



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

LILIAN DE SOUZA DIONIZIO

**EFEITO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMÔNIO E NITRATO NA  
PRODUÇÃO DE COENTRO EM CULTIVO HIDROPÔNICO**

FORTALEZA/CE

2019

LILIAN DE SOUZA DIONIZIO

EFEITO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMÔNIO E NITRATO NA  
PRODUÇÃO DE COENTRO EM CULTIVO HIDROPÔNICO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da Universidade  
Federal do Ceará, como parte das exigências da  
Atividade AC0510 – Trabalho de Conclusão de  
Curso, como requisito para a obtenção do título  
de Engenheira Agrônoma.  
Orientador Pedagógico: Prof. Dr. Ismail Soares

FORTALEZA/CE

2019



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- D624    Dionizio, Lilian de Souza.  
      Efeito de diferentes proporções de amônio e nitrato na produção de coentro em cultivo hidropônico / Lilian de Souza Dionizio. – 2019.  
      43 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.  
      Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.
1. Formas de nitrogênio. 2. Solução nutritiva. I. Título.

CDD 630

---

LILIAN DE SOUZA DIONIZIO

EFEITO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMÔNIO E NITRATO NA  
PRODUÇÃO DE COENTRO EM CULTIVO HIDROPÔNICO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Atividade AC0510 – Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Orientador Pedagógico: Prof. Dr. Ismail Soares

Aprovada em: 26/11/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Professor Dr. Ismail Soares  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Agrônomo Me. Francisco Gilcivan Moreira da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Agrônomo Me. Walisson Marques Silveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por cuidar de mim e por me conduzir pelos melhores caminhos.

Aos meus pais e a minha família pelo apoio, educação e amor que me fizeram chegar até aqui.

Aos meus amigos, pelo companheirismo, paciência e apoio nas maiores dificuldades.

Aos avaliadores Walisson Marques Silveira e Francisco Gilcivan Moreira pela contribuição e palavras de incentivo.

A todos os professores da graduação, por colaborarem com meu aprendizado. Aos Professores Francisco Casimiro, Ribamar Furtado, Niedja Goyanna, Marcelo Guimarães pela partilha de conhecimentos e pelos ensinamentos para a vida.

Aos companheiros da Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB), do Grupo Agroecológico da UFC (GAUFC), do Grupo de Astronomia Agrícola da UFC, do Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura (NEEF), do Núcleo de Estudos em Olericultura (NEON), do Borboletário (UFC), do Centro de Estudos em do Centro de Estudos em Floricultura e Paisagismo (CEFLOR) e do Departamento de Integração e Valorização da Agronomia (D.I.V.A.) e todos que compartilharam os prazeres e as dificuldades desta jornada.

A todos os meus amigos da graduação, principalmente Pedro Juvêncio, Jefferson fortes, Thiago Barros, Gilcivan Moreira, Melissa Sousa, Acrísio Feitosa, Iorrana Gomes, Felipe Diogo, Rodrigo Jucá e Rafael Dantas, por estarem comigo durante esta jornada.

A Tia Graça por seus cafezinhos e palavras acolhedoras e de incentivo.

A toda organização universitária da UFC principalmente Fabiana e Moises da Coordenação do Curso de Agronomia pela amizade, apoio e suporte por todos esses anos. Obrigada a todos e sigamos confiante em busca de nossos ideais, no exercício da profissão.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (ALBERT EINSTEIN).

## RESUMO

O coentro (*Coriandrum sativum L.*) é uma das hortaliças mais consumidas no nordeste brasileiro e necessita de pesquisas para uma produção eficiente. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do  $\text{NH}_4^+$  e do  $\text{NO}_3^-$  sobre alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento e a produtividade do coentro sob diferentes níveis de adubação. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza-Ce, no período de agosto a outubro de 2019. Para esse estudo, utilizou-se a variedade Verdão cultivada em vasos contendo areia lavada como substrato e irrigado com solução nutritiva, com diferentes proporções de  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ . Os tratamentos consistiram de cinco proporções entre  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  em percentagem: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100. Avaliou-se o número de plantas (NP), o peso fresco (PFPA) e seco (PSPA) da parte aérea e o peso seco da raiz (PSR). Os dados obtidos, referentes às características avaliadas, foram submetidos à análise estatística. Nas condições deste estudo, a aplicação de diferentes proporções de amônio e nitrato em solução nutritiva, interferiu no crescimento e produtividade do coentro, causou toxidez nas plantas cultivadas com as maiores proporções de amônio e na proporção de 25:75 por cento de amônio:nitrato melhorou o crescimento e desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chave:** Formas de nitrogênio; Solução nutritiva; *Coriandrum sativum L.*

## ABSTRACT

Coriander (*Coriandrum sativum L.*) is one of the most consumed vegetables in the Brazilian northeast and requires research for efficient production. Therefore, the objective of this study was to evaluate the influence of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  on some aspects related to the development and productivity of coriander under different fertilization levels. The experiment was conducted in the experimental area of the Department of Soil Sciences of the Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza-Ce, from August to October 2019. The treatments consisted of five proportions between  $\text{NH}_4^+$ :  $\text{NO}_3^-$  as a percentage: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100. The number of plants (NP), fresh (PFPA) and dry (PSPA) of shoot and dry root weight (PSR) were evaluated. The data obtained, referring to the characteristics evaluated, were submitted to statistical analysis. Under the conditions of this study, the application of different proportions of ammonium and nitrate in nutrient solution interfered with the growth and productivity of coriander, caused toxicity in plants cultivated with the highest ammonium proportions and in the proportion of 25:75 per ammonium percent: nitrate improved plant growth and development.

**Keywords:** Nitrogen shapes; Nutrient solution; *Coriandrum sativum L.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1:** Crescimento de coentro (*Coriandrum sativum L.*), após 38 dias do início do experimento, em função das concentrações de solução nutritiva após 38 dias de cultivo.

