

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

ESTÉFANY TELES GOMES

**PRODUTIVIDADE DO CAPIM-MARANDU SOB NÍVEIS DE DEFICIÊNCIA
DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO**

**COLORADO DO OESTE-RO
AGOSTO/2023**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

ESTÉFANY TELES GOMES

**PRODUTIVIDADE DO CAPIM-MARANDU SOB NÍVEIS DE DEFICIÊNCIA
DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus Colorado do Oeste*.

Orientador: Prof. Ernando Balbinot.

**COLORADO DO OESTE-RO
AGOSTO/2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Gomes, Estefany Teles.

Produtividade do capim-marandu sob níveis de deficiência de nitrogênio,
fósforo e potássio / Estefany Teles Gomes, Colorado do Oeste-RO, 2023.
18 f. : il.

Orientador(a): Ernando Balbinot.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do
Oeste-RO, 2023.

1. Produtividade. 2. Forrageira. 3. Urochloa. 4. Nutrição. 5. Deficiência. I.
Balbinot, Ernando (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

Estéfany Teles Gomes
Academica de Engenharia Agrônômica - IFRO
IFRO – Campus Colorado do Oeste
BR 435, Km 66, Zona Rural, BR-435, s/n, Colorado do Oeste - RO, 76993-000
telesestefany@gmail.com

Produtividade do capim-marandu sob níveis de deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio

Productivity of marandu grass under levels of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency

RESUMO

As pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, colocando o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina. Os capins do gênero *Brachiaria* ocupam a maioria das áreas de pecuária no país, porém não são manejados de forma correta, principalmente com relação à reposição de nutrientes, resultando em forragem de baixa qualidade e produtividade. Um dos fatores responsáveis é a falta de um diagnóstico rápido da deficiência nutricional. A quantificação de nutrientes foliares é uma opção em relação à análise do solo, contudo não existem muitos estudos relacionados às pastagens tropicais. A forma de reduzir custos e estimular o diagnóstico nutricional é fazer a avaliação visual dos sintomas à campo, contudo, estes podem ser observados tardiamente e de forma subjetiva. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos níveis de deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio nas características morfogenéticas e de produtividade em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. As avaliações foram realizadas em casa de vegetação, durante todo o ciclo das plantas de braquiária cultivadas em vasos, utilizando areia como substrato. Durante o desenvolvimento do capim-marandu, foram registrados índices SPAD, sendo as plantas coletadas e avaliadas quanto à produtividade, determinação de nutrientes foliares. Os valores da análise foliar foram correlacionados com um banco de imagens digitais para a descrição dos sintomas de deficiência. As doses de deficiência de nitrogênio foram mais expressivas quanto a sintomas visuais com coloração mais clara, a falta de fósforo gerou um atraso na rebrota e o fósforo teve como sintoma de deficiência acúmulo de matéria morta na touceira. A deficiência de nitrogênio e NPK também foi expressiva nas avaliações do SPAD com valores inferiores aos demais tratamentos.

Palavra-Chave: Produtividade, forrageira, *urochloa*, nutrição, deficiência.

ABSTRACT

Pastures play a key role in Brazilian cattle ranching, placing Brazil as one of the largest producers and exporters of beef. The grasses of the genus *Brachiaria* occupy most of the livestock areas in the country, but they are not managed correctly, especially with regard to the replacement of nutrients, resulting in low quality forage and productivity. One of the factors responsible is the lack of a rapid diagnosis of nutritional deficiency. The quantification of leaf nutrients is an option in relation to soil analysis, but there are not many studies related to tropical pastures. The way to reduce costs and stimulate nutritional diagnosis is to make a visual assessment of symptoms in the field, however, these can be observed late and subjectively. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency levels on morphogenetic and yield characteristics in *Brachiaria brizantha* cv. plants. Marandu. The evaluations were carried out in a greenhouse during the entire cycle of *brachiaria* plants grown in pots, using sand as substrate. During the development of marandu grass, SPAD indices were recorded, and the plants were collected and evaluated for productivity, determination of leaf nutrients. The values of the leaf analysis were correlated with a digital image bank for the description of deficiency symptoms. The doses of nitrogen deficiency were more expressive in terms of visual symptoms with lighter coloration, the lack of phosphorus generated a delay in regrowth and phosphorus had as a symptom of deficiency accumulation of dead matter in the cap. Nitrogen and NPK deficiency was also significant in the SPAD evaluations with lower values than the other treatments.

Keyword: Productivity, forage, *urochloa*, nutrition, deficiency.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina e, praticamente toda a produção brasileira de carne bovina tem como base as pastagens, a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos volumosos para os bovinos. As pastagens, portanto, desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos de produção (DIAS-FILHO, 2014).

