e TAIF, como apresentado nas Figuras 23 e 24.

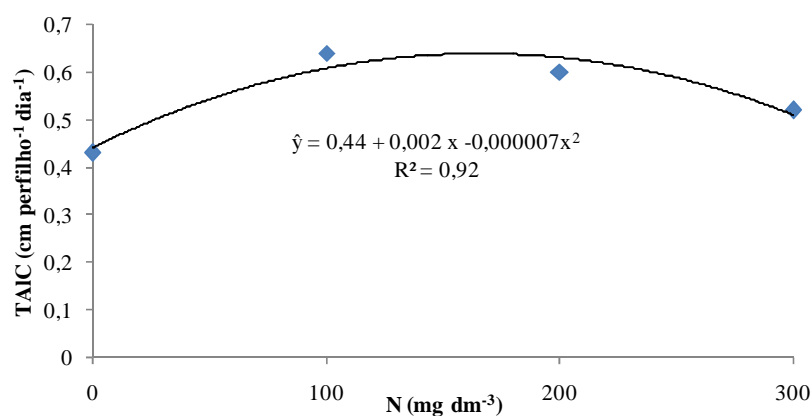


Figura 23 - Efeito da dose de N (mg dm⁻³) na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

A importância da TAIC para gramíneas tropicais já foi relatada (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Vários autores relataram aumento no rendimento forrageiro em razão da adubação, que promoveu a melhoria da eficiência fotossintética das folhas, do intenso perfilhamento e do alongamento do colmo, associando esse alongamento de colmo à redução da qualidade nutricional das forrageiras (GOMIDE, 1997; CABRAL et al., 2012). Martuscello et al. (2005), trabalhando com capim-xaraés, entretanto, não observaram alteração na qualidade da forrageira com esse alongamento de colmo aumentado, pois a produção de lâmina foliar também apresentou comportamento linear positivo em resposta à adubação nitrogenada.

Observou-se, neste trabalho, que as respostas do capim-xaraés às doses de nitrogênio em solo de ocorrência da síndrome representadas pela TAIC e TAIF (Figuras 23 e 24) foram semelhantes. O incremento nessas taxas ocorreu com a dose de 100 mg dm³ de N, com ponto de inflexão máxima próximo da dose de 200 mg dm³ de N, após o que começaram a decrescer. Confirma-se, assim, o vigor dessa gramínea, cujo comportamento de resposta à adubação nitrogenada se mantém, até certo ponto, no solo onde ocorreram a síndrome de murchamento e a morte do capim-marandu. A resposta à dose de 300 mg dm³ de N, entretanto, não era esperada. Alhadas et al. (2013) observaram pico máximo de produção do capim-xaraés projetado para a dose de 420 mg dm³ de N. Assim, infere-se que o capim-xaraés, apesar de seu vigor, não é uma opção à substituição do capim-marandu em áreas onde tenha ocorrido sua morte pela síndrome.

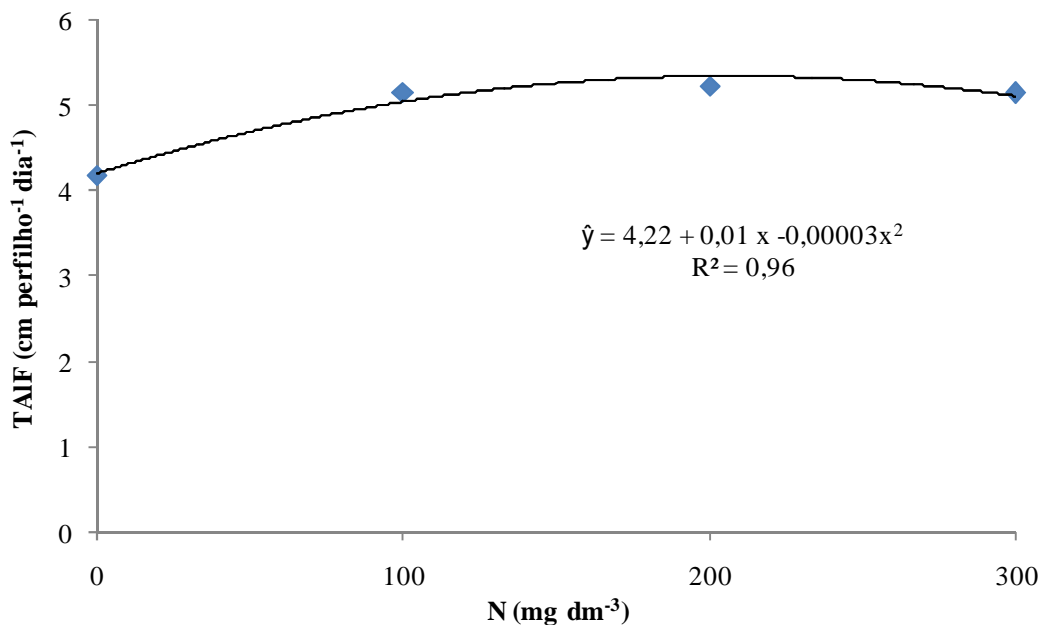


Figura 24 - Efeito da dose de N (mg dm⁻³) na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

4.3.1.2. Efeito do tempo de alagamento

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) de tempo de alagamento para as características de TAIC, TAIF e filocrono, no capim-xaraés cultivado em solo de ocorrência da síndrome do murchamento e morte do capim-marandu. Esses efeitos estão representados nas Figuras 25 a 27. Nas TAIC e TAIF, observaram-se reduções nas taxas à medida que o tempo de alagamento aumentou. Isso demonstrou que o capim-xaraés não foi tolerante ao alagamento.

