

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PRODUTIVIDADE DA COUVE-FLOR EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO**

FABRÍCIO LIMA DA SILVA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016**

PRODUTIVIDADE DA COUVE-FLOR EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

FABRÍCIO LIMA DA SILVA
Graduando em Engenharia Agrícola

Orientador: PROF. Dr. LUCIANO GEISENHOF DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016

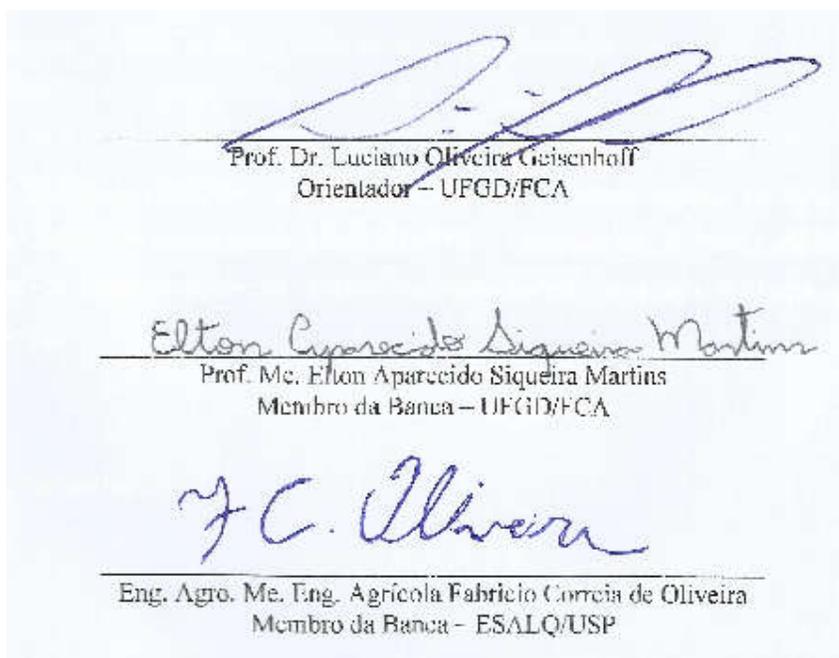
PRODUTIVIDADE DA COUVE-FLOR EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Por

Fabício Lima da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de bacharel em ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 10 de outubro de 2016



A Deus,
Pela vida, pela força, saúde e presença sempre constante.

OFEREÇO

Aos meus pais Edite Lima Bonfim Amorim e Vicente Antônio da Silva, ao meu padrasto Cicero Teles do Amorim, meu irmão Flávio Antônio Lima da Silva e a minha esposa Annelize de Almeida Albertoni, pelo apoio incondicional na minha formação pessoal e profissional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

Aos meus pais e meu irmão que sempre fizeram de tudo para que os meus objetivos sejam alcançados;

A minha esposa Annelize de Almeida Albertoni, pelo grande amor, dedicação, admiração, confiança, respeito, apoio, incentivo, entusiasmo e sua preocupação nos detalhes para que nada possa dar errado;

A meu orientador Prof. Dr. Luciano Oliveira Geisenhoff, pela dedicação, apoio, companheirismo e amizade, juntamente com os ensinamentos oferecidos de caráter pessoal e profissional;

A todos aqueles que me ajudaram em atividades de campo: Helen Lanza, Jessica Bonifácio e o Fabricio Oliveira pelo comprometimento e companheirismo, mesmo em situação não favoráveis e dedicação e competência no acompanhamento desta pesquisa;

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pela oportunidade de realizar este curso e desenvolver o trabalho;

A CAPES – coordenação de aperfeiçoamento pessoal de nível superior, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa para os meus estudos;

A todo corpo docente do curso de Graduação em Engenharia Agrícola (UFGD/FCA);

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	1
RESUMO.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1.1. Origem e botânica.....	5
2.1.2. Morfologia e condições climáticas exigidas pela cultivar.....	6
2.1.3. Cultivares.....	7
2.1.4. Nutrientes e adubação para couve-flor.....	8
2.1.5. Aspectos nutricionais da couve-flor.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Esquema de uma parcela com destaque para as unidade experimentais.....pág. 10
- FIGURA 2. Temperaturas media (MED), máximas (MAX) e mínimas (MIN) diárias do ar durante o período do cultivo..... pág. 12
- FIGURA 3. Demanda hídrica da cultura, precipitação total e irrigação aplicada para cada mês de cultivo..... pág.13
- FIGURA 4. Resposta do diâmetro de inflorescência (DI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-flor..... pág. 14
- FIGURA 5. Resposta da massa de inflorescência (MI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-flor.....pág. 15
- FIGURA 6. Resposta da produtividade comercial de inflorescência (PCI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-florpág. 16

SILVA, Fabrício Lima da. **Produtividade da couve-flor em função de diferentes doses de nitrogênio**. 2016. p.22 Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

O nitrogênio (N) é o elemento mais utilizado pelas plantas e sua dose deve estar balanceada, de forma, a proporcionar a máxima produtividade sem causar redução da qualidade das mesmas. Diante do exposto, objetivou-se nessa pesquisa analisar o efeito de doses de nitrogênio no cultivo da couve-flor cultivada na Região da Grande Dourados, MS. O genótipo cultivado foi o híbrido Verona de couve-flor. Foram avaliados o diâmetro de inflorescência (DI), a massa de inflorescência (MI), a produtividade comercial de inflorescência (PCI) e a porcentagem de florete por inflorescência (PFI). Os parâmetros analisados foram ajustados por equações quadráticas. Em média a dose de nitrogênio mais recomendadas para o cultivo de couve-flor para Região da Grande Dourados, MS, é de 243,3 kg ha⁻¹.

Palavras-chaves adicionais – Adubação parcelada; *Brassica oleracea*; nutrição mineral; produção de hortaliças.

1. INTRODUÇÃO

A Região da Grande Dourados, estado de Mato Grosso do Sul apresenta seu setor econômico baseado na agricultura, entretanto, a maioria das hortaliças comercializadas são produzidas em outros estados brasileiros. Assim, existe a necessidade de uma maior difusão dos conhecimentos agrônômicos para o cultivo da couve-flor, principalmente em nível regional (MATSCHEGEWSKI et al., 2015).