A *Urochloa brizantha* anteriormente denominada *Brachiaria brizantha* é uma espécie que foi introduzida no Brasil em 1952, mas é originária do continente africano. A opção pelo seu cultivo no país justifica-se pelo fato de ser considerada uma excelente forrageira, perene e com grande produção de massa foliar de boa qualidade, resistente ao pastejo e ao pisoteio e que protege o solo contra erosão (XAVIER et al., 2002; BIANCO et al., 2005). Os capins do gênero *Urochloa* ocupam espaços cada vez maiores na pecuária brasileira. Em menos de vinte anos após sua implantação e, por ser uma planta pouco exigente de solos ricos, a *Urochloa* se configura como suporte alimentar essencial na criação de gado, tanto de corte quanto de leite. Como as pastagens continuam sendo tratadas como culturas extrativistas e de utilização extensiva, não é dada atenção necessária ao manejo e correção da fertilidade do solo (COSTA et al., 2006).

Além da inexistência dessa correção, por se tratar de uma cultura onde não são realizados replantios anualmente, é necessária a manutenção da fertilidade do solo e conseqüentemente sua produtividade. Segundo Herling (2007), as pastagens não eram consideradas culturas e não recebiam os devidos cuidados com relação ao estado nutricional e ao seu manejo. Isso resultou em imensas áreas de pastagens degradadas e originou um grande problema nacional, pois grande parte dessas pastagens ocupam terras agricultáveis.

O solo é o meio do qual a planta, através da absorção radicular, obtém os elementos minerais essenciais. Quando o meio não tem e, ou, não fornece as quantidades adequadas dos nutrientes, o que tem sido avaliado pela análise química do solo, as plantas não terão as suas exigências nutricionais atendidas. Haverá, portanto, redução do crescimento e produção das culturas devido a deficiência nutricional (FAQUIN, 2002). Pode-se realizar diagnóstico do estado nutricional das plantas através de uma diagnose visual, pois a falta ou o excesso de um dado elemento provoca sempre a mesma manifestação de anormalidade visível em qualquer que seja a espécie (MALAVOLTA, 1980). As folhas refletem bem o nível de elementos do solo. Uma análise química do solo pode ser substituída por uma análise da folha, sendo assim uma amostra de solo pode ser substituída por uma amostra foliar (MALAVOLTA; ROMERO,

1975). Uma forma de avaliar a fertilidade do solo é realizar uma análise foliar, que através das características de suas folhas consegue-se verificar as deficiências do solo.

A análise foliar no Brasil começou a ser realizada no fim do século XIX no Instituto Agrônomo de Campinas (SP) (MALAVOLTA, 2006). A diagnose foliar pode ser utilizada para avaliação do estado nutricional das plantas e a determinação de doses de adubo ou o ajuste nas doses. Com isso, através da avaliação nutricional, pode-se realizar a identificação da fome escondida, que seria a ocorrência de menor crescimento e menor produção sem que, entretanto, apareçam os sintomas típicos.

Também é possível realizar o levantamento do estado nutricional, indicações de interações entre elementos, indicação de exigências nutricionais diferentes entre espécies e variedades, indicação da relação entre nutrição, pragas e moléstias e identificação dos fatores não nutricionais (MALAVOLTA, 2006). Com a determinação de doses de fertilizantes pode ser realizado o estabelecimento do adubo e da quantidade para produção como também sua qualidade, ajustar as doses dentro do ano ou no seguinte, identificar da eficiência da época e da localização do adubo com respeito a colheita, qualidade e meio, realizar a comparação de fontes de nutrientes e identificar os elementos responsáveis pelo efeito do produto (MALAVOLTA, 2006).

Após a formação da pastagem, esta apresenta bons níveis de produtividade que terá sua fertilidade incrementada pela incorporação de nutrientes, a qual possui um tempo médio de produtividade entre três a cinco anos de uso. Dos minerais que mais se apresentam como limitantes estão os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), visíveis em pastagens com alto grau de degradação. Estes três elementos passam a ser grandes limitadores de produção, em decorrência dos baixos teores de matéria orgânica no solo (TOWNSEND et al., 2001). A extração de K, por exemplo, para produção de forragem de capim-marandu é elevada (PRIMAVESI et al., 2006).