.....**Error! Bookmark not defined.**

**Gráfico 1:** Efeito do  $\text{NH}_4^+$  sobre o número de plantas (NP) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias..... 26

**Gráfico 2:** Efeito do  $\text{NH}_4^+$  sobre o peso fresco (PFPA) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias..... 27

**Gráfico 3:** Efeito do  $\text{NH}_4^+$  sobre o peso seco parte aérea (PSPA) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.....**Error! Bookmark not defined.**

**Gráfico 4:** Efeito do  $\text{NH}_4^+$  sobre o peso seco da raiz (PSR) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.....**Error! Bookmark not defined.**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Solução nutritiva contendo diferentes proporções de amônio: nitrato ..... 21

**Tabela 2:** Médias observadas para as características: número de plantas (NP), peso fresco da parte aérea (PFPA), peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR), em função das concentrações de solução nutritiva, no crescimento coentro (*Coriandrum sativum L.*), após 38 dias do início do experimento.**Error! Bookmark not defined.**

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1 Coentro .....   | 15        |
| 2.2 Nitrogênio: Função e Absorção .....   | 16        |
| 2.3 Relação amônio x nitrato: Rendimento, Tolerância e Toxidez em plantas ..... | 17        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>APÊNDICE A- ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS ANALISADAS.....</b>                    | <b>35</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O *Coriandrum sativum L.* é popularmente conhecido por coentro ou cheiro verde, e é bastante produzido no Brasil, principalmente na região Nordeste onde as condições de clima quente e seco favorecem o bom desenvolvimento da cultura durante todo o ano. Além de ser a região que mais produz, o Nordeste apresenta também maior consumo dessa hortaliça, a qual apresenta um alto valor nutricional devido à presença de vitaminas, fonte de cálcio e ferro (FILGUEIRA, 2008), e comumente utilizada na composição de inúmeros pratos regionais.

Devido à grande demanda e produção do coentro no país, a necessidade de fornecimento de nutrientes é pertinente, pois, semelhante a outras hortaliças, esta folhosa é muito exigente em nutrientes prontamente solúveis, e para um bom rendimento na produção a adubação contribui de forma efetiva. Portanto, para realizar um manejo adequado de adubação é relevante saber as exigências nutricionais da cultura e a capacidade de extração de nutrientes no solo. E quando se trata de adubação do coentro, todos os nutrientes são indispensáveis, porém, os macronutrientes assumem papel importante, principalmente o nitrogênio por atuar diretamente no crescimento da parte comercial da cultura que são as folhagens.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas e o seu fornecimento é importante para obter, em quase todas as culturas, um aumento de biomassa, bom desenvolvimento e produtividade. Esse nutriente é encontrado principalmente nas formas de amônio e nitrato na solução do solo, e sua absorção pelas plantas é influenciada por fatores como a proporção de  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  no meio, pH, temperatura, intensidade luminosa, concentração de carboidratos nas raízes, entre outros. Algumas espécies absorvem preferencialmente o nitrato mais rapidamente do que o amônio, enquanto outras agem exatamente ao contrário, preferindo absorver o amônio (LEMOS, 1996).

Contudo, considerando que o uso eficiente e racional de adubos nitrogenados minimiza o desperdício de insumos e custos na produção, e que as plantas apresentam diferentes formas de absorção e tolerância às concentrações amônio ou nitrato é importante realizar estudos sobre o crescimento das plantas após a adição de

diferentes doses de nitrogênio para que seja possível otimizar o crescimento das plantas e o resultado da produção.

Portanto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de proporções diferentes de amônio e nitrato analisando os efeitos tóxicos, sobre alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento e produtividade do coentro em função da adubação nitrogenada.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Coentro**

O coentro (*Coriandrum sativum L.*) é uma hortaliça folhosa aromática cultivada de forma anual e pertencente à família Apiaceae, possui morfologia de folhas alternas, pinadas, com coloração verde brilhante, caule ereto, flores de coloração rosa ou branca, apresentam frutos secos e pequenos em formato globuloso separados em dois mericarpos (PEREIRA; MUNIZ; NASCIMENTO, 2005). Sua germinação ocorre de cinco a sete dias após a sementeira, com cerca de 40 dias as plantas atingem o ápice de desenvolvimento vegetativo, e a partir desta etapa as mesmas iniciam seu processo reprodutivo (GUSMÃO; GUSMÃO, 2007).

É uma planta provavelmente originária da região leste do mediterrâneo e oeste da Ásia (EMBRAPA, 2007), cultivada praticamente em todos os países do mundo, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (REIS; LOPES, 2016). Para a cultura é recomendado solos profundos, com boa drenagem (VERMA *et al.*, 2011). O coentro é cultura de clima quente, intolerante a baixas temperaturas, e no Nordeste brasileiro é semeado o ano todo (FILGUEIRA, 2013). E a produtividade brasileira tem crescido sistematicamente, chegando a 65.675 t/ha e na região Nordeste 38.645 t/ha segundo o censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2017).

Todas as partes desta planta são utilizadas como agente aromatizante e, por muitas civilizações também usadas como remédios tradicionais para o tratamento de diferentes desordens na saúde humana (SAHIB *et al.*, 2012). Portanto, é uma das primeiras especiarias de sementes usadas pela humanidade (KHAN; PARVEEN, 2018). Porém, no Brasil a maior importância do coentro está na utilização de folhas na

condimentação, sendo muito utilizado na preparação de molhos, temperos e cosméticos (ZARATE, *et al.*, 2005), além de propriedades medicinais a planta é rica em vitaminas A, B1, B2 e C, fonte de cálcio e ferro (Lima, 2007).

## **2.2 Nitrogênio: Função e Absorção**

O nitrogênio(N) é um dos elementos requeridos pelas plantas em maior quantidade, principalmente na fase de crescimento (MARSCHNER, 2005). Ele está diretamente relacionado a processos fisiológicos, crescimento foliar e taxa fotossintética (MALAVOLTA *et al.*, 1976). Diferente dos outros nutrientes é um fator de grande influência no crescimento e produtividade na maioria das culturas (FERNANDES, 2006). Na sua ausência as plantas apresentam baixo desempenho, desordem nutricional e aumento da incidência de doenças e pragas (SMIDERLE *et al.*, 2005). O nitrogênio é fundamental para a síntese de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, além de fazer parte da molécula de clorofila e a sua disponibilidade influencia a quantidade de proteínas e carboidratos estocados (MARSCHNER, 1995). É um elemento de extrema versatilidade podendo existir na forma orgânica ou inorgânica, e em vários estados de oxidação, sendo assim muito importante nos ciclos biogeoquímicos e no metabolismo das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

As principais fontes de nitrogênio na agricultura são os fertilizantes derivados da amônia anidra, como a uréia, o sulfato de amônio e o nitrato de amônio. Os fertilizantes nitrogenados são utilizados de acordo com a demanda de cada cultura (PINTO *et al.*, 1993) sendo os íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) as formas predominantes de N mineral disponível às plantas (SCHLOERRING *et al.*, 2002).