O pequeno, mas significativo ($P < 0,05$), incremento na TAIF observado do 14º para o 21º dia, que caracterizou a curva quadrática, corroborou, entretanto, as informações apresentadas por Dias-Filho (2005) e Dias-Filho (2006) de que o capim-xaraés foi mais tolerante aos agentes patogênicos oriundos de solos de ocorrência da síndrome e mostrou-se mais tolerante que o capim-marandu, persistindo por mais tempo que este. Além disso, Reis et al. (2009), trabalhando com capim-xaraés submetido a dois períodos de descanso na Amazônia Legal (Rolim de Moura-RO), encontraram valores

de TAIF variando de 3,2 a 7,2 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, como ocorreu neste trabalho, cuja TAIF variou entre 3,5 e 7,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹.

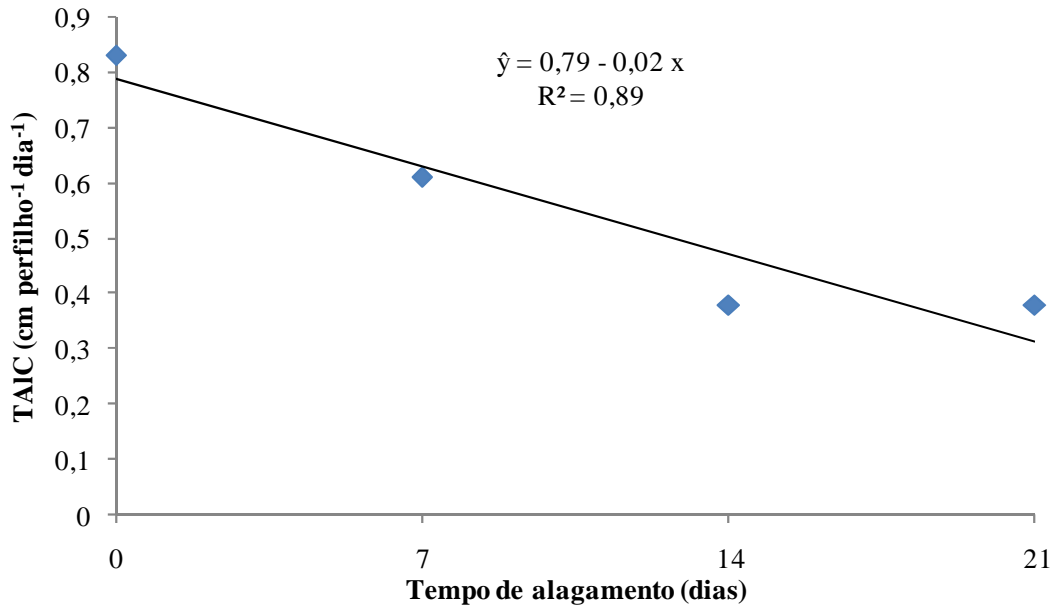


Figura 25 - Efeito do tempo de alagamento (dias) na taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

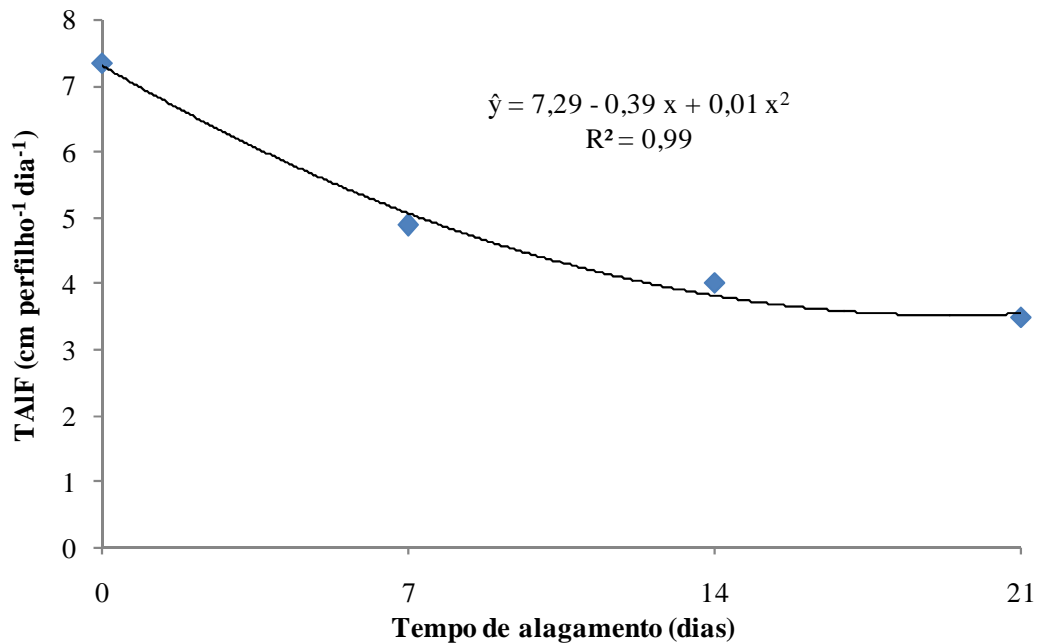


Figura 26 - Efeito do tempo de alagamento (dias) na taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