Entre os fatores de produção que podem ser analisados, visando incentivar a produção de couve-flor na Região da Grande Dourados, destaca-se a utilização de adubação nitrogenada.

A couve-flor vem se tornando uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, provavelmente devido a seu reconhecimento como alimento funcional, agindo principalmente na prevenção ao câncer (TOTUŠEK et al., 2011), devido principalmente a presença de antioxidantes e altas concentrações de vitaminas (SOEGAS et al., 2011), sendo o nitrogênio um precursor dessas substâncias (SCHUMACHER et al., 2012).

Além disso, o nitrogênio é o elemento que apresenta maior contribuição em porcentagem na matéria seca das folhas e das inflorescências da couve-flor (AVALHÃES et al., 2009), assim influencia diretamente na produtividade da cultura (SÁNCHEZ et al., 2001).

De forma geral, o nitrogênio apresenta funções estruturais, estando envolvido nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. Sua deficiência causa amarelecimento das folhas mais velhas e atraso do florescimento das plantas (MALAVOLTA, 1980).

Os macro nutrientes são os mais extraídos pela cultura da couve-flor, contudo, experimentalmente, incrementos de nitrogênio e de fósforo têm demonstrado maiores respostas ao aumento da produtividade da cultura (AVALHÃES et al., 2009; KANO et al., 2010).

A dose de nitrogênio por planta para cultura da couve-flor deve estar balanceada, de modo a proporcionar a máxima produtividade da cultura sem prejudicar as características qualitativas da planta. A variação das doses de nitrogênio afeta diretamente na atividade fisiológica da planta, podendo causar aumento da incidência de disfunções fisiológicas como talo oco. (HUSSAIN et al., 2012; CAMPAGNOL et al., 2009; CAMARGO ET AL., 2009).

Por mais que a produtividade dessa cultura apresente alta correlação com a fertilização nitrogenada, deve-se buscar a dose que permita maior produtividade com minimização dos problemas ambientais, evitando a lixiviação de elementos para os mananciais de água e também o elevado acúmulo de nitrato nos tecidos vegetais, pois o mesmo pode causar riscos aos consumidores (DONAGEMMA et al., 2008; ČEKEY et al., 2011; JADOSKI et al., 2010).

A resposta da produtividade da cultura em relação ao incremento de nitrogênio às plantas, para o couve-flor, pode ser caracterizada por funções lineares (CAMARGO et al., 2008; VAN DEN BOOGAARD & THORUP-KRISTENSEN, 1997).

No entanto, como os limites de uma função resposta à adubação são delimitados pelas doses avaliadas experimentalmente, de modo que, em campo a produtividade não tende ao infinito com o aumento contínuo das doses de nitrogênio, torna-se necessário identificar a dose máxima dosagem que a cultura pode receber sem causar redução à produtividade.

Diante do exposto, objetivou-se nessa pesquisa analisar o efeito de doses de nitrogênio no cultivo da couve-flor cultivada na Região da Grande Dourados, MS.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da cultura da couve-flor

2.1.1. Origem e botânica

A espécie *Brassica oleracea* L. pertencente à família das Brássicas, apresentam diversas variedades botânicas de importância econômica. No Brasil, dentre as mais cultivadas, destacam-se o repolho (*Brassica oleracea* var. capitata L.), a couve-flor (*Brassica oleracea* var. botrytis L.), a couve comum (*Brassica oleracea* var. acephala DC.) e o brócolis (*Brassica oleracea* var. italica Plenck) (SOUZA, 1983). O cultivo dessas espécies é realizado desde 2500 a.C. por gregos e romanos (GIORDANO, 1983; SOUZA, 1983).

A couve-flor é originária da Ásia Menor e foi levada a Europa no século XVI. É uma hortaliça rica em Ca, P, folato e vitamina C e tem baixos níveis de Na (TAVARES et al., 2000b).

No Brasil, a couve é mais cultivada nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, as principais produções situam-se nas regiões de Sorocaba e Campinas. Com cultivares adaptados as condições mais quentes, pode-se produzir esta hortaliça durante o ano todo (BLANCO et al., 1997).

A cultura apresenta um acelerado estágio vegetativo, assim as consequências de um déficit nutricional geralmente são mais expressivas no estágio reprodutivo da planta, ou seja, no produto comercial da cultura (CAMARGO et al., 2008).

As doses de nitrogênio recomendadas pela literatura técnica apresentam grandes disparidades. RAIJ et al. (1996) recomendam 60 kg ha⁻¹ no transplântio e posteriormente de 15 a 200 kg ha⁻¹ em cobertura. VAN DEN BOOGAARD & THORUP-KRISTENSEN (1997) apresentam como dose mais adequada o valor de 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sem recomendações em relação a época de aplicação.

2.1.2. Morfologia e condições climáticas exigidas pela cultivar

Geralmente, quando cultivares de couve-flor de inverno são cultivadas em condições de alta temperatura, as plantas podem não atingir a fase de florescimento, ou ainda, gerar cabeças semivegetativas, de coloração esverdeada e intercalada por folíolos, impróprias para comercialização (MONTEIRO et al., 2010).

Isso se dá por que a faixa ótima de temperatura para cultivares de inverno é de 14 a 20°C, sendo que o cultivo em temperaturas superiores a 25°C acarreta a não formação da inflorescência ou até mesmo a perda de compacidade. Por outro lado, temperaturas próximas a 0°C causam injúrias por congelamento no ápice dos botões florais, o que também resulta em inflorescência com má formações (MAY et al., 2007).

Assim, é preciso ter cuidado ao recomendar determinado material, apenas baseando-se em resultados positivos em outras regiões produtoras que foram anteriormente avaliadas. É fundamental a escolha adequada de cultivares adaptadas às diferentes condições de cultivo, que apresentem elevada produção, qualidade e, ainda, com baixo custo de produção, considerando a duração do ciclo produtivo específico de cada uma (MAY et al., 2007).