Nas plantas, o nitrogênio representa até 6% da sua matéria seca, podendo ser absorvido de formas diferentes (HAVLIN *et al.*, 2005). A preferência por fontes de N varia entre espécies e depende de fatores ambientais, como o pH, temperatura, intensidade luminosa e concentração de carboidratos nas raízes entre outros (MENGEL; KIRKBY, 1978). A absorção nas formas inorgânicas, como amônio e nitrato possui diferentes efeitos no crescimento, no vigor do vegetal, produção de biomassa e reprodução (LANE; BASSIRIRAD, 2002), sendo o N absorvido e metabolizado preferencialmente pelas plantas como nitrato e amônio as formas mais

presentes na solução do solo (TAIZ; ZEIGER, 2009). Os processos de absorção de amônio e nitrato dependem de energia, sendo a absorção do amônio passiva, através de um transportador tipo uniporte, e a absorção do nitrato é um processo ativo secundário, em simporte. As enzimas nitrato redutase e nitrito redutase, convertem o nitrato absorvido e reduzem a amônio. O nitrato pode ser exportado para várias partes da planta ou ficar retido no vacúolo. O transporte do nitrato para as folhas ocorre através do xilema e por meio do floema para outros órgãos na forma de aminoácidos principalmente (SOUZA; FERNANDES, 2006).

A forma amoniacal é absorvida no início do desenvolvimento das plantas, sendo a forma nítrica absorvida à medida que vai avançando o ciclo vegetativo (BLACKMER, 2000). Em solos com pH ácido as plantas absorvem preferencialmente o amônio como fonte de N, já em solos com pH neutro a alcalino o nitrato (GUIMARÃES *et al.*, 2014). No coentro a absorção de amônio é preferencial em relação ao nitrato (COMETTI, 2003), conseqüentemente a velocidade de absorção dessa forma de N é maior, apresentando rápida depleção da sua concentração na solução nutritiva (KAFKAFI, 1990).

Em Soluções nutritivas com maior proporção de nitrogênio na forma amoniacal reduzem o acúmulo de nitrato na planta que é incorporado a compostos orgânicos, podendo ser tóxicos as plantas (BRITTO; KRONZUCKER, 2002). Dessa forma, para que não haja efeitos indesejados, a solução nutritiva deve apresentar concentrações adequadas que facilitem a absorção dos elementos pelas plantas, no intuito de evitar o antagonismo entre os nutrientes, salinização, toxidez, queda na produtividade e qualidade das plantas (NELL *et al.*, 1997).

### **2.3 Relação amônio X nitrato: Rendimento, Tolerância e Toxidez em plantas**

O crescimento das plantas em geral é muito limitado pela disponibilidade de nitrogênio. Por esse motivo a produtividade do ecossistema terrestre pode ser amplamente afetada pelos diferentes efeitos entre a adição de amônio e nitrato no crescimento das plantas (YAN, *et al.*, 2019). Embora nitrato e amônio sejam considerados equivalentes na maioria dos N dos estudos de fertilização (STEVENS

; MANNING 2006), alguns estudos recentes relatam diferentes preferências de N entre espécies vegetais (BERG ; THO 2017).

As diferentes espécies vegetais apresentam estratégias variadas para o uso de N e, portanto, respondem de forma diferente a adição desse nutriente (XIA;WAN, 2008). Portanto, ainda não está claro se a preferência das plantas por formas N para seu desenvolvimento também varia entre os tipos funcionais das plantas, pois em algumas espécies de plantas, a adição de amônio parece ser tóxica (Venden Berg *et al.*, 2005; De Schrijver *et al.*, 2008), enquanto outros estudos destacam que o efeito tóxico pode ser apenas em algumas funções da planta (Paulissen *et al.*, 2005 ; Verhoeven *et al.*, 2011 ) ou depende das propriedades do solo (Liet *et al.*, 2014).

A adubação nitrogenada é uma estratégia importante para elevar a qualidade e o crescimento das plantas (Fagundes, *et al.*, 2005). A maior parte do nitrogênio fornecido na solução nutritiva é na forma de nitrato, pois o amônio em altas concentrações é fitotóxico para algumas plantas (FURLANI, 1998). O teor de nitrato depende da disponibilidade de N na solução nutritiva, intensidade luminosa, temperatura, umidade relativa do ar, época de cultivo e fatores genéticos entre outros fatores (CAVARIANNI; KERBIRIOU *et al.*, 2013). A proporção nitrato:amônio presente na solução afeta o crescimento e o estabelecimento das plantas (BARKER; MILLS, 1980), pois em pequenas concentrações o amônio pode ser uma fonte adequada de N para as plantas, mas, em grandes concentrações causam problemas, como o crescimento reduzido, principalmente quando associado à baixa disponibilidade de outros nutrientes (K, Ca e Mg) (BRITTO; *et al.*, 2002). A absorção e assimilação bioquímica de amônio em relação ao nitrato são favorecidas, pois seu estado de oxidação dispensa a redução química na célula (HOWITT; UDVARDI, 2000).

Algumas espécies podem ser tolerantes a elevadas concentrações de amônio e apresentarem apenas sintomas de toxidez, mas em outras a alta concentração desse íon pode causar a morte (BRITTO; KRONZUCKER, 2002). Visto que a absorção exclusiva de amônio inibe o desenvolvimento de algumas culturas, altera o pH celular, gera desbalanço iônico e hormonal (TAIZ ; ZEIGER 2013). Esses sintomas de toxidez ao amônio são inconstantes entre as espécies e os efeitos geralmente ocasionam diminuição no crescimento de raízes e da parte aérea das plantas e crescimento atrofiado, devido à

necessidade de grandes quantidades de carboidratos, para sua assimilação (FERNANDES; SOUZA 2006). Portanto, devido às diferentes quantidades de formas de N absorvidas pelas espécies, em cultivos sob sistema hidropônico, a solução nutritiva é balanceada e disponibiliza todos os nutrientes necessários que contribuem para a qualidade dos vegetais e garantem o aumento da produção (CASTOLDI; BECHINI; FERRANTE, 2011).

Vários trabalhos constataram os mecanismos usados para explicar essa toxidez, como a relação da entrada excessiva de amônio com a despolarização da membrana plasmática e do tonoplasto, a acidificação das organelas celulares, na tentativa de manter o potencial elétrico das membranas, mudanças no status de carboidratos das plantas, o desacoplamento da fotofosforilação e a ciclagem fútil onde o amônio absorvido sofre efluxo da célula resultando em gasto energético na forma de ATP e aumento da respiração das raízes (FERNANDES; SOUZA 2006). Portanto, a adubação amoniacal causa efeitos nocivos ao sistema radicular, diminuição da absorção dos nutrientes e distúrbios fisiológicos que causam à morte das células e dos tecidos (BRITTO; KRONZUCKER 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de 13 de agosto a 20 de setembro de 2019, em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo na Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada em Fortaleza com altitude média de 16 m, latitude de 3° 43' 6" S e longitude de 38° 32' 36" W clima da região de acordo com a classificação de Köppen-Geiger classifica-se como tropical semiúmido, com temperatura média anual em torno dos 27 °C.