A avaliação do estado nutricional das plantas cultivadas tem sido um dos grandes desafios em fertilidade do solo e nutrição de plantas em todo o mundo, especialmente no Brasil, em razão da necessidade de produção de alimentos em solos intemperizados e de baixa fertilidade natural, predominantes nas regiões tropicais, conciliado a necessidade de otimizar os recursos de fertilidade em função dos custos (AGUIAR, 2004). Desse modo, estudos relacionados à composição mineral de plantas forrageiras têm grande importância para a interpretação de análise foliar com o objetivo de orientar níveis de adubação e possíveis inter-relações na absorção, translocação ou metabolismo desses nutrientes na planta (CORSI e NUSSIO, 1994). Além disso, esses estudos têm importância no sentido de orientar decisões

sobre manejo do solo e da adubação para garantir a perenidade e aumentar a produtividade da forragem.

A análise de nutrientes em material vegetal de determinada parte ou estágio fenológico tem sido utilizada para avaliar o estado nutricional das plantas, como também na prática de recomendação de adubação. De acordo com o método clássico, a interpretação é feita comparando os resultados analíticos com parâmetros previamente estabelecidos, baseando-se na premissa de existir uma relação positiva entre o suprimento de nutrientes e suas concentrações na planta e no fato de aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionarem a maiores ou menores produções (MALAVOLTA, 1989). A identificação das deficiências nutricionais nas plantas forrageiras é importante para que medidas técnicas sejam adotadas no sentido de solucionar o problema. As principais medidas são a correção do solo, por meio da calagem, e a prática correta da fertilização do solo. Como no processo de utilização das pastagens existem intervalos pequenos entre as fases de pastejo ou entre os cortes (colheita) e como após cada corte ou após cada pastejo é possível realizar calagem ou fertilizações, a identificação e a correção da deficiência podem ocorrer dentro do mesmo ano agrostológico (OLIVEIRA et al. 2007).

Assim, torna-se importante a realização de diagnóstico preciso e preferencialmente de forma antecipada à expressão dos sintomas visuais, os quais quando evidentes, indicam que a planta já passa por níveis maiores de deficiência. Neste sentido, justifica-se o propósito de avaliar os diferentes níveis de deficiência nutricional com as características de produtividade, bem como diminuir custos e garantir maior retorno da forrageira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus Colorado* do Oeste, localizado às margens da BR 435, km 63, zona rural do município de Colorado do Oeste, Estado de Rondônia.

O experimento consistiu na caracterização de sintomas visuais de deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na cultura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, cultivada em casa de vegetação. Os sintomas foram avaliados por meio da análise do índice SPAD e análise visual com comprovações fotográficas dos resultados.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 3 x 3 +1 +1, sendo três nutrientes (N, P e K) e três níveis de adubação (0%, 50% e 200% das doses recomendadas para a cultura), mais um tratamento sem NPK e um tratamento com as doses completas para todos os nutrientes, que correspondeu à dose

completa de N, P e K (100% da recomendação para o capim-marandu). Foram realizadas cinco repetições, totalizando 55 unidades experimentais. A unidade experimental foi composta por vasos (canos de PVC com o altura de 60 cm e 30 cm de diâmetro) com capacidade de 47 litros, os quais foram preenchidos com areia fina lavada como substrato (Figura 1).

Figura 1 - Areia lavada usada como substrato para diagnosticar níveis de deficiência de nutrientes em plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Colorado do Oeste/RO.



Fonte: Arquivo pessoal

As soluções nutricionais foram preparadas a partir da solução completa de Hoagland e Arnon (1950), modificada para atender às doses preconizadas. Para a semeadura foram utilizadas 20 sementes puras viáveis por vaso (Figura 2A), semeadas na profundidade de aproximadamente 2,0 cm. Aos 15 dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste, com o objetivo de deixar duas plantas por vaso (Figura 2C)

Figura 2A



Figura 2B



Figura 2C



Figura 2A - Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu utilizadas para semeadura em vasos. **Figura 2B** - Demonstrativo do desbaste realizado. **Figura 2C** - Vasos com duas plantas após realização do desbaste. Colorado do Oeste/RO.

A adição de água ocorreu conforme a necessidade das plantas, e foi realizada com uso de regadores durante todo o período de realização do experimento, tomando-se o cuidado de evitar o déficit e também a perda por percolação (Figura 3B).

Inicialmente foi realizada a adubação com micronutrientes (Figura 3A), através de uma solução composta por 412,5g de $MgSO_4 + 7H_2O$; 43,450g de $CuSO_4 + 5H_2O$; 24,497g de $ZnSO_4 + 7H_2O$; 0,820g de H_3BO_3 ; 1,375g de $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$; 55g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ e Ácido Cítrico. Foram preparados 2,75L de solução, visto que, é utilizado 1 ml de solução para cada quilograma de solo, sendo assim foram aplicadas 50g de solução em cada vaso.