A couve-flor é uma espécie alógama, bienal, indiferente ao foto período, que exige frio para passar do estágio vegetativo para o reprodutivo. A temperatura é o fator agroclimático mais limitante para o seu desenvolvimento.

Suas principais características morfológicas são: as raízes se concentram nos primeiros 20-30 cm de profundidade; suas folhas são alongadas de limbo elíptico; a inflorescência (cabeça) se desenvolve sobre um caule curto e são formadas a partir do conjunto de primórdios florais, sendo estes transformados, posteriormente, em botões florais, de cores branca, creme, amarela, roxa e verde; a flor quatro sépalas e quatro pétalas; os estames são em número de seis; as anteras estão receptivas somente ao se aproximar da

abertura da flor; o fruto é uma siliqua com número de sementes variando entre dez a trinta, em condições normais de formação (MAY *et al.*, 2007; FILGUEIRA, 2008).

Sob condições favoráveis à couve-flor, seu crescimento e o seu desenvolvimento podem ser divididos em quatro estádios: o primeiro, de 0 a 30 dias, compreende o crescimento inicial após a emergência das plântulas até a emissão de 5 a 7 folhas definitivas; o segundo estágio, de 30 a 60 dias, ocorre a fase de expansão das folhas externas; o terceiro estágio, de 60 a 90 dias, caracteriza-se pela diferenciação e o desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas. No quarto estágio, de 90 a 120 dias, ocorre o desenvolvimento da inflorescência (MAY *et al.*, 2007).

O comprimento desses estádios fenológicos pode variar segundo as características da própria cultivar e também da resposta da planta às condições ambientais de cultivo. O segundo e o terceiro estádios de desenvolvimento da couve-flor são de grande importância na produtividade (tamanho e conformação de inflorescência), uma vez que atuam decisivamente sobre o número e tamanho de folhas, que definirão a área foliar da planta, ou seja, o potencial produtivo (MAY *et al.*, 2007).

Na região de Dourados, o período climático mais adequado para o cultivo de couve-flor, para grande maioria das cultivares, compreende os meses de maio, junho, julho e agosto. Pois estes meses não apresentam períodos prolongados com altas temperaturas e a temperatura média permanece abaixo dos 20 °C (FIETZ e FISCH, 2008).

2.1.3. Cultivares

As cultivares são classificadas segundo a época ideal para semeadura em cultivares de inverno, de meia-estação e de verão. Essa classificação considera a necessidade de frio para indução floral de cada material. A variabilidade existente na espécie com relação à necessidade de frio para a emissão da inflorescência permitiu a obtenção de genótipos

adaptados ao cultivo em regiões/estações do ano com temperaturas variadas (FILGUEIRA, 2008).

Para que se tenha a certeza de bons resultados agronômicos faz-se necessário um estudo preliminar de cultivares durante o ano, visando coletar dados diferenciais de comportamento de cada genótipo. Esses dados associados ao estudo climático da nova região de cultivo permitirão escolher o melhor material a ser plantado em cada época.

➤ **Verona CMS** – Híbrido de verão, planta vigorosa e uniforme, folhas grandes que permite uma boa proteção da cabeça, coloração branca, com peso variando entre 1,2 a 1,5 kg, e diâmetro variando entre 20 a 25 cm. O ciclo é de 95 a 100 dias.

2.1.4. Nutrientes e adubação para couve-flor

Segundo FILGUEIRA (2000), os macro nutrientes N e P são aqueles que têm fornecido maiores respostas em produtividade nos experimentos, se bem que as plantas também sejam exigentes em Ca e S. Os macro nutrientes K e N são aqueles exportados em maior quantidade.

As mudas devem ser produzidas em substrato enriquecido com P e Ca, porém pobre em N a fim de evitar que este se perca com as irrigações, já que a semente garante reservas nutritivas suficientes que garantirão o desenvolvimento inicial das plântulas.

Após o transplante, o fornecimento parcelado de N promove crescimento vegetativo vigoroso, favorecendo a produtividade. Inclusive, há correlação direta entre a superfície foliar e o desenvolvimento da cabeça, de forma que plantas maiores originam cabeças de maior tamanho. Assim, este autor recomenda para solos de fertilidade mediana ou baixa, os seguintes níveis de macro nutrientes (kg ha⁻¹) aplicados no sulco de transplante para o cultivo de couve-flor: N: 80, P₂O₅: 400-500, K₂O: 150-200. Faz-se a complementação com 150-200

kg ha⁻¹ de N, parcelando a aplicação em três coberturas, efetuadas aos 20, 40 e 60 dias após o transplante, se necessário.

2.1.5. Aspectos nutricionais da couve-flor

A couve-flor é uma hortaliça importante do ponto de vista nutricional, pois é rica em cálcio, fósforo, fibras, fonte de folato e vitamina A, B e C. Além disso, é livre de gorduras e colesterol, e tem teores bem baixos de sódio e calorias. (Lana, 2010). Apresenta propriedades mineralizante, fortificante, antioxidante e, graças ao elevado conteúdo de cálcio, é importante na boa formação dos ossos (Mambreu *et al.*, 2007).

A couve-flor possui 93% de água, sais minerais e vitaminas importantes para o organismo humano (Tabela 1). É uma hortaliça de fácil digestão, cujo consumo é indicado para pessoas de todas as idades.

O preparo básico consiste na remoção das folhas e das partes muito grossas e duras do caule, seguida pelo cozimento da couve-flor picada ou inteira, além de ser poder ser encontrada na forma minimamente processada, já limpa, picada e embalada.

Falta colocar algum ponto sobre importância do N na couve flor

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental de Irrigação, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul, no primeiro semestre de 2012. A altitude local média é de 446 m, e está situada a 22° 11' 45" de latitude sul e a 54° 55' 18" de longitude norte.

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco e com temperatura média anual de 22 °C. A descrição do solo da área indica um Latossolo Vermelho Distroférico, com classe textural muito argilosa (Embrapa, 2013).

Anteriormente ao experimento, a área encontrava-se em pousio. Foi realizado uma análise química do solo de amostras compostas coletadas em um perfil de 0 a 20 cm (Embrapa, 2011).