#### Condução do experimento

Cinquenta sementes do coentro, cultivar 'Verdão', foram semeadas em vasos com capacidade de 2,8 litros, contendo como substrato areia lavada. Cinco dias após a emergência das plantas, iniciou a aplicação de solução nutritiva contendo diferentes proporções de amônio: nitrato (Tabela 1). As plantas foram irrigadas uma vez por dia, aplicando a solução nutritiva, com condutividade elétrica (CE) de 1,4 dS.m<sup>-1</sup> e pH de 5,5, até início da drenagem. Uma vez por semana, os vasos foram irrigados com água destilada até a CE da água drenada atingisse aproximadamente 1,0 dS.m<sup>-1</sup>, evitando assim acúmulo de sais no substrato.

Trinta e oito dias após o plantio, as plantas foram cortadas rentes o substrato e acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados, e determinado o peso da matéria fresca da parte aérea, a seguir, determinou-se o número de plantas por vaso. As raízes foram separadas do substrato com água corrente, e após, retirada o excesso de água, foram acondicionadas em sacos de papel, Os sacos de papel com a parte aérea e as raízes foram colocados em estufas, com circulação forçada de ar, com temperatura a 65°C, durante 72 horas, para determinação da matéria seca do material vegetal.

**Tabela 1:** Solução nutritiva contendo diferentes proporções de amônio:nitrato

| Solução<br>estoque                                   | g/l    | Relação NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> <sup>+</sup> % |       |       |       |       |
|--|--------|---|-------|-------|-------|-------|
|  |        | 100:00  | 75:25 | 50:50 | 25:75 | 0:100 |
|  |        | T1  | T2    | T3    | T4    | T5    |
|  |        | -----ml/5l-----   |       |       |       |       |
|  |        | -----   |       |       |       |       |
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O | 84,22  | -   | 16,2  | 25,3  | 7,0   | 16,1  |
| NaNO <sub>3</sub>                                    | 61,86  | -   | -     | 6,9   | 40,9  | 33,5  |
| KNO <sub>3</sub>                                     | 75,48  | -   | -     | -     | -     | 13,9  |
| NH <sub>3</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>       | 19,2   | 25,0  | 25,0  | 25,0  | -     | -     |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      | 55,6   | 10,3  | 10,3  | 10,3  | 9,7   | -     |
| NH <sub>4</sub> Cl                                   | 49,5   | 35,7  | 23,3  | 11,0  | 3,6   | -     |
| KCL  | 47,28  | 29,2  | 29,2  | 29,2  | 16,2  | -     |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                      | 22,64  | -   | -     | -     | 32,1  | 31,9  |
| CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O                  | 58,8   | 24,8  | 10,5  | 2,4   | 18,6  | 10,6  |
| MgCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O                  | 40,64  | 15,2  | 15,2  | 15,2  | 14,4  | 1,3   |
| MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O                  | 50,52  | -   | -     | -     | 1,2   | 21,2  |
| NaCl   | 119,00 | 16,9  | 16,9  | 14,4  | 2,4   | 2,4   |
| HCL – 1N   |        | -   | -     | -     | 4,6   | 4,6   |
| Micronutrientes*                                     |        | 5,0   | 5,0   | 5,0   | 5,0   | 5,0   |
| Rexolin**  |        | 20,0  | 20,0  | 20,0  | 20,0  | 20,0  |
| Ph   |        | 5,77  | 5,70  | 5,62  | 5,69  | 5,71  |

\*Solução Estoque (g/l)

\*\* 65% de Ferro

\*Micronutrientes compostos por: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; MnCl<sub>2</sub>; ZnCl<sub>2</sub>; CuCl<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>. H<sub>2</sub>O.**Fonte:** autor

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com cinco tratamentos de proporções de relação amônio:nitrato na solução nutritiva em percentagem (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100), com cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por um vaso. Os dados de número de plantas por vaso, matéria fresca e seca da parte aérea e matéria seca de raízes foram submetidos à análise de variância, e os dados médios submetidos à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental foi observado sintoma de toxidez característica das plantas sensíveis ao íon amônio. Dos tratamentos avaliados, verificou-se que a aplicação da proporção 100:00 de amônio e nitrato em solução nutritiva (figura 1), causou toxidez nas plantas.

**Figura 1:** Crescimento de coentro (*Coriandrum sativum L.*), em função das concentrações de solução nutritiva após 38 dias de cultivo.



**Fonte:** autor

A proporção 25:75 de amônio e nitrato melhorou o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Tabela 2). Nesse tratamento as variáveis avaliadas apresentaram maior número de plantas (NP), maior peso fresco da parte aérea (PFPA), maior peso seco da parte aérea (PSPA) e maior peso seco da raiz (PSR).

E as proporções 100:0, 75:25, 50:50, e 0:100 de amônio e nitrato apresentaram menores resultados (Tabela 2). A redução está relacionada, entre outros fatores, ao maior custo energético para a absorção do nitrato (FERNANDES; ROSSIELO 1986). A estimativa é que a redução e assimilação do nitrato possam

consumir até 25% dos processos associados à fotossíntese e ao transporte de elétrons que ocorre em nível de mitocôndrias (BLOOM *et al.*, 1989).

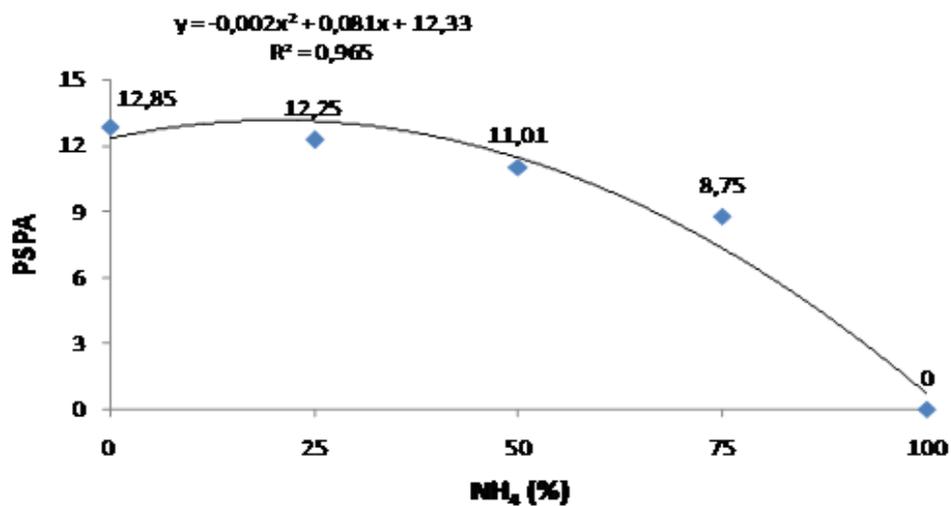
**Tabela 2:** Médias observadas para as características: número de plantas (NP), peso fresco da parte aérea (PFPA), peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR), em função das concentrações de solução nutritiva, no crescimento coentro (*Coriandrum sativum L.*), após 38 dias do início do experimento.