Quando as plantas atingiam 40,0 cm de altura era realizada a mensuração da estimativa do teor de clorofila através do valor SPAD, utilizando-se o Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus (Figura 3C). As medidas foram tomadas no terço médio de quatro folhas diagnósticas por vaso, tomando-se o cuidado de evitar a nervura central da folha. Posteriormente, era realizado o corte de uniformização do dossel forrageiro, com o objetivo inicial de estimular o perfilhamento.

Figura 3A



Figura 3B



Figura 3C



Figura 3A - Preparo de solução de micronutrientes para *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Figura 3B** - Adição de água de irrigação nos vasos. **Figura 3C** - Avaliação do índice Spad. Colorado do Oeste/RO.

A adubação dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio foi desenvolvida com base na solução de Hoagland (Figura 4A, 4B e 4C). Para cada litro de solução foi adicionado 20 g de uréia, 17,25 g de cloreto de potássio e 18,9 g de superfosfato triplo. Para que todo experimento fosse contemplado, formulou-se 12 litros de solução para cada nutriente onde foram adicionados 207,0 g de cloreto de potássio, 226,8 g de superfosfato triplo e 240,0 g de uréia. O KCl e o superfosfato foram macerados para que se diluíssem com maior rapidez na água (Figuras 4A e 4B). A aplicação foi parcelada em três aplicações e como o nitrogênio volatiliza com facilidade a solução à base de uréia foi preparada apenas no momento da aplicação.

Figura 4A



Figura 4B

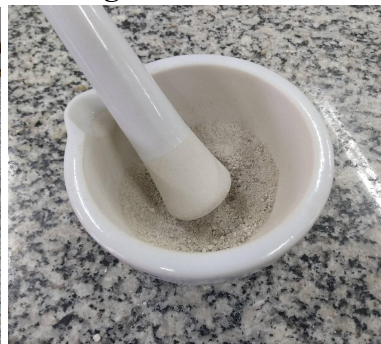


Figura 4C



Figura 4A e 4B - Preparo dos adubos à base de K e de P. **Figura 4C** - Solução sendo preparada através da mistura do material que foi macerado e água. Colorado do Oeste/RO.

O manejo correto do capim marandu em campo é a introdução dos animais aos 40,0 cm de altura e saída quando o dossel chegar a 15,0 cm. Sendo assim os cortes seguiram esta recomendação com o auxílio de um cutelo para o corte e uma fita para medição (Figuras 5A e 5B). A massa oriunda de cada vaso foi armazenada em sacos de papel com descrição do tratamento e bloco.

As amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar regulada à temperatura de 65°C por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2006). Após secagem e pesagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em saquinhos de plástico para posteriormente determinar os macronutrientes (Figura 5C). As amostras foram encaminhadas para análise no laboratório de nutrição mineral de plantas da Unesp *Campus* Ilha Solteira.

Figura 5A



Figura 5B



Figura 5C

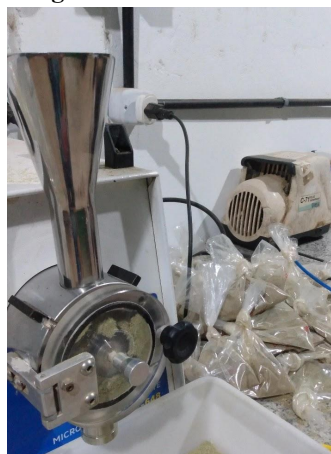


Figura 5A - Corte do dossel com auxílio do cutelo e a fita para altura padronizada. **Figura 5B** - Plantas após o corte. **Figura 5C** - Amostras moídas pelo moinho tipo Willey. Colorado do Oeste/RO.

Para análise de sintomatologia de deficiência visual foram retiradas fotografias que comprovam padrões de diferentes deficiências com diferentes formas de manifestos. As fotos foram retiradas quando as plantas já estavam ao fim do experimento e as mesmas já haviam

sido submetidas a dosagem respectiva de cada tratamento através da solução.

Após a obtenção dos resultados os dados foram submetidos à análise de variância e, quando aplicável (teste F significativo), ao teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados foi possível obter efeitos significativos ($p < 0,05$), quanto a manifestação de sintomatologia ligada à deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. As imagens foram captadas com um celular Motorola moto G60 que possui câmera de 50MP e ultra traseira de 108MP as fotografias apresentavam visão emoldurada da planta (parte aérea) + vaso. As análises visuais de deficiência foram mais expressivas de diferentes formas para as três variáveis (NPK). As plantas que apresentavam deficiência de N em sua solução tiveram como sintoma mais evidente uma coloração verde bem clara, como demonstra a Figura 6A, resultado também observado por DAL PRÁ et al., 2020.