Tabela 1: Resultado da análise química do solo

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M. O. g dm ⁻¹	P _{resina} mg dm ⁻¹	H + Al -----	K -----	Ca cmol _c dm ⁻¹	Mg -----	T	V %
0 - 20	4,80	22,94	17,40	6,31	0,40	5,41	1,63	13,65	54,51

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos que corresponderam às doses de nitrogênio em cobertura, e cinco repetições. As doses de N foram: zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹.

Foi utilizado espaçamento entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,5 m, cada parcela apresentava 20 plantas, equivalente a população de 20.000 plantas ha⁻¹. A área útil foi formada pelas duas fileiras centrais, desprezando-se as plantas de cada extremidade, resultando em seis plantas como unidade experimental (Figura 1).

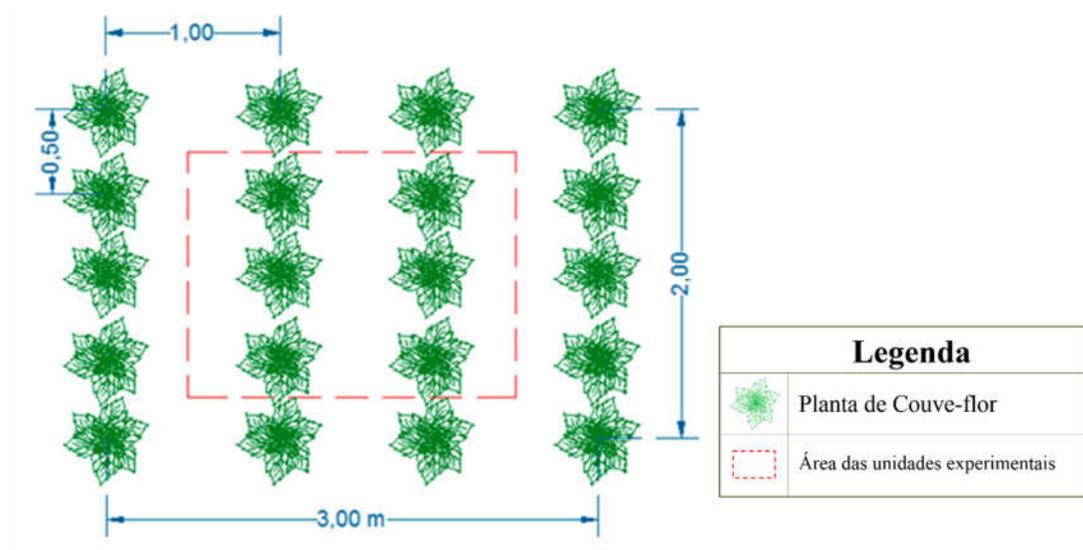


Figura 1. Esquema de uma parcela com destaque para as unidades experimentais

Utilizou-se o híbrido de couve-flor Verona. As mudas foram formadas em bandejas de isopor de 200 células preenchidas com substrato comercial (Bioplant®). O transplante ocorreu no dia sete de março de 2012 quando as plantas atingiram o índice de transplante, ou seja, cinco a seis folhas definitivas.

Na área do experimento foi realizada a adubação de fundação, quatro dias antes do transplante, aplicando-se 140 kg ha^{-1} de N, 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O , na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente (Fontes, 1999). Nesse mesmo período foi distribuído 350 g de substrato comercial Bioplant® por planta. Segundo o fabricante, este substrato é composto por fibra e pó de coco, casca de pinus, casca de arroz e vermiculita.

Considerando o total aplicado em cada tratamento (zero, 150, 300 e 450 kg ha^{-1}), foram aplicados parcelados 30%, 40% e 30% aos 15, 30 e 45 dias após o transplante. O nitrogênio foi aplicado na forma de ureia agrícola, contendo 45% de N em sua composição (Trani et al., 1997).

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações mais utilizadas. Ao longo do período de cultivo, realizou-se adubações foliares a cada 7 dias.

A composição do produto aplicado foi: 11% N; 11% P; 11% K; 2% Mg; 10% S; 0,15% B; 0,30% Cu; 0,11% Fe; 0,26% Mn; 0,04% Mo e 0,50% Zn ($1,0 \text{ g L}^{-1}$).

As plantas foram irrigadas utilizando uma fita perfurada a laser (denominada Santeno[®]) de polietileno linear de baixa densidade tipo I. Essa fita apresenta as seguintes características: diâmetro interno de 28 mm, espessura da parede igual a 0,24 mm, emissores perfurados a laser com diâmetro de 0,3 mm e espaçamento entre emissores de 0,15 m.

As fitas foram conectadas a uma tubulação de derivação de polietileno, com diâmetro nominal de 16 mm e pressão de operação de 40 mca. O espaçamento entre as fitas foi de 3,0 m, mantendo assim três fileiras de plantas entre duas fitas de Santeno[®]. A vazão nominal para o comprimento de 10 m é de 240 L h^{-1} , utilizando a pressão de operação de 8 mca.

A pressão foi controlada por uma válvula reguladora de pressão inserida na tubulação de derivação. A tubulação de derivação foi conectada à linha principal de PVC com diâmetro nominal de 50 mm e pressão de operação de 80 mca.

O manejo da irrigação foi baseado no balanço de água no solo, sendo considerado como fluxos de entrada, a precipitação e a irrigação real necessária, e como fluxo de saída, a evapotranspiração da cultura.

Os dados meteorológicos e a evapotranspiração de referência (ET_o) foram obtidos da estação meteorológica automática da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA-CPAO), localizada em Dourados-MS.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi determinada multiplicando-se o coeficiente de cultura (K_c) pela ET_o. O K_c para as fases inicial, média e final foi de 0,65; 1,05 e 0,95 (Souza et al., 2011). A lâmina de água aplicada diariamente foi calculada por meio da razão entre a

lâmina requerida pela cultura, que correspondeu à ETc e eficiência de aplicação do sistema (Ea) determinada previamente em campo (76%).