| MÉDIA DOS TRATAMENTOS |  |       |       |       |      |
|-----------------------|--|-------|-------|-------|------|
| TRAT                  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NP    | PFPA  | PSPA  | PSR  |
| 1                     | 100:0  | 0     | 0     | 0     | 0    |
| 2                     | 75:25  | 20,72 | 23,8  | 8,75  | 5,34 |
| 3                     | 50:50  | 49,96 | 43,2  | 11,01 | 5,85 |
| 4                     | 25:75  | 77,77 | 41,6  | 13,25 | 6,30 |
| 5                     | 0:100  | 68,81 | 12,85 | 12,85 | 6,13 |

**Fonte:** autor

Os resultados do variável peso seco da parte aérea (PSPA) confirmam que o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi mais eficiente que o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Gráfico 4). Esse efeito do amônio tem sido relacionado à alteração negativa provocada no potencial hídrico foliar em função da maior resistência hidráulica das raízes (ADLER *et al.*, 1996), à menor translocação de citocininas das raízes para a parte aérea (WALCH-LIU *et al.*, 2000) e à menor absorção de cátions (RAAB; TERRY, 1995).

**Gráfico 1:** Efeito de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sobre o peso seco parte aérea (PSPA) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.

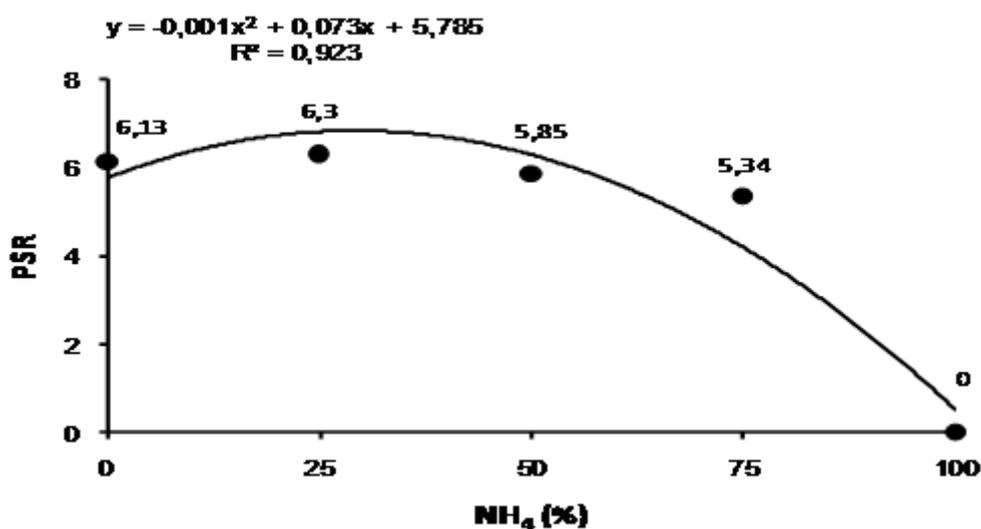


4

Fonte: autor

Também, a variável peso seco das raízes foi maior para os tratamentos em que se usou a combinação de nitrato e amônio cultivado nas proporções 25: 75 na solução nutritiva (Gráfico 5). Confirmando que o amônio reduz o fluxo de assimilados que pode ser utilizado para o crescimento de raízes.

**Gráfico 2:** Efeito de  $\text{NH}_4^+$  sobre o peso seco da raiz (PSR) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.



5

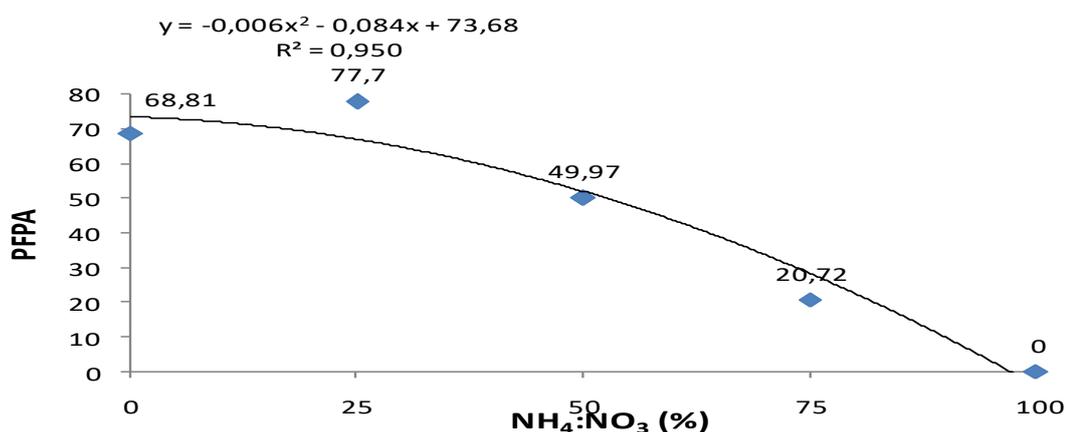
Fonte: autor

Essa maior eficiência de absorção, explicam as maiores concentrações de N obtidas pelas plantas cultivadas com altas proporções de amônio. Como mencionado, a alta eficiência na absorção pode ter determinado a necessidade no desvio de esqueletos de carbono e gasto energético para evitar-se o acúmulo excessivo de amônio e ter contribuído para o menor crescimento das plantas.

Os efeitos dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do coentro constataram que foi significativa aos tratamentos aplicados e o aumento do amônio demonstra efeitos desfavoráveis ao aumento da produtividade, (ANDRADE, 1994).

A solução nutritiva com elevadas concentrações de  $\text{NH}_4^+$  apresentou efeitos indesejáveis no crescimento e desenvolvimento da cultura (Gráficos 2 e 3). Esse efeito do amônio tem sido relacionado à alteração negativa provocada no potencial hídrico foliar em função da maior resistência hidráulica das raízes (ADLER *et al.*,1996), à menor translocação de citocininas das raízes para a parte aérea (WALCH-LIU *et al.*, 2000) e à menor absorção de cátions (RAAB ; TERRY, 1995).