Figura 6A



Figura 6B



Figura 6A - Planta de *U. brizantha* cv. Marandu submetida ao tratamento com 0% de N. **Figura 6B** - Planta Submetida ao tratamento com 200% de N em relação à recomendação. Colorado do Oeste/RO.

A deficiência de fósforo foi expressada por plantas com crescimento reduzido na rebrota, colmos mais curtos e redução expressiva no perfilhamento (Figura 7A), porém a característica não se manteve em todas das repetições, sendo observada em 80% das unidades experimentais onde o mesmo não pode ser considerado padrão.

A quantidade de P disponibilizada para as plantas de acordo com a análise de composição mineral foi reduzida até para as plantas com a adição de P na solução, porém as com deficiência pelo tratamento de 0% de P foram mais nítidas.

Figura 7A



Figura 7B



Figura 7A - Planta de *U. brizantha* cv. Marandu submetida ao tratamento com 0% de P. **Figura 7B** - Planta submetida ao tratamento com 200% P. Colorado do Oeste/RO.

O potássio expressou sua deficiência através de plantas com aspecto murcha, pálido, por ser um nutriente que apresenta várias funções fisiológicas nas plantas como: a ativação enzimática, síntese proteica, atuação na fotossíntese, osmorregulação, além de clara função nos processos de abertura e fechamento estomático (SILVA et al., 2011) com maior quantidade de folhas mortas na touceira (Figura 8A) sintomas típicos de deficiência desse nutriente nas plantas. Respostas similares foram também descritas por COUTINHO et al., 2014 que observaram clorose (das pontas para a base e das margens para o centro) seguida de morte de folhas mais velhas. A figura 8B expressa um cenário contrário ao da 8A, apresentando uma planta vigorosa, bom perfilhamento e boa produção de matéria verde

Figura 8A



Figura 8B



Figura 8A - Planta de *U. brizantha* cv. Marandu submetida ao tratamento com 0% de K. **Figura 8B** - Planta submetida ao tratamento com 200% de K. Colorado do Oeste/RO.

As figuras 9A e 9B expõem a diferença visual das doses onde plantas foram submetidas ao tratamento com 0% e 100% de NPK. As mesmas se desenvolveram de forma totalmente distinta, afirmando mais ainda a importância que os nutrientes exercem sobre o cultivo de espécies agrícolas. O capim marandu sem adição de NPK expressou um porte reduzido, perfilhamento baixo, folhas com coloração clara, colmos menores e folhas menores, características estas que são indesejáveis entre os produtores, enquanto as plantas onde foram fornecidos os nutrientes necessários para seu desenvolvimento responderam de forma positiva à adubação (figura 9B), antagonizando as características da planta da Figura 9A.

Figura 9A



Figura 9B



Figura 9A - Planta de *U. brizantha* cv. Marandu submetida ao tratamento com 0% de NPK. **Figura 9B** - Planta submetida ao tratamento com 100% de NPK. Colorado do Oeste/RO.

De acordo com os resultados obtidos pelas avaliações SPAD, descritos na Tabela 1, houve interação entre os nutrientes e as doses utilizadas com maior expressividade para teores de 200% de P, 200% K e 100% de NPK, com os maiores índices. Quanto ao nitrogênio os números variam entre 21,56 e 34,94, onde a sua máxima foi inferior a ABREU e MONTEIRO (1999) que chegaram a resultados entre 18 e 38 de valor SPAD. O aparelho spad avalia a extração de solutos variáveis seguidas de sua determinação espectrofotométrica (ZOTARELLI *et al*, 2003) avaliando conteúdo de proteínas solúveis de N, taxa fotossintética, macronutrientes e micronutrientes existentes na folha.

Tabela 1- Avaliação do valor SPAD de forragem de capim Marandu submetido à níveis de deficiência de N, P e K.

Doses de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	21,56 Cc	33,76 Ab	30,52 Bb	21,54
50	28,26 Bb	33,58 Ab	30,70 Ab	-
100	-	-	-	42,08
200	34,94 Ba	41,06 Aa	41,52 Aa	-
CV (%)	5,58			

Letras minúsculas avaliam o desempenho dos nutrientes dentro de cada dose. Letras maiúsculas avaliam o desempenho das doses para cada nutriente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

JÚNIOR *et al.* (2008) também relataram a grande influência do teor de Nitrogênio nos resultados das avaliações Spad pela atividade enzimática ativada pelo nutriente. No presente trabalho o nitrogênio não foi o nutriente mais expressivo podendo ser explicado pela sua alta capacidade de volatilização, pois o mesmo era dissolvido em água e aplicado nos vasos. Em doses de 0% N, as plantas apresentaram teores baixos com média de 21,56, semelhante ao tratamento 0% NPK. O teor de P no solo contribui na manifestação dos nutrientes fornecidos para as plantas devido o mesmo ser composição da ATP, moeda energética que impulsiona a planta para absorver nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2009). Assim, os resultados são satisfatórios quando o fornecimento deste nutriente é conciliado a adição de N e K, o que explica os resultados obtidos durante as medições.