A colheita do experimento ocorreu 84 dias após o transplante, sendo colhidas seis plantas úteis de cada parcela para realizar as seguintes avaliações: diâmetro de inflorescência (cm), massa de inflorescência (g), produtividade comercial de inflorescência ($t\ ha^{-1}$) e porcentagem de florete por inflorescência (%).

Para se obter o diâmetro de inflorescência (DI), inicialmente foi mensurada a circunferência das inflorescências colhidas com o auxílio de uma fita métrica, posteriormente por meio da relação entre a circunferência e o valor de π , obteve-se o diâmetro da inflorescência.

Para se obter a massa de inflorescência (MI) foram removidas todas as folhas e feito um corte no ponto em que a haste se torna única, então em uma balança digital pesou-se a inflorescência (florete e talo). A produtividade comercial de inflorescência (PCI) foi obtida com base na extrapolação da produtividade obtida na área útil para a população de plantas por hectare.

As plantas não apresentaram injúrias ou má formação, assim, todas as plantas colhidas foram consideradas comerciais. A porcentagem de florete por planta (PFI) foi obtida por meio da razão entre a massa de florete e a massa das inflorescências.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e quando significativo, foi realizada análise de regressão para identificar qual o melhor ajuste para os dados, foi utilizado o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura da couve-flor foi conduzida em um período de 84 dias, compreendendo o período de 07 de março a 30 de maio de 2012. A temperatura média diária durante o período do experimento variou de 12,2 a 27,4 °C (Figura 2). As temperaturas observadas proporcionaram condições ideais de germinação e desenvolvimento da cultura (Zanuzo et al., 2013).

A demanda hídrica da cultura durante os 84 dias de cultivo foi de 591 mm, sendo suprida pela precipitação acumulada (311 mm) e pela irrigação aplicada (368 mm) (Figura 3).

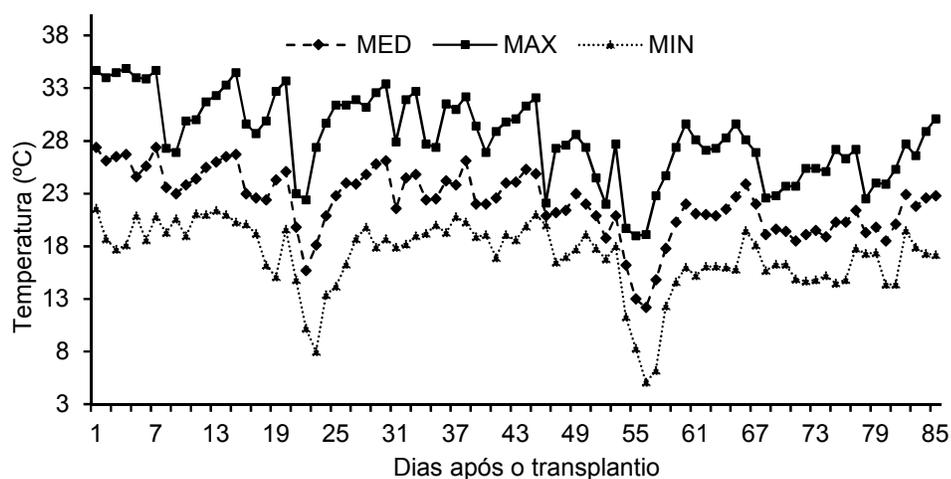


Figura 2. Temperaturas médias (MED), máximas (MAX) e mínimas (MIN) diárias do ar durante o período de cultivo.

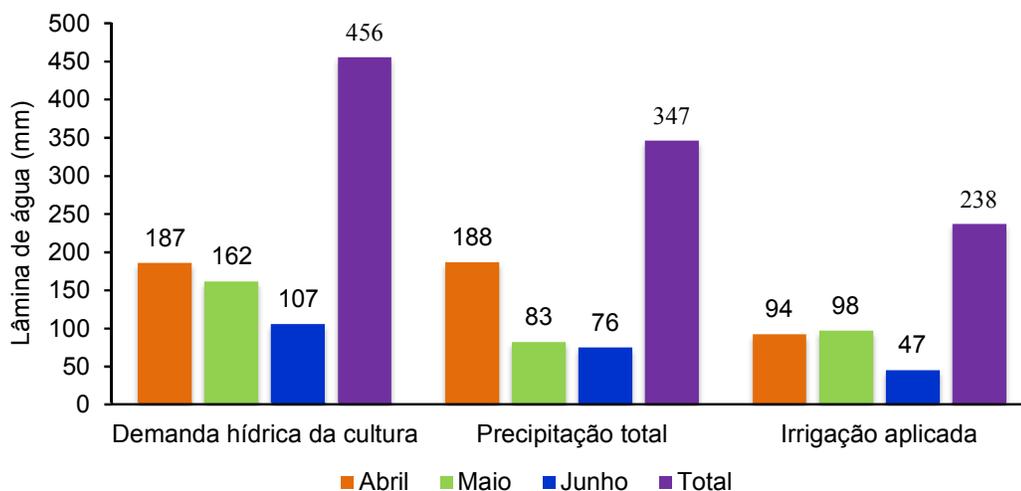


Figura 3. Demanda hídrica da cultura, precipitação total e irrigação aplicada para cada mês de cultivo.

Com relação às características produtivas da couve-flor, houve diferença significativa para o diâmetro de inflorescência (DI), massa de inflorescência (MI) e produtividade comercial de inflorescência (PCI) para as doses de nitrogênio ($p \leq 0,05$). As variáveis DI, MI e PCI em função das doses de nitrogênio foram melhor ajustadas ao modelo quadrático.

O maior diâmetro de inflorescência estimado foi de 21,52 cm, houve um incremento do diâmetro até a dosagem de 225,0 kg ha⁻¹ de N e posterior redução do diâmetro à medida que se elevou a dosagem de nitrogênio (Figura 4).

Os tratamentos onde foram utilizados zero e 450 kg ha⁻¹ de nitrogênio resultaram diâmetro de inflorescência muito semelhantes (17,45 e 17,56 cm, respectivamente), logo, pode-se concluir que doses elevadas de nitrogênio podem resultar redução do diâmetro de inflorescência, podendo essa redução ser comparada com a não aplicação em cobertura de nitrogênio às plantas.