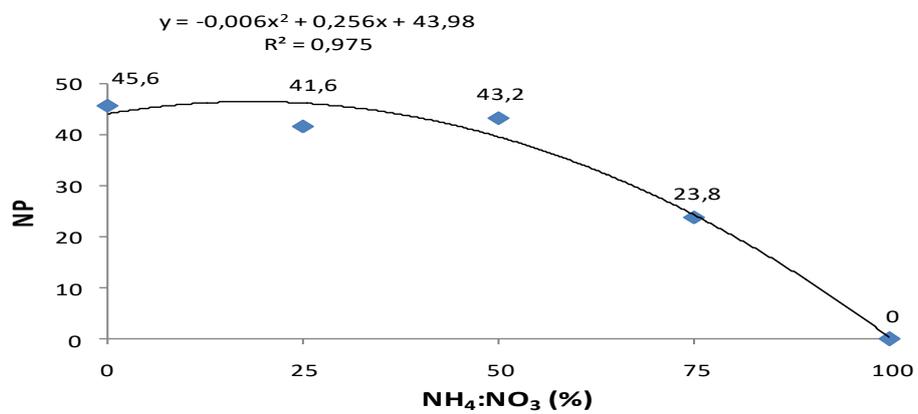
**Gráfico 3:** Efeito da relação  $\text{NH}_4^+$  sobre o número de plantas (NP) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.



2

Fonte: autor.

**Gráfico 4:** Efeito da relação  $\text{NO}_3^-$ :  $\text{NH}_4^+$  sobre o peso fresco (PFPA) em plantas de coentro cultivadas em solução nutritiva por 38 dias.



3

Fonte: autor

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições deste estudo concluiu-se que, a aplicação de diferentes proporções de nitrato e amônio em solução nutritiva, interferiu no crescimento e produtividade do coentro, causou toxidez nas plantas cultivadas com as maiores proporções de amônio e na proporção de 25:75 por cento de amônio: nitrato melhorou o crescimento e desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F. et al. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 25, n. 2, p. 184-187, 2007.

ADLER, P.R.; WILCOX, G.E.; MARKHART, A.H. Ammonium decreases muskmelon root system hydraulic conductivity. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.19, p.1395–1403, 1996.

BARBOSA, J.G. et al. Doses de solução nutritiva para fertirrigação de pimentas ornamentais cultivadas em vasos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.17, n.1, p. 29-36, 2011.

BARKER, A.V.; MILLS, H.A. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. **Horticultural Review**, Westport, v.2, p.395–423, 1980.

BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z. Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. 2007.

BERTINI, C. H. M. et al. Desempenho agronômico e divergência genética de genótipos de coentro. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 409-416, 2010.

BLACKMER, A. M. Soil fertility and plant nutrition: bioavailability of nitrogen. In: SUMMER, M. E. (Ed.). *Handbook of soil science*. New York: CRC Press, 2000. p. D3-D18.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2014) Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivospublicacoes/laboratorio/manual-\\_in-5\\_-analiticos-oficiaispara-fertilizantes-e-corretivos\\_com\\_capa\\_final\\_03.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivospublicacoes/laboratorio/manual-_in-5_-analiticos-oficiaispara-fertilizantes-e-corretivos_com_capa_final_03.pdf) (acessado 07 de setembro de 2019).

BRITTO, D. T. et al. Futile transmembrane NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cycling: A cellular hypothesis to explain ammonium toxicity in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, [s. l.], v. 98, n. 7, p. 4255–4258, 2001.

BRITTO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> toxicity in higher plants: a critical review. *Journal of Plant Physiology*, [s. l.], v. 159, p. 567–584, 2002.

BRITTO, D.T. & KRONZUCKER, H.J. Plant nitrogen transport and its regulation in changing soil environments. *J. Crop Improvem.*, 15:1-23, 2005.

BRITTO, D.T.; SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. & KRONZUCKER, H.J. Futile transmembrane  $\text{NH}_4^+$  cycling: A cellular hypothesis to explain ammonium toxicity in plants. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, 98:4255-4258, 2001.

CARDOSO, M. G.; CASTRO, D. P. de.; AGUIAR, P. M.; SILVA, V. de F.; SALGADO, A.P. S. P.; MUNIZ, F. R.; GAVILANES, M. L.; PINTOS, J. E. B. P. Plantas aromáticas e condimentares. Lavras: UFLA, 2000. 78p. Crisântemo de vaso, em ambiente protegido. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. 2004.

CASTOLDI, N.; BECHINI, L.; FERRANTE, A. Fossil energy usage for the production of baby leaves. *Energy*, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 86–93, 2011.

CAVARIANNI, R. L. et al. Concentrações de nitrogênio na solução nutritiva e horários de colheita no teor de nitrato em rúcula. *Revista Caatinga*, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 44–49, 2008.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L. Influência do nitrato e do amônio sobre a fotossíntese e a concentração de compostos nitrogenados em mandioca. *Ciência Rural*, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 643–649, 2008.

EMBRAPA, 2006. Produção de Coentro. Disponível em:<[www.cnph.embrapa.br/bib/saibaque/coentro](http://www.cnph.embrapa.br/bib/saibaque/coentro)>. Acesso em: 22 agosto. 2019.

EPSTEIN, E. Mineral nutrition of plants: principle and perspectives. New Delhi: WilleyEastern, 1978. 411p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. 2 ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 225 p.

FAGUNDES, J. D. et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus*L.): fontes e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FERNANDES, M.S. Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspecto do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 92-123.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013. 421 p.

FULAN, M. R. Cultivo de Plantas Condimentares Herbáceas. Dossiê Técnico. CETEC. Belo Horizonte: Centro Tecnológico de Minas Gerais. 2007. 29 p.

FURLANI PR, SILVEIRA LCP; BOLONHEZI D; FAQUIN V. 1999. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 52 p. (Boletim técnico, 180).

GIGON, A. & RORISON, I.H. The response of some ecologically distinct plant species to nitrate and to ammonium nitrogen. J. Ecol., 60:93-102, 1972.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. F. MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209-216, 2014.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. F. MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209-216, 2014.

GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A. **Produção de hortaliças com princípios orgânicos**. Belém: UFRA, 2007. 24 p.

HAAG, H.P.; MINAMI, K. *Nutrição mineral em hortaliças*. 2ª ed., Campinas: Fundação Cargill, 1998. p.28-29.

Havlin JL, Beaton JD, Tisdale SL & Nelson WL (2005) Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. 7th ed. New Jersey, Prentice Hall. 515p.

HEREDIA ZÁRATE, N. A. Curvas de crescimento de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), considerando cinco populações, em solo seco e alagado. 1988. 95f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; WEISMANN, M.; LOURENÇAO, A. L. F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574-577, 2005.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; WEISMANN, M.; LOURENÇAO, A. L. F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574-577, 2005.

HORTIVALE. Sementes de hortaliças. Disponível em: < <http://www.hortivale.com.br/> > Acesso em setembro de 2019.

HORTIVALE. Sementes de hortaliças. Disponível em: < <http://www.hortivale.com.br/> > Acesso em setembro de 2019.

KAFKAFI, U. Root temperature, concentration and the ratio  $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$  effect on plant development. *Journal of Plant Nutrition*, [s. l.], v. 13, n. 10, p. 1291–1306, 1990.