Segundo Megda (2013) o potássio possui capacidade de incremento nos valores de SPAD e maximiza a adubação nitrogenada. CARDOSO *et al.*, (2011) visualizou que os tratamentos onde o fornecimento de K era realizado, apresentava intensidade no verde das

folhas. Resultado apresentado na Tabela 1 corrobora com os autores, onde as doses de 200% de K obtiveram os melhores resultados. As doses de 0 e 100% obtiveram os resultados mais extremos e expressivos confirmando a grande importância na aplicação fertilizantes no solo.

O tratamento com disponibilidade de nutrientes nula (0% NPK) expressou menor produtividade de matéria verde (Tabela 2). A produtividade reduzida pode estar atrelada a deficiência de nutrientes de grande importância para o desenvolvimento da planta de capim Marandu como nitrogênio, fósforo e potássio, evento este comum nas outras espécies vegetais. As plantas com deficiência nutricional apresentam maior quantidade de folhas mortas e secas, conseqüentemente, são plantas com baixo teor de água e baixa digestibilidade e palatabilidade, afetadas pela redução no seu poder de absorção (COSTA et al., 2004).

A produtividade foi significativamente maior nos tratamentos com doses entre 50 e 200% de NPK de acordo com as médias apresentadas na Tabela 2, sendo uma constatação importantíssima. Segundo BENETT et al. (2008), o acréscimo do teor de proteína bruta e nutrientes digestíveis melhora a composição bromatológica com plantas mais perfilhadas e maior número de folhas.

Tabela 2- Avaliação do valor de Matéria Verde de forragem de capim Marandu submetido à níveis de deficiência de N, P e K.

Doses de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	66,65Bc	65,81Bc	93,74Ac	23,83
50	86,45Cb	128,32Bb	139,56Ab	-
100	-	-	-	159,18
200	137,97Ca	159,52Ba	209,86Aa	-
CV (%)	4,64%			

Letras minúsculas avaliam o desempenho dos nutrientes dentro de cada dose, letras maiúsculas avaliam o desempenho das doses para cada nutriente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade

A tabela 3 expressa que para o nitrogênio a matéria seca não apresentou alteração significativa em comparação entre as doses de 50% e 0% e quando comparada à tabela de matéria verde a dose de 200% manifesta-se de forma quantitativa maior quanto ao teor de água que quando submetido a secagem forçada na estufa reduziu a um número também superior ao dos outros tratamentos apresentando diferença significativa. Para fósforo não houve diferença significativa entre as doses de 50 e 200% enquanto as plantas onde não houve fornecimento de solução evidencia menor teor de MS (matéria seca). O potássio emite

resultados mais relevantes na dose 200% de K com 68,54 g/vaso onde o mesmo é quase duas vezes maior que os tratamentos de 0 e 50%.

Tabela 03- Avaliação do valor de Matéria Seca de forragem de capim Marandu submetido à níveis de deficiência de N, P e K.

Doses de NPK (%)	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	30,24Bb	24,58Cb	37,30Ab	15,24
50	30,68Cb	38,68Aa	37,62Bb	-
100	-	-	-	49,76
200	39,45Ba	39,87Ba	68,54Aa	-
CV (%)	4,64%			

Letras minúsculas avaliam o desempenho dos nutrientes dentro de cada dose, letras maiúsculas avaliam o desempenho das doses para cada nutriente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade

A determinação dos macronutrientes (Tabela 4) através da análise de composição mineral, mostrou que a plantas de capim marandu foram eficientes na absorção de potássio, em função de sua alta mobilidade. Ernani et al. (2007) explica que os sais fornecidos pelo KCl, fórmula usada na solução do experimento, fornece altos teores de potássio.

Os resultados da Tabela 4 mostram que o nitrogênio foi um nutriente expressivo nos resultados avaliados até então. Moreira (2021) também encontrou aumentos na taxa fotossintética e produção de biomassa aérea, conforme o aumento das doses nos tratamentos. O nitrogênio possui alta mobilidade dentro da planta sendo facilmente transportado pelo floema, e, no solo, sua translocação também é alta.