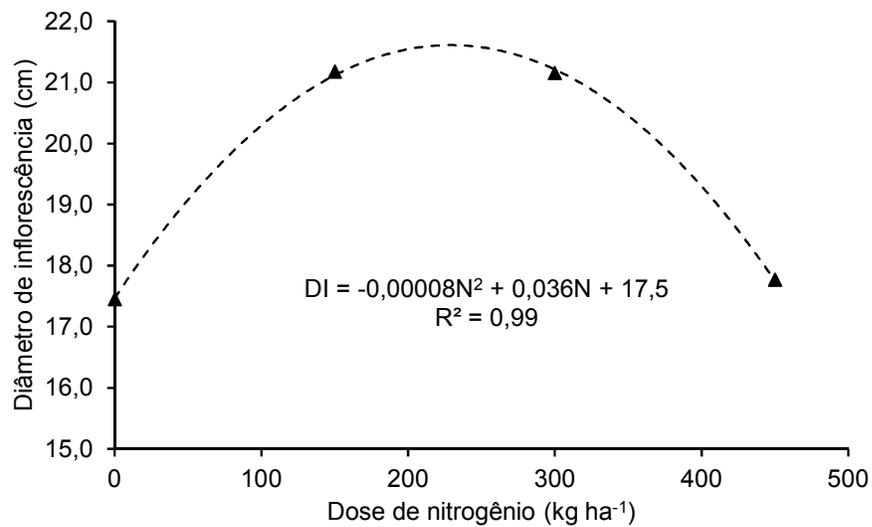


Figura 4. Resposta do diâmetro de inflorescência (DI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-flor.

Assim como o diâmetro de inflorescência, a massa de inflorescência apresentou um incremento à medida que se aumentou a dosagem de nitrogênio até o ponto de máxima (252,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio), dose que resultou massa de 1.256,6 g, após essa dose, ocorreu a redução da massa (Figura 5).

Utilizando-se a maior dose avaliada (450 kg ha⁻¹ de N) se obteve massa de influência de 748,8 g, resultado semelhante ao obtido sem aplicação de nitrogênio (715,0 g) (Figura 2).

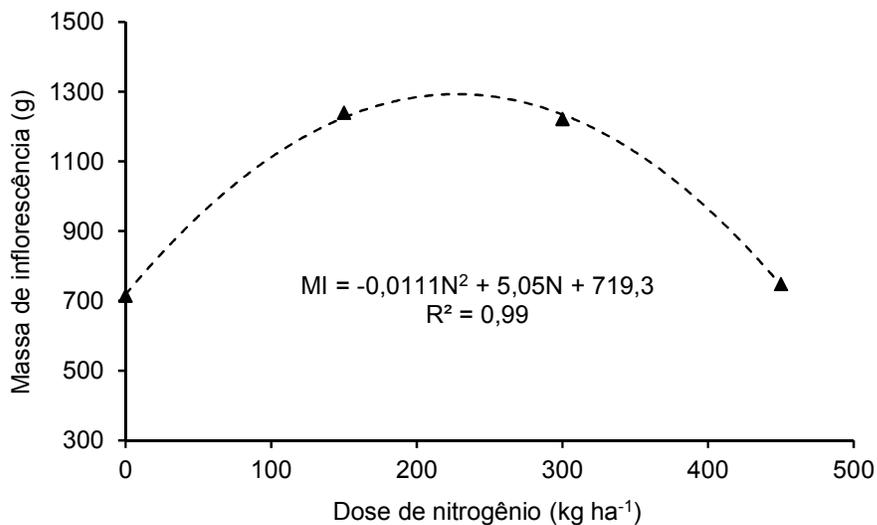


Figura 5. Resposta da massa de inflorescência (MI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-flor.

Em relação ao diâmetro de inflorescência, Camargo et al. (2008) não observaram diferença significativa em função do incremento de doses de nitrogênio (zero a 250 kg ha⁻¹), com médias de diâmetro variando entre 17,46 e 18,03 cm. Assim como Kano et al. (2010), não observaram diferença significativa para o diâmetro em função de diferentes doses de nitrogênio. Estes autores variaram a dose entre zero e 300 kg ha⁻¹ de N e obtiveram valores de diâmetro de inflorescência variando entre 19,2 e 21,8 cm.

Não obstante, Camargo et al. (2008) e Kano et al. (2010) apresentam resposta significativa para massa de inflorescência em função do incremento de doses de nitrogênio, assim como reportado por essa pesquisa. O diâmetro de inflorescência pode ser influenciado pelo espaçamento entre plantas utilizado, contudo, as duas pesquisas citadas utilizaram a mesma densidade populacional que esta pesquisa (20.000 plantas ha⁻¹).

Assim, o aumento da massa não proporcional ao incremento do diâmetro de inflorescência obtida por essas pesquisas pode ser atribuído aos diferentes híbridos utilizados pelas mesmas.

As duas pesquisas reportadas anteriormente apresentaram uma resposta linear para massa de inflorescência, Camargo et al. (2008) com sua maior dosagem avaliada (250 kg ha^{-1} de N) obtiveram massa de 901,1 g, enquanto que Kano et al. (2010) também com sua maior dose analisada (300 kg ha^{-1} de N) obtiveram massa de 1.301,6 g.

Os valores máximos de massa foram semelhantes aos obtidos por esta pesquisa (1.256,6 g), no entanto, como a maior dose aplicada nesta pesquisa foi superior às doses encontradas na literatura (450 kg ha^{-1}), o nitrogênio aplicado em grande quantidade na última aplicação deste tratamento prejudicou o desenvolvimento das plantas, causando redução da massa e do diâmetro de inflorescência.

O nitrogênio apresenta um alto potencial para ser lixiviado no solo, principalmente na forma de nitrato e em condições de alta umidade do solo (Mendes et al., 2015). A cultura foi conduzida buscando manter o solo sempre próximo a capacidade de campo, ou seja, condições adequadas de umidade do solo para as plantas, assim como para lixiviação.