No filocrono, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) do tempo de alagamento no capim-xaraés cultivado em solo de ocorrência da síndrome, demonstrado pela resposta linear apresentada na Figura 27. Esse efeito foi sutil, com variação de 8,9 a 15,8 dias folha⁻¹, do tempo zero (sem alagamento) para o tempo de 21 dias de alagamento, respectivamente. Para essa característica, Reis et al. (2009) observaram, no capim-xaraés submetido a diferentes períodos de descanso e ciclos de desfolhação, variações da ordem de 10,18 a 25,91 dias folha⁻¹. Comparando esses dois trabalhos, pode-se inferir que agentes presentes no solo de ocorrência da síndrome tenham sido os responsáveis pela redução dessa característica.

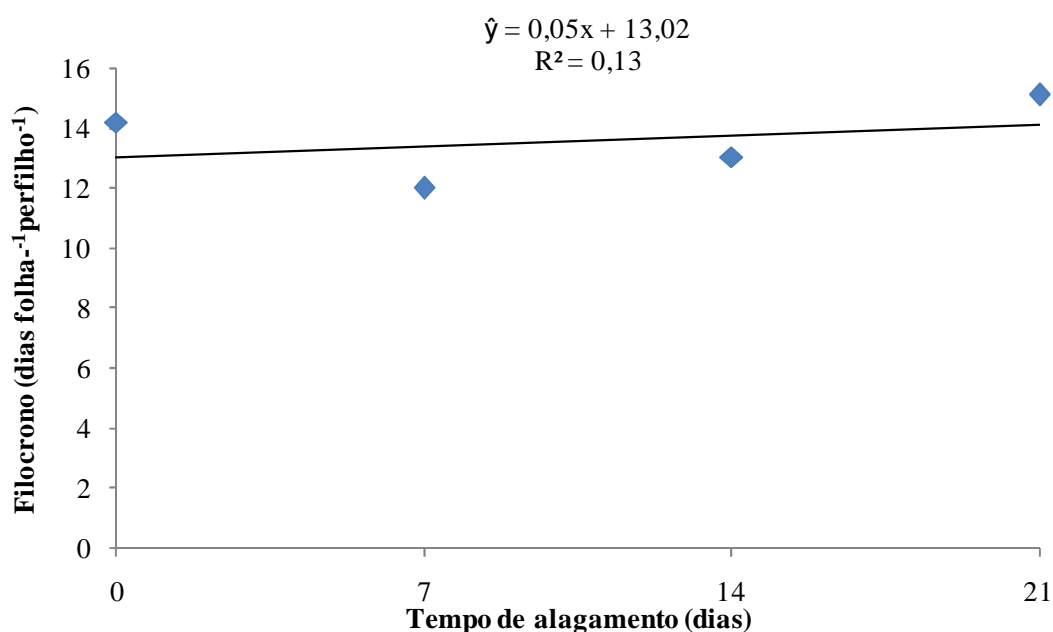


Figura 27 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no filocrono do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

4.3.2. Composição bromatológica

4.3.2.1. Efeito da dose de nitrogênio

Não foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) da dose de nitrogênio nas características bromatológicas do capim-xaraés em solo de ocorrência da síndrome do murchamento e morte do capim-marandu.

4.3.2.2. Efeito do tempo de alagamento

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) do tempo de alagamento nos teores de sílica e lignina no capim-xaraés em solo de ocorrência da síndrome do murchamento e morte do capim-marandu, como apresentado na Tabela 5. Os teores (% na MS) observados nos tempos de alagamento (Tabela 6 – Anexo 3) estão apresentados nas Figuras 28 e 29.