Segundo CERETTA et al., 2010 o fósforo possui pouca ou até nenhuma ação residual em solos arenosos, a tabela 4 expressa também baixa concentração e variação de acordo com as doses nas amostras. O potássio apresentou mudança evidente na concentração entre as diferentes doses variando de acordo com seu tratamento, SILVA et al, 2009 relata que movimentação do K no solo nos períodos iniciais subsequentes à adubação é controlada pela água volumétrica do solo, e em seu experimento também observou aumento de concentração do nutriente alinhado ao aumento de fornecimento via Kcl. Tratamentos com presença de nutrientes que não faziam parte da formulação pode ser explicada pela procedência da areia utilizada que mesmo com baixo poder de agregação, pode haver resíduos. Os diferentes níveis de nutrientes não influenciaram o teor de carbono orgânico

presente na matéria seca da parte aérea do capim Marandu.

Dentro das avaliações de Ca e Mg foram observadas variações na quantidade desses elementos nos tratamentos com teor de K reduzido. A absorção de K pode de alguma forma influenciar a absorção de Ca e Mg, já que estes apresentaram suas maiores médias dentro dos tratamentos que o K era reduzido

Tabela 04 - Composição mineral na MS de forragem de capim Marandu submetido à níveis de deficiência de N, P e K.

<i>Tratamentos</i>	<i>N g/kg</i>	<i>P g/kg</i>	<i>K g/kg</i>	<i>Ca g/kg</i>	<i>Mg g/kg</i>	<i>C %</i>
<i>0% NPK</i>	5,0	0,8	4,4	4,4	4,9	48,5
<i>0% N</i>	5,3	1,9	11,4	5,4	4,7	49,6
<i>0% P</i>	10,1	0,9	11,9	6,8	7,3	48,6
<i>0% K</i>	9,7	2,5	4,7	10,2	8,1	47,9
<i>50% N</i>	7,8	2,2	11,1	6,5	5,9	49,1
<i>50% P</i>	9,8	1,2	12,2	5,9	6,3	49,5
<i>50% K</i>	10,2	2,4	7,4	7,4	7,3	48,5
<i>100% NPK</i>	10,7	2,8	14,9	6,8	7,1	49,8
<i>200% N</i>	12,0	2,3	12,3	5,4	7,0	47,5
<i>200% P</i>	10,1	2,9	13,6	5,7	6,9	47,9
<i>200% K</i>	11,5	2,2	16	4,9	5,4	48,3

4. CONCLUSÕES

As doses de 100% NPK obteve bons resultados em todas as variáveis analisadas sendo elas o índice de valor Spad, diagnóstico visual e produtividade em matéria verde e seca. Os tratamentos em 200% de P e 200% de K foram destaque na produtividade e avaliação SPAD. De acordo com os resultados obtidos é possível afirmar que as doses influencia diretamente no desenvolvimento da planta, as doses onde não houve adição de substrato apresentaram resultados estatisticamente inferiores às outras, remetendo a grande importância da adubação, as doses completas de NPK e 200% obtiveram os melhores resultados estatisticamente. A deficiência total resulta alteração significativa no índice SPAD evidenciando uma perda de crescimento e má formação de dossel, também observada na variável produtividade em matéria verde com plantas com pouca massa.

Na identificação de sintomatologia visual a deficiência total de NPK manteve um padrão entre as repetições de plantas com baixo porte, capacidade de rebrota comprometida e coloração verde clara e folhas amareladas, tornando importante o conhecimento de como os sintomas se manifestam repetidamente em plantas com a mesma condição. A deficiência de N que manteve a mesma diretriz entre as plantas que foi baseada na coloração que se manteve verde claro e até amarelada, enquanto o K apresentou repetidamente acúmulo de material morto na touceira que obtinha um porte elevado porém detinha de grande parte de caules e folhas secas sendo possível então a utilização de imagens como identificação de deficiência nutricional.

A análise visual de deficiência de P apresentou em sua maioria plantas de pouca capacidade de rebrota, pela característica não ter sido unânime no campo experimental não é possível utilizá-la como parâmetro de deficiência por imagens ou a olho nu.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, João Batista Rodrigues de; MONTEIRO, Francisco Antonio. **Vista da produção e nutrição do capim Marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento**. Boletim de Indústria Animal. N. Odessa, v. 56, n.2, p.137-146, 1999. Disponível em: <<http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/914/908>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ADRIANA DIAS CARDOSO; MARCO ANTONIO ALVARENGA; THIAGO VASCONCELOS MELO; *et al.* **Índice SPAD no limbo foliar da batateira sob parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio**. v. 42, n. 1, p. 159–167, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/PvtYD7GyQQ6CS5YqfyGZ89J/?lang=pt&format=html>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BENETT, Cleiton Gredson Sabin; *et al.* **Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio**. **Yield and bromatologic composition of Marandu grass as function of sources and doses of nitrogen**. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 5, p. 1629–1636, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/V5cgL54jnBW3BFgwnthwHdL/?format=pdf>>.

