

## **Densidade de plântulas e concentrações da solução nutritiva para rúcula hidropônica no período de primavera e verão**

### **Seedling density and concentrations of the nutritive solution for hydroponic rocket in the summer and spring period**

DOI:10.34117/bjdv7n3-162

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 09/03/2021

#### **Wagner Dutra Pinheiro**

Mestre em Fitotecnia

Instituição: Aluno de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000 (Departamento de Horticultura e Silvicultura)  
E-mail: Wagner\_dutra\_pinheiro@hotmail.com

#### **Albertina Radtke Wieth**

Mestre em Fitotecnia

Instituição: Aluna de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000 (Departamento de Horticultura e Silvicultura)  
E-mail: albertina.w@hotmail.com

#### **Alexandro Cardoso Carvalho**

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Aluno de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000 (Departamento de Horticultura e Silvicultura)  
E-mail: alexandrocardosoc@hotmail.com

#### **Tatiana da Silva Duarte**

Doutora em Ciências (Produção Vegetal)

Instituição: Professora Adjunta - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000 (Departamento de Horticultura e Silvicultura)  
E-mail: tatiana.duarte@ufrgs.br

#### **Magnólia Aparecida Silva da Silva**

Doutora em Agronomia (Horticultura)

Instituição: Professora Associada - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000 (Departamento de Horticultura e Silvicultura)  
E-mail: magnolia.silva@ufrgs.br

## RESUMO

Atualmente as informações sobre a densidade de semeadura para o cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Miller) advém das técnicas utilizadas no cultivo em solo. No entanto, o sistema hidropônico NFT (*Nutrient Film Technique*) possui outras características, para as quais a densidades de plântulas por molho também precisa ser adaptada, assim como a concentração da solução nutritiva. Realizaram-se dois experimentos (primavera e verão) em delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas, testaram-setestando diferentes concentrações da solução nutritiva de Santos (2010) (100% CE 2.28 dS m<sup>-1</sup> e 75% CE 1.85 dS m<sup>-1</sup>) e diferentes densidades (5, 10, 15, 20 e 25 plântulas molho<sup>-1</sup>), com 3 repetições. Foram avaliadas: altura da maior folha, número de folhas por molho, número médio de folhas por planta do molho, área médias das folhas do molho, massa fresca e seca da parte aérea do molho e das plantas que o compõe, conteúdo de massa seca do molho e produtividade. Concluiu-se que as maiores densidades promovem maiores ganhos em massa fresca. O conteúdo de massa seca decresceu devido à competição entre as plantas na unidade de produção. Este efeito foi mais expressivo a partir de 20 plântulas/molho. A produtividade apresentou crescimento conforme a adição de plântulas, o mesmo não foi observado na qualidade das plantas que compuseram o molho. A solução nutritiva com 100% da concentração apresentou os maiores valores para todas as variáveis em ambas as épocas exceto pelo conteúdo de massa seca.

**Palavras-chave:** *Eruca sativa* Miller, autossombreamento, NFT, condutividade elétrica, cultivo sem solo.

## ABSTRACT

Currently, the information about the sowing density of rocket (*Eruca sativa* Miller) comes from techniques used in soil cultivation systems. However, the Nutrient Film Technique (NFT) requires specific seedling densities and macronutrient concentrations. Two experiments were conducted (summer and spring) in a split-plot completely randomized design. Different concentrations of Santos hydroponic solution (2010) (100% EC 2.28 dS m<sup>-1</sup> and 75% EC 1.85 dS m<sup>-1</sup>) and different densities (5, 10, 15, 20 and 25 plants bunch<sup>-1</sup>) were tested, with three repetitions. Height of the biggest leaf, number of leaves per bunch, the average number of leaves per bunch, average area of leaves per bunch, fresh and dry shoot mass of the plants that compose the bunch, dry mass of the bunch, and productivity were evaluated. Results demonstrated that greater densities promoted higher gains of fresh mass. The dry mass decreased due to competition between plants in the production unit. This effect was more significant from 20 plants per bunch. Even though leaf yield was higher with the increase of seedlings, the quality of plants did not exhibit the same results. Excluding dry mass, the 100% EC solution presented greater values for all the variables in both periods.

**Keywords:** *Eruca sativa* Miller, self-shading, NFT, electric conductivity, soilless cultivation.

## 1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Miller) é uma das hortaliças que vem ganhando espaço no mercado brasileiro, principalmente em função da mudança de hábitos alimentares da população. Além disso, é considerada uma planta medicinal com propriedades digestivas,

diuréticas, estimulantes, laxativas e anti-inflamatórias, além de ser fonte de vitamina C e ferro (Porto *et al.*, 2013).