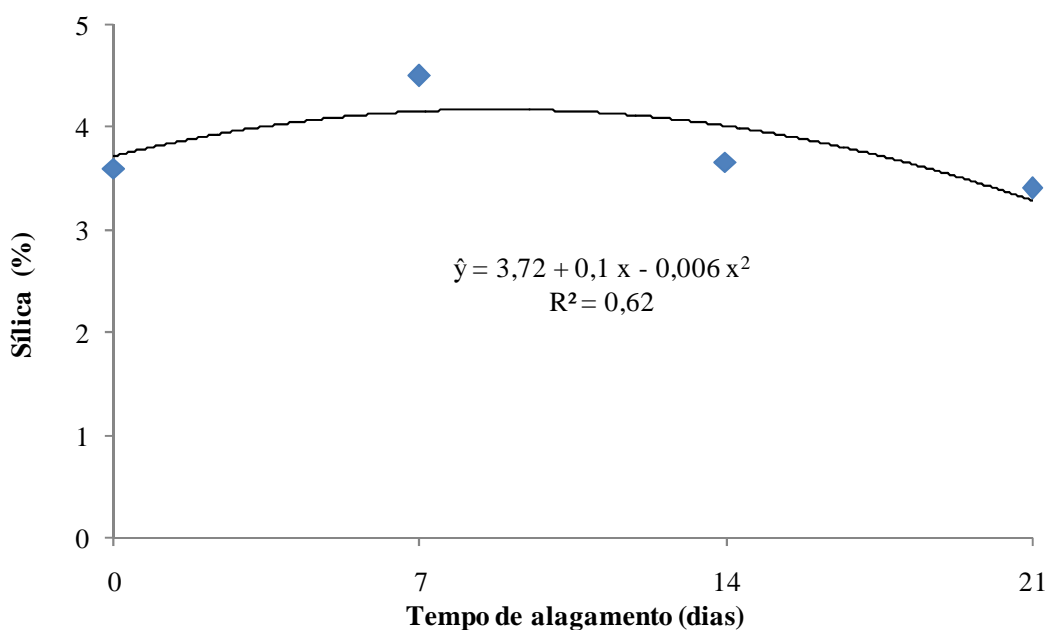


Figura 28 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de sílica (%) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Neste trabalho, os teores de sílica observados variaram de 4,61 a 3,4% da MS, nos tempos de sete e 21 dias de alagamento, respectivamente. Lempp et al. (1998) afirmaram que a sílica atua como barreira física para a colonização microbiana da lâmina foliar.

Infere-se, avaliando essa resposta quadrática, que, apesar de sua melhor tolerância às condições da síndrome, em comparação com os capins-marandu e piatã, o capim-xaraés não seja a melhor opção para substituição do capim-marandu em áreas de ocorrência da síndrome, dada a demonstração de que os fatores relacionados podem alterar seu vigor, através da redução do teor de sílica com o aumento do tempo de alagamento.

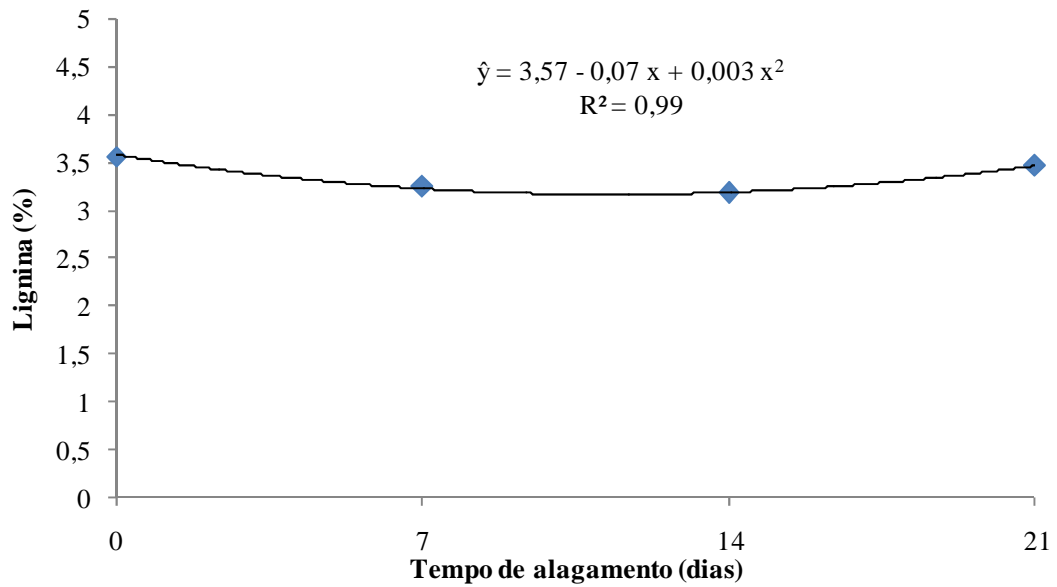


Figura 29 - Efeito do tempo de alagamento (dias) no teor de lignina (%) do capim-xaraés, em amostra de solo de ocorrência da síndrome.

Valle et al. (2004) apresentaram teores de 2,6 e 4,0% da MS de lignina e sílica, respectivamente, nas folhas de capim-xaraés na estação seca. Azevedo (2011), trabalhando com tempos de emurchecimento do capim-xaraés, relatou teor médio de 4,9% de lignina na MS.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares de *Brachiaria brizantha* estudadas apresentaram respostas inferiores àquelas observadas na literatura. Isso demonstrou que a persistência dessas cultivares foi comprometida quando as plantas estiveram sob períodos de alagamento, o que interfere na sustentabilidade do sistema produtivo a que estejam inseridas. Assim, apesar de suas qualidades desejáveis, as cultivares Xaraés e Piatã de *Brachiaria brizantha* não devem ser indicadas para substituição do capim-marandu em regiões sujeitas a problemas de má drenagem do solo e encharcamento temporário.