KERBIRIOU, P. J. et al. Shoot growth, root growth and resource capture under limiting water and N supply for two cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Plant and Soil*, [s. l.], v. 371, n. 1–2, p. 281–297, 2013.

LANE, D. R.; BASSIRIRAD, H. Differential responses of tallgrass prairie species to nitrogen loading and varying ratios of  $\text{NO}_3^-$  to  $\text{NH}_4^+$ . *Functional Plant Biology*, v.29, n.10, p.1227- 1235, 2002.

LEMOES, G.B. de Crescimento e atividade das enzimas de assimilação do nitrogênio em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) cultivadas com diferentes relações de nitrato e amônio. Lavras:UFLA. 1996. 56p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA, J. S. S. et al. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos. *Revista Ciências Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 407-413, out/dez. 2007.

LOPES, C. C. et al. Influência do horário de colheita no teor de nitrato em alface hidropônica. *Semina: Ciências Agrárias*, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 63–68, 2011.

MALAVOLTA, E. Práticas de nutrição mineral de plantas. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1976. 65.

MARQUES, F.C.; LORENCETTI, B.L. Avaliação de três cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.) semeadas em duas épocas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.5, n.2, p.265-270, 1999.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London, Academic Press, 1995. 889p.

MOTA, P.R.D.A. et al. Condutividade elétrica da solução nutritiva e acúmulo de macro e micronutrientes no cultivo de crisântemo. *Bragantia*, v. 72, n. 1, p.81-89, 2013.

NELL, T. A.; BARRET, J. E.; LEONARD, R. T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. *HortScience*, v.32, p.817-819, 1997.

PEREIRA, E. D. Estudo da viabilidade agrônômica dos policultivos do pimentão com as culturas do coentro, alface e cebolinha. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2010. 37f.

RAAB, T.K.; TERRY, N. Carbon, nitrogen and nutrient interactions in *Beta vulgaris* L. as influenced by nitrogen source,  $\text{NO}_3^-$  versus  $\text{NH}_4^+$ . *Plant Physiology*, Bethesda, v.107, p.575–584, 1995.

RAAB, T.K.; TERRY, N. Nitrogen-source regulation of growth and photosynthesis in *Beta vulgaris* L. *Plant Physiology*, Bethesda, v.105, p.1159–1166, 1994.

REIS, A.; SATELIS, J. F.; PEREIRA, S. R.; NASCIMENTO, W. M.; Associação de *Alternaria dauci* e *A. alternata* com sementes de coentro e eficiência do tratamento químico. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n° 1, p. 87-89, 2006.

REIS, Ailton; LOPES, Carlos Alberto. Doenças do Coentro no Brasil. Brasília, Df: Embrapa Hortaliças, 2016. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1066501/1/CT157.pdf>>. Acesso em: 26 setembros 2019.

REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F.; REIS, M. A. Adubação em consórcio de beterraba com alface. *Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, v. 9, n.17, p.41, 2013.

SCHLOERRING, J. K. et al. The Regulation of ammonium translocation in plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.53, n. 370, p.883-890, 2002.

SILVA, A. S. Desempenho das culturas alface, coentro e rúcula em consórcio, no município de Pombal-PB. Monografia de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2009. 28p.

SILVA, A.O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. *Pesquisas agrárias e ambientais*, v. 2, n. 3, p.180-186, 2014.

SILVA, E.F. F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade no cultivo do pimentão utilizando extratores de solução do solo. 2002. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, M.A.G. Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido. 1998. 86 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998.

SILVA, P.C.C.; COUTO, J. L.; SANTOS, A. R. Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista da FZVA*, v.17, n.1, p.104-114, 2010.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol 412 em savana de Roraima. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 35, n. 3, p. 331-336, 2005.

SOUZA S. R.; FERNANDES, M. S. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. IX - Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição Mineral de Plantas*. 1ª edição ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 216–245.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. IX. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.215-252

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, p.792, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAVARES JÚNIOR, J.E.; DALTO, G. Manejo eficiente da adubação nitrogenada. 2004. Disponível em: <<http://www.manah.com.br/informativos.asp?idI=10>>. Acesso em: setembro de 2019.

TIAN, T.; LIU, H. Y; KOIKE, S.T. First Report *Apium virus Y* in Cilantro, Celery and Parsley in California. *Plant Disease*, v. 92, p. 1254, 2008.

VALE, F. R. et al. Cultivo do feijoeiro em solução nutritiva sob proporções variáveis de amônio e nitrato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22, n. 1, p. 35-42, 1998.

WALCH-LIU, P.; NEUMANN, G.; BANGERTH, F.; ENGELS, C. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. *Journal of Experimental Botany*, London, v.51, p.227– 237, 2000.

WALCH-LIU, P.; NEUMANN, G.; ENGELS, C. Response of shoot and root growth to supply of different nitrogen form is not related to carbohydrate and nitrogen status of tobacco plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 164, n.1, p.97-103, 2001.

WILLIAMS, L.E. & MILLER, A.J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.*, 52:659-688, 2001.

## APENDICE A- ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS ANALISADAS

Arquivo analisado:

C:\Users\jonas\OneDrive\Área de Trabalho\COENTRO.dbf

-----

Variável analisada: PESO\_FRESC

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

-----

### TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

| FV        | GL | SQ           | QM          | FcPr>Fc       |
|-----------|----|--------------|-------------|---------------|
| TRAT      | 4  | 21315.624576 | 5328.906144 | 54.143 0.0000 |
| REPETI__O | 4  | 129.651936   | 32.412984   | 0.329 0.8542  |
| erro      | 16 | 1574.770784  | 98.423174   |               |

-----

Total corrigido    24    23020.047296

-----

CV (%) =            22.84

Média geral:    43.4404000    Número de observações:    25

-----

-----

Regressão para a FV REPETI\_\_O

-----

Média harmonica do número de repetições (r): 5

Erro padrão de cada média dessa FV: 4,43673695411391

-----

b1 : X^2

-----

Modelos reduzidos sequenciais

-----

-----

| Parâmetro | Estimativa | SE | H0: Par=0 | t para Pr> t |
|-----------|------------|----|-----------|--------------|
|-----------|------------|----|-----------|--------------|

---

|    |           |            |        |        |
|----|-----------|------------|--------|--------|
| b0 | 42.211224 | 3.21021577 | 13.149 | 0.0000 |
| b1 | 0.111743  | 0.22941821 | 0.487  | 0.6328 |

---

R<sup>2</sup> = 18.01%

---

Valores da variável

| independente | Médias observadas | Médias estimadas |
|--------------|-------------------|------------------|
| 1.000000     | 44.344000         | 42.322967        |
| 2.000000     | 38.972000         | 42.658197        |
| 3.000000     | 45.104000         | 43.216913        |
| 4.000000     | 43.856000         | 43.999117        |
| 5.000000     | 44.926000         | 45.004806        |