Com o crescimento dos cultivos sem solo, em especial do sistema hidropônico em NFT (*Nutrient Film Technique*), a rúcula é a segunda hortaliça folhosa mais produzida neste sistema (Anuário Brasil Hidroponia, 2018), pois este garante maior produtividade, maior qualidade, menor ciclo de cultivo e maior eficiência no uso da água e dos fertilizantes. As mudas hidropônicas para sistema NFT são produzidas diretamente em cubos de esponja de derivado fenólico (Martinez, 2017), servindo como recipiente e substrato simultaneamente. Entretanto, para este sistema as recomendações sobre densidade de semeadura são inexistentes, enquanto para produção de mudas de rúcula para sistemas de cultivo no solo há estudos indicando as densidades (Lima *et al.*, 2013; Cecílio Filho, 2014).

Embora estes espaçamentos sejam bastante discutidos e já se tenha recomendações para produção de rúcula no solo, estas são específicas para produção neste sistema, onde a competição por nutrientes, água e radiação solar entre plantas no canteiro ocorre entre linhas assim como na linha, enquanto que na hidroponia em NFT, a competição por nutrientes e água ocorre entre plantas somente na linha, conforme observado nos estudos de Luz *et al.* (2012), que constataram interferência no desempenho de coentro e salsa, atribuindo estes resultados a não uniformidade da solução nutritiva ao longo do perfil (canais com mais de quatro metros de comprimento), através da interação com o sistema radicular das plantas ao longo do canal, variando de espécie para espécie.

Observa-se que a produção hidropônica de rúcula, no Brasil, é realizada a partir do conhecimento empírico desenvolvido, até o presente momento, pelos produtores e empresas especializadas, que em grande número utiliza densidades que variam de 10 a 40 sementes por cubo de espuma fenólica (Barcelos, 2012). No entanto a competição pelos fatores de crescimento entre as plantas que compõem o molho, como radiação e nutrientes podem alterar a forma e a estrutura das plantas.

Outro aspecto fundamental no sistema hidropônico tipo NFT para o cultivo de plantas, é a solução nutritiva, pois tem papel essencial no crescimento das plantas. E a sua formulação e concentração de nutrientes dependem de vários fatores, tais como estágio fenológico das plantas, época do ano (intensidade luminosa), temperatura do ar e a espécie vegetal. Tendo em vista as diferenças genótípicas, ambientais e das fases de desenvolvimento das culturas faz-se necessário conhecer as concentrações mínimas

exigidas por elas, principalmente em estações do ano com alta demanda transpirativa como as que ocorrem no verão e primavera (Resh, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção em sistema NFT sob densidades de plântulas por molho e concentrações de macronutrientes da solução nutritiva proposta para a cultura por Santos *et al.* (2010), no período de verão e primavera em clima subtropical úmido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Faculdade de Agronomia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre-RS (latitude 30°04'S e longitude 51°08'W). O ambiente de cultivo foi uma estufa tipo arco, com 144 m<sup>2</sup> (24 x 6m) e 3,5 m de pé direito, coberta com filme difusor, com aditivo ultravioleta e densidade de 120 µm.

Foram realizados dois experimentos, no período de verão, de 23 de janeiro a 13 de fevereiro, completando ciclo de 21 dias e na primavera, de 19 de novembro a 13 de dezembro de 2019, apresentando ciclo de 24 dias. Para ambos os períodos se utilizou uma tela com 50% de sombreamento, sob o plástico de cobertura e acima da cultura, na altura do pé direito da estufa. Utilizou-se tela de sombreamento por sete dias consecutivos, do primeiro ao sétimo dia após o transplante, no período de verão, e por 18 dias alternados no período de primavera, conforme a temperatura do ar e a nebulosidade do dia. As médias das temperaturas mínimas e máximas no interior do ambiente de cultivo foram de 17,8 e 28,7 °C, respectivamente, para o período de verão e de 17,8 e 34,1°C para o período de primavera durante o período experimental. Os dados foram registrados diariamente por um datalogger digital modelo AK70.

Utilizou-se a cultivar de rúcula Astro Folha Larga da SAKATA<sup>®</sup> semeando manualmente de 20 a 30 sementes em cubos de espuma fenólica (2,0 x 1,9 x 1,9 cm), previamente lavadas em água corrente e hidratadas por 24 h. Após a semeadura, foram mantidas em temperatura ambiente e protegidas da luz solar por 48 h. Posteriormente, foram levadas para o ambiente de produção e alocadas em mesa de crescimento, onde passaram a receber a solução nutritiva de Santos (2010) a 50% da concentração por sete dias, em ambos os experimentos. Antecedendo o transplante, foi realizado o desbaste com a finalidade de manter o número de plântulas desejadas, logo após os cubos foram transplantados para bancadas de produção com espaçamento de 20 cm entre furos e 11 cm entre linhas.