Sugere-se a realização de estudos mais detalhados sobre os teores de micronutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha*, de forma a poder entender melhor as relações que possam ocorrer, tanto em condições adequadas ao seu desenvolvimento quanto em ambientes inadequados. Além disso, o estudo de outras espécies de forrageiras em solo com ocorrência da síndrome deve ser igualmente conduzido, de forma a poder estabelecer estratégias de manejo realmente sustentáveis nas regiões onde o problema se destaca.

Estudos devem ser conduzidos comparando solo sem ocorrência da síndrome do murchamento e morte do capim-marandu com aquele em que tenha ocorrido o problema, de forma a poder isolar os efeitos dessa síndrome.

6. REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALHADAS, H. M.; QUEIROZ, D. S.; RESENDE, S. D. Resposta do capim-xaraés à adubação nitrogenada durante o período seco. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 10., 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2013.

ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L. **Capim-xaraés**: cultivar de gramínea forrageira recomendada para pastagens no Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2008. 34 p. (Documentos, 112).

AZEVEDO, A. C. C. G. **Composição bromatológica de silagem de capim-xaraés e piatã emurhecida e acrescida de aditivos**. 2011. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2011.

BARBOSA, R. A. Mortalidade de plantas forrageiras em pastagens nas Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil – Introdução ao problema. In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p. 15-22.

BENNETT, C. G. S.; JONES, J. W.; ZUR, B. et al. Interactive effects of nitrogen and water stresses on water relations of field-grown corn leaves. **Agron. Journal**, n. 78, p. 273-280, 1986.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília: MAPA/SDC, 2008. 72 p.

BRUM, P. A. R.; SOUZA, J. C.; ALMEIDA, I. L. et al. **Níveis de manganês, zinco e cobre nas forrageiras e no fígado de bovinos na subregião dos Paiaгуás, Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Corumbá, MT: Embrapa – CPAP, 1980. 6 p. (Comunicado Técnico).

CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, A. et al. Características estruturais e agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012.

CAETANO, L. P. S. **Tolerância de seis acessos de *Brachiaria* spp. ao alagamento**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

CAETANO, L. P. S.; DIAS-FILHO, M. B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. **Revista Bras. Zootec.**, v. 37, n. 5, p. 795-801, 2008.

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSMG, 1999. p. 332-341.

CANTARUTTI, R. B.; FONSECA, D. M. et al. Adubação de pastagens – Uma análise crítica. In: OBEID, J. A. et al. (Ed.). **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 2002, Viçosa. Anais...** Viçosa, MG: UFV/Departamento de Zootecnia, 2002. p. 43-84.

CARNEVALLI, R. A.; DA SILVA, S. C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de

Cynodon dactylon cv. Coastcross-1. **Sci. Agric.**, v. 56, n. 2 [citado 2009-11-30], p. 489-499, 1999. [online]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000200032&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0103-9016. doi: 10.1590/S0103-90161999000200032.

CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1992. 142 p.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: PEREIRA, O. G. et al. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV; DZO, 2004. p. 347-386.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DIAS, D. C. F. S.; TOLEDO, F. F. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria brizantha*, Stapf. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)**, v. 50, n. 1, p. 68-76, fev./maio 1993.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Opções forrageiras para áreas sujeitas ao encharcamento ou alagamento temporário**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 34 p.

DIAS-FILHO, M. B. Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p. 15-22.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. et al. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich)

Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciênc. Agrotec.** [online], v. 33, n. 6 [cited 2013-08-27], p. 1578-1585, 2009. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000600017&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000600017>.

DIAS-FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; DA SILVA, S. C.; FARIA, V. P. de (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – TEORIA E PRÁTICA DA PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2005. p. 71-93.

DIAS-FILHO, M. B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 439-447, 2002.

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. Pastagens no ecossistema trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas viáveis visando à sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ: Universidade Federal de Goiás, 2005. p. 95-104.

DIAS-FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. R. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1.959-66, 2000.

DUARTE, M. L.; SANHUEZA, R. M. V.; VERZIGNASSI, J. R. Aspectos fitopatológicos da morte do capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*). In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p. 103-114.

EMBRAPA. **Embrapa Gado de Corte comemora 30 anos e apresenta um novo capim.** 2007. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15052007_piata.htm>. Acesso em: 30 jan. 2008.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Capim-marandu**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/capimmarandu.html>>.

Acesso em: 20 jun. 2009.

EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d. **Piatã**: cultivar de *Brachiaria brizantha*.

Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/piata.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

EMBRAPA GADO DE CORTE, s.d. **Xaraés**: cultivar de *Brachiaria brizantha*.

Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/xaraes.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 98-106, jan. 2009.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions**. New York: Waster & Grugter, 1984. 613 p.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; FARIA, D. J. G. Adubação de gramíneas do gênero *Brachiaria*: mitos e realidades. In: PEREIRA, O. G. et al. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV/DZO, 2006. p. 153-182.

GAVILLON, O.; QUADROS, A. T. F. O cobre, o molibdênio e o sulfato inorgânico em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico IPZFO**, v. 3, p. 423-453, 1976.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 1999. p. 179-200.