BBENETT, Cleiton Gredson Sabin; *et al.* **Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio** [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <http://www.unemat.br/revistas/rca/docs/vol6/2_artigo_v6.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BUENO, Antonio Vinicius Iank; *et al.* **Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos**. Ciência Animal Brasileira, v. 18, n. 0, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cab/v18/1809-6891-cab-18-e44913.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CARLOS ALBERTO CERETTA; LORENSINI, Felipe; BRUNETTO, Gustavo; *et al.*

Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. v. 45, n. 6, p. 593–602, 2010. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/pab/a/Qv3JrHbFPX98tybkvDXbNJQ/?lang=pt>>. Acesso em: 01 jul. 2023.

COSTA, Kátia Aparecida de Pinho; et al. **Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5.** Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 4, p. 1197–1202, 2007. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cagro/a/xBBW8Grm6NztN FhwynDDvKH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

DAL PRÁ, Bruno Rover; et al. **Nutritional Evaluation of *Brachiaria brizantha* cv. marandu using Convolutional Neural Networks.** 2020. Iberamia.org. Disponível em:

<<https://journal.iberamia.org/index.php/intartif/article/view/500/127>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

ERNANI, Paulo Roberto; et al. **Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 393-402, 2007. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/HFrbL9GKXtYqBDRqGyqhyxF/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

JUNIOR, José Lavres e MONTEIRO, Francisco Antonio. **Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, p. 829–837, 2006. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/3gjZqm38sHcw8FhfjnPq8TK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

LAVRES JÚNIOR, José; MONTEIRO, Francisco Antonio; SCHIAVUZZO, Pelerson Francisco. [s.l.: s.n., s.d.]. **Concentração de enxofre, valor SPAD e produção do capim-Marandu em resposta ao enxofre.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.3, p.225-231, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1190/119017386005.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

MAGALHÃES, Albertí Ferreira; et al. **Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.12, n.4, p.893-907, 2011. Disponível em:

<<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/7106/1/ddd15.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

MAGALHÃES, João Avelar, et al. **Teores de matéria seca e proteína bruta do capim-marandu sob irrigação e adubação.** In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, Maceió, 2011. Anais... Maceió: 2011. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56869/1/Zootec2011Avelar.pdf>>.

MEGDA, Márcio Mahmoud. **Formas de nitrogênio e doses de potássio no capim-marandu: atributos morfológicos, produtivos, nutricionais e bioquímicos e**

transformações do nitrogênio em um Neossolo. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). 119 f. 2013. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-23082013-162958/publico/Marcio_Mahmoud_Megda_versao_revisada.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2023.

MOREIRA, Andressa Gregolim; et al. **Doses de máxima eficiência técnica e econômica de nitrogênio, fósforo, potássio e calcário para o capim-marandu.** Enciclopédia Biosfera, v. 18, n. 37, p. 191-203, 2021. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2021C/doses.pdf>>. Acesso em: 22 maio. 2023.

SANTOS, Thaisa Raianny Soares; et al. **Características produtivas e teor de matéria seca do capim- marandu inoculado com *Azospirillum Brasilense*.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, Goiânia, 2018. Anais... Goiânia, 2018. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-1939.pdf>>. Acesso em: 22 maio. 2023.

SILVA, Cristina Cavalcante Félix da; et al. **Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 4, p. 657–661, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/f7M6cHJsX7fdJTKvrdb9JNB/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

SILVA, E. C., NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. B. Drought Stress and Plant Nutrition. **Plant stress**, v. 5, (Special Issue 1), p. 32- 41, 2011. Acesso em: 21 jun. 2023.

SILVA; PAULO ROBERTO ERNANI ; MARCIA APARECIDA SIMONETE. **Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio.** v. 33, n. 1, p. 25–32, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/HYQwxBKxfKYY8tCqJYMZkWD/?lang=pt&format=html>>. Acesso em: 22 jul. 2023.

SOARES, Liane Seibert Ustra; et al. **Taxa de aparecimento foliar e filocrono de gramíneas nativas sob adubação nitrogenada no outono.** In: VII ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7, Maringá, 2011. Anais... Maringá, 2011. Disponível em <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/5403/1/liane_seibert_ustra_soares3.pdf> . Acesso em: 27 de jun. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p. Acesso em: 27 de jun. 2023.

ZOTARELLI, Lincoln; et al. **Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 9, p. 1117–1122, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/gP8tSzmXGwsL69LGwGQSBdp/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 28 jun. 2023.