---

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

| Causas de Variação | G.L. | S.Q.        | Q.M.      | FcPr>F      |
|--------------------|------|-------------|-----------|-------------|
| b1                 | 1    | 23.349883   | 23.349883 | 0.237 0.633 |
| Desvio             | 3    | 106.302053  | 35.434018 | 0.360 0.783 |
| Erro               | 16   | 1574.770784 | 98.423174 |             |

---

Variável analisada: N\_DE\_PLAN

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

---

#### TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

| FV   | GL | SQ          | QM          | FcPr>Fc       |
|------|----|-------------|-------------|---------------|
| TRAT | 4  | 7435.360000 | 1858.840000 | 39.391 0.0000 |

|           |    |            |           |              |
|-----------|----|------------|-----------|--------------|
| REPETI__O | 4  | 146.960000 | 36.740000 | 0.779 0.5552 |
| erro      | 16 | 755.040000 | 47.190000 |              |

-----

|                 |    |             |  |  |
|-----------------|----|-------------|--|--|
| Total corrigido | 24 | 8337.360000 |  |  |
|-----------------|----|-------------|--|--|

-----

CV (%) = 22.27

Média geral: 30.8400000 Número de observações: 25

-----

-----

Regressão para a FV REPETI\_\_O

-----

Média harmonica do número de repetições (r): 5

Erro padrão de cada média dessa FV: 3,07213280962917

-----

b1 : X^2

-----

Modelos reduzidos sequenciais

-----

| Parâmetro | Estimativa | t para     |           |        |
|-----------|------------|------------|-----------|--------|
|           |            | SE         | H0: Par=0 | Pr> t  |
| b0        | 30.457647  | 2.22285190 | 13.702    | 0.0000 |
| b1        | 0.034759   | 0.15885621 | 0.219     | 0.8296 |

-----

R^2 = 1.54%

-----

-----

Valores da variável

| independente | Médias observadas | Médias estimadas |
|--------------|-------------------|------------------|
| 1.000000     | 31.200000         | 30.492406        |
| 2.000000     | 26.800000         | 30.596684        |
| 3.000000     | 33.800000         | 30.770481        |
| 4.000000     | 32.600000         | 31.013797        |
| 5.000000     | 29.800000         | 31.326631        |

-----

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

-----

| Causas de Variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | FcPr>F |
|--------------------|------|------|------|--------|
|--------------------|------|------|------|--------|

-----

|        |    |            |           |       |       |
|--------|----|------------|-----------|-------|-------|
| b1     | 1  | 2.259358   | 2.259358  | 0.048 | 0.830 |
| Desvio | 3  | 144.700642 | 48.233547 | 1.022 | 0.409 |
| Erro   | 16 | 755.040000 | 47.190000 |       |       |

Variável analisada: PESO\_SECO\_

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

#### TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

| FV              | GL        | SQ                     | QM         | FcPr>Fc        |
|-----------------|-----------|------------------------|------------|----------------|
| TRAT            | 4         | 589.529640             | 147.382410 | 182.950 0.0000 |
| REPETI__O       | 4         | 0.922720               | 0.230680   | 0.286 0.8825   |
| erro            | 16        | 12.889440              | 0.805590   |                |
| Total corrigido | 24        | 603.341800             |            |                |
| CV (%) =        | 9.78      |                        |            |                |
| Média geral:    | 9.1740000 | Número de observações: | 25         |                |

Regressão para a FV REPETI\_\_O

Média harmonica do número de repetições (r): 5

Erro padrão de cada média dessa FV: 0,401395067234265

b1 : X^2

Modelos reduzidos sequenciais

| Parâmetro | Estimativa | SE         | H0: Par=0 | Pr> t  |
|-----------|------------|------------|-----------|--------|
| b0        | 9.005059   | 0.29043073 | 31.006    | 0.0000 |

b1        0.015358    0.02075564    0.740    0.4700

-----  
 R^2 = 47.80%  
 -----

-----  
 Valores da variável

| independente | Médias observadas | Médias estimadas |
|--------------|-------------------|------------------|
|--------------|-------------------|------------------|

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 1.000000 | 9.140000 | 9.020417 |
| 2.000000 | 8.816000 | 9.066492 |
| 3.000000 | 9.274000 | 9.143283 |
| 4.000000 | 9.284000 | 9.250791 |
| 5.000000 | 9.356000 | 9.389016 |

-----  
 Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

| Causas de Variação | G.L. | S.Q.      | Q.M.     | FcPr>F      |
|--------------------|------|-----------|----------|-------------|
| b1                 | 1    | 0.441090  | 0.441090 | 0.548 0.470 |
| Desvio             | 3    | 0.481630  | 0.160543 | 0.199 0.895 |
| Erro               | 16   | 12.889440 | 0.805590 |             |

-----  
 Variável analisada: PESO\_SECO2

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )  
 -----

#### TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

| FV              | GL   | SQ         | QM        | FcPr>Fc        |
|-----------------|------|------------|-----------|----------------|
| TRAT            | 4    | 142.360336 | 35.590084 | 427.732 0.0000 |
| REPETI_O        | 4    | 0.258096   | 0.064524  | 0.775 0.5571   |
| erro            | 16   | 1.331304   | 0.083207  |                |
| Total corrigido | 24   | 143.949736 |           |                |
| CV (%) =        | 6.10 |            |           |                |

Média geral: 4.7284000 Número de observações: 25

Regressão para a FV REPETI\_\_O

Média harmonica do número de repetições (r): 5

Erro padrão de cada média dessa FV: 0,129001162785457

b1 : X^2

Modelos reduzidos sequenciais

| Parâmetro | Estimativa | t para     |           |        |
|-----------|------------|------------|-----------|--------|
|           |            | SE         | H0: Par=0 | Pr> t  |
| b0        | 4.792753   | 0.09333922 | 51.348    | 0.0000 |
| b1        | -0.005850  | 0.00667049 | -0.877    | 0.3934 |

R^2 = 24.80%

Valores da variável

| independente | Médias observadas | Médias estimadas |
|--------------|-------------------|------------------|
| 1.000000     | 4.808000          | 4.786903         |
| 2.000000     | 4.648000          | 4.769352         |
| 3.000000     | 4.802000          | 4.740101         |
| 4.000000     | 4.816000          | 4.699149         |
| 5.000000     | 4.568000          | 4.646496         |

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

| Causas de Variação | G.L. | S.Q.     | Q.M.     | FcPr>F      |
|--------------------|------|----------|----------|-------------|
| b1                 | 1    | 0.064002 | 0.064002 | 0.769 0.393 |
| Desvio             | 3    | 0.194094 | 0.064698 | 0.778 0.524 |
| Erro               | 16   | 1.331304 | 0.083207 |             |