GONÇALVES, A. C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

GUIMARÃES JUNIOR, R.; FERNANDES, F. D. et al. Concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Parlamundi, 2008.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2.774-2.790, 1995.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, DVT, DZO, EJZ, 1999. p. 201-234.

LAVRES, JR., J.; FERRAGINE, M. D. C. et al. Yield components and morphogenesis of Aruana grass in response to nitrogen supply. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v. 61, n. 6, p. 632-639, Nov./Dec. 2004.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. [S.l.]: Cab International, 1996. p. 3-36.

LEMPP, B.; EZEQUIEL, J. M. B.; SANTOS, J. M. et al. Influência das células epidérmicas na fragilidade de lâminas de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v. 2, p. 209-211.

LUPATINI, G. C.; COSTA, C. et al. Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha*: Marandu, Xaraés e Piatã. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: SBZ, 2009. CD-ROM.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA – A produção animal e o foco

no agronegócio, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ: Universidade Federal de Goiás, 2005. p. 56-84.

MACEDO, M. C. M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p. 15-22.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. et al. Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim-braquiária adubado com nitrogênio e fósforo. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 893-907. Out./Dez. 2011.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequência de desfolhação. **R. Bras. Zootec.**, v. 35, n. 6, p. 2.243-2.252, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 5, p. 1.475-1.482, 2005.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 3, p. 765-773, 2005.

MEIRELLES, P. R. L.; MOCHIUTTI, S. Formação de pastagens com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) nos Cerrados do Amapá. **Recomendações técnicas**, RT/07, Embrapa Amapá, p. 1-3, Nov. 1999.

MELO, Suzana Pereira de et al. Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba,

v. 60, n. 4, Dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162003000400022&lng=pt&nrm=iso>.

Acesso em: 15 Nov. 2009. doi: 10.1590/S0103-90162003000400022.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1995. p. 59-128.

PAIVA, L. M.; FONSECA, D. M. et al. Capim-marandu sob alagamento em amostras de solos com ocorrência de morte da forrageira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: SBZ, 2008. CD-ROM.

PAIVA, L. M.; FONSECA, D. M. et al. Composição bromatológica do capim-marandu submetido a alagamento em amostras de solo com ocorrência da morte da forrageira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: SBZ, 2009. CD-ROM.

POZZA, A. A. A.; ALVES, E. et al. Efeito do Silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatol. bras.**, v. 29, n. 2, p. 185-188, Mar./Abr. 2004.

PRADA, F.; MENDONÇA JR., C. X.; CARCIOFI, A. C. Concentração de cobre e molibdênio em algumas plantas forrageiras do estado de Mato Grosso do Sul. **Braz. J. Vet. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 275-278, 1998.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; OLIVEIRA, R. F. Crescimento de folhas do capim-bermuda tifton 85 submetido à adubação nitrogenada após o corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 40, n. 3, p. 518-526, 2011.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. et al. Nutrientes da fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 562-568, maio./jun. 2006.

REIS, R. H. P.; ALEXANDRINO, E.; JAKELAITIS, A. et al. Características morfogênicas do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetido a dois períodos de descanso estabelecido na Amazônia Legal. In: ZOOTEC 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: ABZ, 2009. CD-ROM.

SANTANA, S. S.; MOREIRA, C. D. G. et al. Características estruturais e produção de capim-piatã submetido a doses de nitrogênio e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: SBZ, 2009. CD-ROM.

SANTOS, G. Z.; RODRIGUES, C. R. et al. Crescimento de cultivares de braquiarião cultivadas em solução nutritiva com silício. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO – Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: SBCS, 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/cbcs/trabalhos/trabalhos/trab_5118-452.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2009.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, V. B. et al. Características morfogênicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 221-226, 2009.

SANTOS JUNIOR, J. D.; MONTEIRO, F. A.; LAVRES JUNIOR, J. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 6, p. 1.985-1.991, 2004 (Supl. 2).

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user's guide:** statistics. Version 6. 4th ed. Cary, 1993. 2 v.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 731-754.

SENGER, C. G. D. et al. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. II. Sódio, enxofre, zinco, cobre, ferro e manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 101-108, 1997.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 83-86.

SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Morfogênese e produção de biomassa do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 2, p. 335-345, 2007.

SILVEIRA, Márcia Cristina Teixeira da et al. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba, v. 67, n. 2, abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162010000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 1º Jul. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000200002>.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 216-245.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Trad. por Eliane Romanato Santarém ... [et al.]. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

TEBALDI, F. L. H.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M. et al. Composição mineral das pastagens das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. 2. Manganês, ferro, zinco, cobre, cobalto, molibdênio e chumbo. **Rev. bras. zootec.**, v. 29, n. 2, p. 616-629, 2000.

TEIXEIRA NETO, J. F. T.; SIMÃO NETO, M.; COUTO, W. S. et al. **Prováveis causas da morte do capim-braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Oriental**: relatório técnico. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental – Documentos, 36).

VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 28 p. (Embrapa Acre – Boletim de Pesquisa, 29).

VALLE, C. B. Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: EVANGELISTA, A. R.; REIS, S. T.; GOMIDE, E. M. (Ed.). CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA – Sustentabilidade. **Anais...** Lavras, MG: Editora UFLA, 2003.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B. et al. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p. (Documentos, Embrapa Gado de Corte, 149).

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. p. 30-77.

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

VERZIGNASSI, J. R.; FERNANDES, C. D. **Doenças em forrageiras**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 2 p. (Embrapa Gado de Corte, Gado de Corte Divulga, 50). 2001. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD50.html>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T. et al. Forrageiras. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Campinas, SP: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p. 261-276.

WUNSCH, C.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R. et al. Microminerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos campos de cima da serra,

RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 903-908, Jul./Ago. 2005.

ZÚÑIGA, P. C.; GONZÁLEZ, Q. R.; BUSTAMANTE, E.; ARGEL, P. Influencia de La humedad Del suelo sobre La susceptibilidad de *Brachiaria* a hongos patógenos. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 49, p. 51-57, 1998.

APÉNDICE

Tabela 1A - Médias das características estruturais e morfogênicas e composição bromatológica do capim-marandu, recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte pela síndrome

Características*	Dose de N (kg ha ⁻¹)				Tempo de alagamento (dias)				CV (%)	
	0	100	200	300	0	7	14	21		
<i>Características estruturais</i>										
NTF	6,42	7,67	7,08	7,75	9,50	6,25	6,67	6,50	20,8	
NFV	2,00	2,92	2,42	2,75	4,50	1,83	2,17	1,58	48,8	
DVF	24,0	26,8	26,0	29,2	29,9	29,2	24,4	22,8	43,8	
CLF	38,9	47,9	40,2	39,9	52,6	30,5	35,3	35,8	25,9	
<i>Características morfogênicas</i>										
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,53	0,59	0,58	0,67	1,20	0,34	0,44	0,38	46,7	
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	3,47	4,93	4,58	4,27	7,97	3,07	3,53	2,68	36,4	
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,05	0,09	0,09	0,08	0,13	0,05	0,09	0,06	61,3	
Filocrono (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)	14,0	9,97	9,99	11,6	6,73	14,2	13,3	12,7	35,3	
<i>Composição bromatológica</i>										
PB (%MS)	10,6	13,0	12,9	13,3	14,1	12,2	10,9	12,7	29,8	
FDN (%MS)	72,0	69,3	70,2	69,1	67,2	71,8	71,8	69,8	4,11	
FDA (%MS)	37,0	35,9	36,8	35,3	35,5	36,1	36,7	36,8	9,72	
DIV (%MS)	61,1	61,2	59,4	63,4	65,4	61,2	69,0	59,4	14,5	
LIG (%MS)	3,22	3,27	3,54	3,48	3,50	3,48	3,38	3,11	9,98	
Cel (%MS)	26,1	25,1	25,3	25,2	25,6	25,8	25,7	24,6	7,18	
SIL (%MS)	3,76	3,63	4,00	3,60	3,23	3,25	3,88	4,70	31,1	
Fe (mg dm ⁻³)	253	217	317	249	111	332	269	328	56,8	
Cu (mg dm ⁻³)	9,15	10,7	12,9	12,2	11,2	12,7	9,92	10,6	35,3	
Mn (mg dm ⁻³)	65,3	77,4	104	113	98,7	92,1	87,0	74,8	52,8	

* NTF = número total de folhas; NFV = número de folhas vivas; DVF = duração de vida das folhas (dias); CLF = comprimento final de lâmina foliar (cm); TAIC = taxa de alongamento de colmo; TAIF = taxa de alongamento foliar; TApF = taxa de aparecimento de folhas; PB = teor de proteína bruta; FDN = teor de fibra em detergente neutro; FDA = teor de fibra em detergente ácido; DIV = digestibilidade *in vitro*; LIG = teor de lignina; Cel = teor de celulose; SIL = teor de sílica; Fe+ teor de ferro; Cu = teor de cobre; e Mn = teor de manganês.

Tabela 2A - Médias das características estruturais e morfológicas e composição bromatológica do capim-piatã, recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte do capim-marandu pela síndrome