O nitrato em excesso pode ter atuado como um carregador de íons que estavam na solução do solo, como Ca, Mg, Na e K (Raij, 2011), prejudicando assim o desenvolvimento das plantas neste tratamento. Doses elevadas de nitrogênio também causaram redução de parâmetros produtivos na cultura do trigo (Teixeira Filho et al., 2010), quiabo (de Oliveira et al., 2003) e maracujá-amarelo (Borges et al., 2006).

A resultante da produtividade comercial de inflorescência foi descrita por uma função quadrática, côncava para baixo, o ponto de inflexão que nesse caso representa a dosagem de nitrogênio que obteve maior produtividade ($13,4 \text{ t ha}^{-1}$) foi de $252,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo a dose ideal para otimização da produtividade da cultura.

A partir do ponto de inflexão, ocorreu redução da produtividade à medida que houve aumento das doses de nitrogênio (Figura 6). Resultados semelhantes foram obtidos por

Camargo et al. (2008), que utilizando 270 kg ha⁻¹ de nitrogênio obtiveram máxima produtividade de 12 t ha⁻¹.

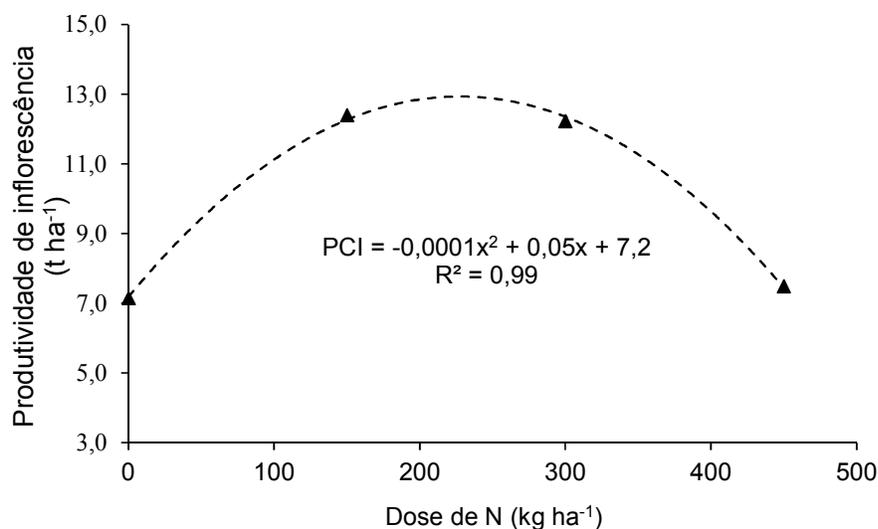


Figura 6. Resposta da produtividade comercial de inflorescência (PCI) em função das doses de nitrogênio em cobertura (zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) para a couve-flor.

A dose que proporcionou a maior produtividade está acima do recomendado por Raij (1996) para o Estado de São Paulo (15 a 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura), no entanto, as produtividades estão dentro da faixa satisfatória para cultura (8,0 a 16 t ha⁻¹). Possivelmente, esta faixa de doses recomendadas pode não ser a ideal para todas as condições de cultivo.

Durante a condução desta pesquisa houve uma grande amplitude térmica, a temperatura máxima alcançou valores de 34,7 °C e mínima de 5,1 °C, o híbrido utilizado é recomendado para condições amenas de temperatura (cerca de 20 °C), essa grande variação, comum na Região da Grande Dourados, pode ter proporcionado uma condição adversa de desenvolvimento para as plantas, causando uma maior demanda nutricional, além da maior volatilização de nitrogênio nos picos de altas temperaturas, causando maior demanda na aplicação deste fertilizante.

Por meio da análise do diâmetro, massa e produtividade de inflorescência, pode-se tomar uma decisão em relação a dosagem mais adequada de nitrogênio a ser aplicado em cobertura na cultura da couve-flor (225,0; 252,5 e 252,5 kg ha⁻¹), dependendo do parâmetro considerado. Contudo, esses parâmetros não devem ser as únicas características a serem consideradas para se identificar a dosagem mais indicada para o cultivo da couve-flor.

Quando possível a identificação da dosagem mais adequada deve envolver parâmetros produtivos (DI, MI e PCI) e qualitativos, como a porcentagem de florete por inflorescência (PFI). A porcentagem de florete é considerada uma característica qualitativa para as plantas de couve-flor, pois quantifica a porção da inflorescência que geralmente é mais valorizada para o consumo, os floretes.

A porcentagem de florete por inflorescência não foi significativa em relação ao aumento das doses de nitrogênio ($p \leq 0,05$). Os valores obtidos para as doses de zero, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ em cobertura de nitrogênio foram 89,2%, 85,1%, 90,2% e 88,9%, respectivamente.

Durante os 85 dias de cultivo, as plantas não apresentaram distúrbios fisiológicos ou outras anomalias que prejudicassem a comercialização das mesmas, isso pode ser comprovado pelos valores de produtividades comercial obtidos, pois os mesmos estão dentro do padrão considerado como satisfatória para cultura (Raij, 1996), além de estarem semelhantes aos reportados por Camargo et al. (2008).

5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foram realizadas esta pesquisa, em média a dose de nitrogênio mais recomendadas para o cultivo de couve-flor para Região da Grande Dourados, MS, é de 243,3 kg ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALHÃES CC, PRADO RM, CORREIA MAR, ROZANE DE, ROMUALDO IM (2009) Avaliação do estado nutricional de plantas de couve-flor cultivadas em solução nutritiva suprimidas de macro nutrientes. *Nucleus* 6(1):250-261. doi: 10.3738/1982.2278.162

BORGES AL; CALDAS RC; LIMA AL (2006) Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. *Revista Brasileira Fruticultura*. 28(2): 301-304.

CAMARGO MS, MELLO SC, FOLTRAN DE, CARMELLO QAC (2009) Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. *Horticultura Brasileira* 27(1):137-154. dois: org/10.1590/S0102-05362009000100006

CAMARGO S; MÔNICA; MELLO MC; FOLTRAN S; DE CAMARGO DE; AUGUSTO CQ (2008) Produtividade e podridão parda em couve-flor de inverno influenciadas pelo nitrogênio e boro. *Bragantia* 67(2):371-375.