Características*	Dose de N (kg ha ⁻¹)				Tempo de alagamento (dias)				CV (%)	
	0	100	200	300	0	7	14	21		
<i>Características estruturais</i>										
NTF	6,67	7,58	7,08	7,33	8,67	7,08	7,17	5,75	18,9	
NFV	3,00	3,58	3,08	2,83	4,42	3,00	2,67	2,42	53,6	
DVF	34,0	32,9	28,8	20,0	28,8	30,8	26,6	28,4	55,6	
CLF	30,3	32,0	39,2	33,9	39,0	29,8	32,2	31,7	34,5	
<i>Características morfológicas</i>										
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,51	0,73	0,59	0,72	1,19	0,63	0,43	0,30	62,7	
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	3,22	4,17	4,11	3,93	6,26	3,43	3,28	2,46	43,3	
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,08	0,10	0,10	0,11	0,13	0,09	0,09	0,08	52,2	
Filocrono (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)	11,6	10,6	9,84	9,93	6,78	10,6	10,9	13,5	46,0	
<i>Composição bromatológica</i>										
PB (%MS)	13,1	13,3	13,2	14,5	13,5	14,6	13,7	12,2	30,3	
FDN (%MS)	70,7	70,4	71,8	70,4	69,0	69,6	72,3	72,4	4,59	
FDA (%MS)	35,8	36,2	36,5	35,2	36,3	34,9	36,7	35,8	10,0	
DIV (%MS)	63,5	62,1	62,3	62,3	63,0	64,6	63,0	61,6	11,7	
LIG (%MS)	3,32	3,48	3,51	3,31	3,68	3,25	3,37	3,32	11,3	
Cel (%MS)	25,5	25,6	26,1	25,5	25,8	25,1	26,2	25,6	8,31	
SIL (%MS)	3,80	3,94	3,62	3,56	4,11	3,70	4,09	3,00	30,5	
Fe (mg dm ⁻³)	161	202	203	201	142	159	227	256	65,6	
Cu (mg dm ⁻³)	8,89	11,8	10,8	10,0	13,8	8,41	9,73	9,46	35,1	
Mn (mg dm ⁻³)	74,3	90,6	96,9	108	93,4	79,0	118	74,5	55,2	

* NTF= número total de folhas; NFV = número de folhas vivas; DVF = duração de vida das folhas (dias); CLF = comprimento final de lâmina foliar (cm); TAIC = taxa de alongamento de colmo; TAIF = taxa de alongamento foliar; TApF = taxa de aparecimento de folhas; PB = teor de proteína bruta; FDN = teor de fibra em detergente neutro; FDA = teor de fibra em detergente ácido; DIV = digestibilidade *in vitro*; LIG = teor de lignina; Cel = teor de celulose; SIL= teor de sílica; Fe+ teor de ferro; Cu = teor de cobre; e Mn = teor de manganês.

Tabela 3A - Médias das características estruturais e morfológicas e composição bromatológica do capim-xaraés, recebendo doses de adubação nitrogenada e submetido a tempos de alagamento, em amostra de solo com ocorrência de morte do capim-marandu pela síndrome

Características*	Dose de N (kg ha ⁻¹)				Tempo de alagamento (dias)				CV (%)	
	0	100	200	300	0	7	14	21		
<i>Características estruturais</i>										
NTF	7,42	8,00	6,67	7,08	8,67	6,82	7,33	6,25	19,3	
NFV	3,00	3,27	3,00	2,92	3,75	2,82	3,00	2,58	32,9	
DVF	42,2	38,6	35,2	40,1	33,4	37,8	44,6	40,7	42,4	
CLF	51,6	65,5	59,5	53,7	67,1	63,2	46,7	48,3	25,2	
<i>Características morfológicas</i>										
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,43	0,64	0,60	0,52	0,83	0,61	0,38	0,38	41,5	
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	4,18	5,16	5,23	5,15	7,35	4,87	4,00	3,48	16,8	
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,09	0,10	0,08	0,08	0,10	0,07	0,09	0,08	38,8	
Filocrono (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)	14,2	12,0	13,0	15,1	8,91	15,4	14,8	15,8	34,7	
<i>Composição bromatológica</i>										
PB (%MS)	11,3	12,7	13,1	13,2	14,2	11,6	12,9	11,7	26,4	
FDN (%MS)	71,4	70,5	69,9	70,9	68,1	70,7	71,0	72,9	3,6	
FDA (%MS)	37,5	36,0	36,8	36,3	35,5	37,4	36,5	37,2	7,7	
DIV (%MS)	59,0	62,0	61,1	59,8	62,3	59,4	61,0	59,3	8,7	
LIG (%MS)	3,22	3,20	3,50	3,51	3,55	3,24	3,17	3,46	10,4	
Cel (%MS)	26,9	25,9	26,5	26,2	26,0	26,4	26,3	26,7	6,2	
SIL (%MS)	4,04	3,96	3,75	3,40	3,60	4,49	3,67	3,40	25,1	
Fe (mg dm ⁻³)	192	126	149	171	99,7	169	150	218	74,8	
Cu (mg dm ⁻³)	7,87	8,99	10,1	15,0	11,4	11,4	11,6	7,48	54,8	
Mn (mg dm ⁻³)	67,6	69,4	82,5	99,8	97,2	97,3	70,9	53,8	38,1	

* NTF = número total de folhas; NFV = número de folhas vivas; DVF = duração de vida das folhas (dias); CLF = comprimento final de lâmina foliar (cm); TAIC = taxa de alongamento de colmo; TAIF = taxa de alongamento foliar; TApF = taxa de aparecimento de folhas; PB = teor de proteína bruta; FDN = teor de fibra em detergente neutro; FDA = teor de fibra em detergente ácido; DIV = digestibilidade *in vitro*; LIG = teor de lignina; Cel = teor de celulose; SIL = teor de sílica; Fe = teor de ferro; Cu = teor de cobre; e Mn = teor de manganês.