CAMPAGNOL R, NICOLAI M, MELLO SC, ABRAHÃO C, BARBOSA JC (2009) Boro e nitrogênio na incidência de hastes ocas e no boro e nitrogênio na incidência de hastes ocas e no rendimento de brócolis. *Ciência agroecologia* 33(6):1477-1485. doi: org/10.1590/S1413-70542009000600004

ČEKEY N, ŠLOSÁR M, UHER A, BALOGH Z, VALŠÍKOVÁ M, LOŠÁK T (2011) The effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and content of sulforaphane and nitrates in cauliflower. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*.59(5):17-22. doi: org/10.11118/actaun201159050017

DE OLIVEIRA A P; ALVES AU; DORNELAS CSM; SILVA JA; PÔRTO ML; ALVES AU (2003) Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 25(2):265-268.

DONAGEMMA GK, RUIZ HA, ALVAREZ VH, FERREIRA PA, CANTARUTTI R.B, SILVA AT, FIGUEIREDO GC (2008) Distribuição do amônio, nitrato, potássio e fósforo em colunas de latossolos fertirrigadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.32(6):2493-2504. doi: org/10.1590/S0100-06832008000600026

EMBRAPA (2011) Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos. 230 p.

EMBRAPA (2013) Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos. 353p.

FONTES PCR (1999) Sugestão de adubação de hortaliças. In: Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvaraz VH Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Comissão de fertilidade do solo. 359p.

HUSSAIN MJ, KARIM AJMS, SOLAIMAN ARM, HAQUE MM (2012) Effects of nitrogen and boron on the yield and hollow stem disorder of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *The Agriculturists*. 10(2):36-45. doi: 10.3329/agric.v10i2.13140

JADOSKI SO; SAITO LR; PRADO C; LOPES EC; SALES LLSR (2010) Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* 3(1):193-200.

KANO C, SALATRA AC, CARDOSO AII, EVANGELISTA RM, HIGUTI ARO, GODOY AR (2010) Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*. 28(4):453-457. doi: org/10.1590/S0102-05362010000400013

MALAVOLTA E (1980) Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.

MATSCHEGEWSKI C, ZETZSCHE H, HASAN Y, LEIBEGUTH L, BRIGGS W, ORDON F, UPTMOOR, R (2015) Genetic variation of temperature-regulated curd induction in cauliflower: elucidation of floral transition by genome-wide association mapping and gene expression analysis. *Frontiers in Plant Science*. 6(720):1-15 doi: org/10.3389/fpls.2015.00720

MELLO SC, CAMARGO MS, VIVIAN R, NASCIMENTO TS, OLIVEIRA ES, BERTANHA R (2009) Nitrogênio e boro na produção e incidência de haste oca em couve-flor 'Sharon'. *Bragantia*. 68(3):761-764. doi: org/10.1590/S0006-87052009000300024

MENDES WC; ALVES JUNIOR J; CUNHA PCR; SILVA, AR; EVANGELISTA AWP; CASAROLI D (2015) Lixiviação de nitrato em função de lâminas de irrigação em solos argiloso e arenoso. *Irriga. Edição Especial*: 47-56.

RAIJ BV, CANTARELLA H, QUAGGIO JA, FURLANI AMC (1996) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agronômico & Fundação IAC. 285p.

RAIJ BVAN (2011) Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. *International Plant Nutrition Institute*, 420p.

SÁNCHEZ LR, BOTÍA CP, SIRONI JS, SÁNCHEZ A.A, CRESPO A.P, NARTÍNEZ CM (2001) Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Investigacion Agraria. Producción y protección vegetal*. 16(1):119-130.

SCHUMACHER RL, GARDIN JPP, COLIMO AGSC, BETTONI JC, MESSERSCHMIDT, I (2012) Composto nitrogenados do vinho: fatores envolvidos na formação de aminoácidos e amins biogênicas. *Evidência*. 12(2):137-154.

SERUDO, RAFAELA NOEL. Avaliação do desempenho de couve-flor de verão para o cultivo no município de Manaus – Amazonas. Manaus: [s.n], 2013. xi, 49p. Dissertação(Agricultura no Trópico Úmido (ATU)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

SOEGAS P, SOTELO T, VELASCO P, CARTEA ME (2011) Antioxidant properties of Brassica vegetable. *Functional Plant Science and Biotechnology*. 5(2):43-45. doi:10.1016/j.lwt.2005.07.023

SOUZA VF, MAROUELLI WA, COELHO JMP, FILHO MAC (2011) Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. *Embrapa Informação Tecnológica*. 2011. 711 p.

TEIXEIRA FILHO MCM; BUZETTI S; ANDREOTTI M; ARF O; BENETT CGS (2010) Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. Pesquisa agropecuária. Brasileira. 45(8): 797-804.

TOTUŠEK J, TRÍSKA J, LEFNEROVÁ D, STROHALM J, VRCHOTOVÁ N, ZENDULKA O, PRŮCHOVÁ J, CHALOUPKOVÁ J, NOVOTNÁ P, HOUŠKA M (2011) Contents of sulforapahane and total isothiocyanates, antimutagenic activity, and inhibition of clastogenicity in pulp juice from cruciferos plants. Czech Journal of Food Sciences. 29(5):548-556.

TRANI PE, PASSOS FA; AZEVEDO FILHO JA, TAVARES, M (1997) BRÓCOLOS, COUVE-FLOR E REPOLHO. IN: RAIJ B, CANTARELLA H, QUAGGIO JA, FURLANI AMC Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. IAC, p.175.

VAN DEN BOOGAARD R, THORUP-KRISTENSEN K (1997) Effects of nitrogen fertilization on growth and soil nitrogen depletion in cauliflower. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science. 47(3):149-155.

ZANUZO MR; RIBEIRO LM; LANGE A; MACHADO RAF; MASSAROTO JA (2013) Desempenho agrônômico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. Horticultura Brasileira. 31(2):332-337. doi: org/10.1590/S0102-05362013000200026