Os fatores experimentais estudados foram densidades de plântulas por molho (5, 10, 15, 20 e 25 plântulas por molho) e concentrações de macronutrientes de solução nutritiva (100% e 75%, com CE de 2.28 e 1.85 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente) recomendada por Santos *et al.* (2010). Para o preparo da concentração de 100% macronutrientes na da solução nutritiva foi utilizado (mmol L<sup>-1</sup>): 12.38 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1.27 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 3.33 SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 1.96 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 9.35 K<sup>+</sup>; 3.45 Ca<sup>+2</sup>; 1.05 Mg<sup>+2</sup>, sendo que para a menor concentração reduziu-se em 25%. Para a formulação de micronutrientes, em ambas concentrações, utilizou-se formulação comercial ConMicros Standart<sup>®</sup> e Oligoferro Premium<sup>®</sup> EDDHA 6%, para o cultivo de folhosas em geral, conforme recomendações do fabricante. O fornecimento da solução nutritiva foi realizado de forma intermitente, sendo 15 min ligado e 15 min desligado, entre 07:00 e 18:00 h e por 15 minutos com intervalo de uma hora das 19:00 as 06:00 h.

As soluções foram monitoradas diariamente através das medidas de condutividade elétrica (CE) e pH. O valor da condutividade elétrica foi mantido por meio da adição de água ou nutrientes no reservatório, permitindo no máximo a redução 20% do volume de solução no tanque. O pH das soluções foi mantido entre 5.5 e 6.5. Neste estudo, em ambas as épocas foi necessário somente a adição de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0.1M para redução do pH.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, onde a parcela corresponde à concentração da solução nutritiva e a subparcela às densidades de plântulas, com três repetições. Cada parcela foi composta por uma bancada com cinco canais ligados a um reservatório central de 380 litros para cada concentração de solução nutritiva.

Ao término dos experimentos, foram coletados seis molhos centrais de cada tratamento, sendo avaliado por molho: altura da maior folha (HMF), número de folhas total (NF), aparência de embalagem (AE), dada pelo diâmetro aproximado do molho, medido através de cilindros em seis diâmetros diferentes (de 12 a 17 cm) sendo convertidos para classes de 0 a 5, respectivamente, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade em g m<sup>2</sup> e conteúdo de massa seca (CMS), calculado pela expressão  $CMS = \left( \frac{MSPA}{MFPA} \right) * 100$ . A partir dos dados coletados foram calculadas as variáveis: número médio de folhas por planta (NFP), dada por  $NFP = \frac{NF}{NP}$  (onde NP corresponde ao número de plantas que compunham o molho), área média das folhas (AMF), dada por  $AMF = \frac{AF}{NF}$  (onde AF corresponde a área foliar total do

molho), massa fresca média da parte aérea das plantas do molho (MFPAP), dada por  $MFPAP = \frac{MFPA}{NP}$ , massa seca média da parte aérea das plantas do molho (MSPAP), dada por  $MSPAP = \frac{MSPA}{NP}$ .

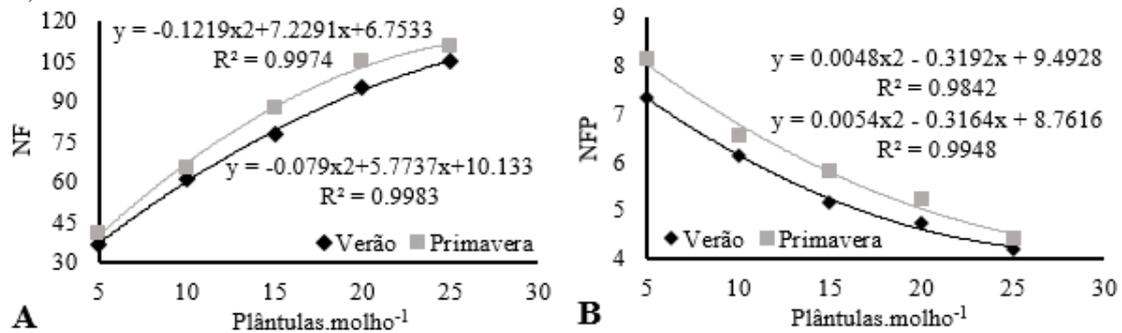
Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do Software estatístico R, versão 3.3.1 (2016). As variáveis testadas, que demonstraram diferença significativa foram submetidas à análise de regressão polinomial, com o software Sigma Plot versão 12.0, de acordo com o modelo de maior ajuste ( $R^2$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os fatores, solução nutritiva e densidade de plântulas/molho ( $p > 0,05$ ), somente para a variável conteúdo de massa seca (CMS) no período de primavera. Enquanto no período de verão a interação não foi significativa para nenhuma das variáveis.

O número total de folhas (NF) no molho foi influenciado pelo aumento do número de plântulas no mesmo, demonstrado através do comportamento polinomial da curva, que não atingiu o ponto de máxima, para ambas as concentrações de macronutrientes e em ambas as épocas estudadas (Figura 1A). No entanto, analisando a média do número de folhas em cada planta que compõe o molho (NFP), esta não respondeu da mesma forma, apresentando redução com o aumento da densidade de plantas (figura 1B).

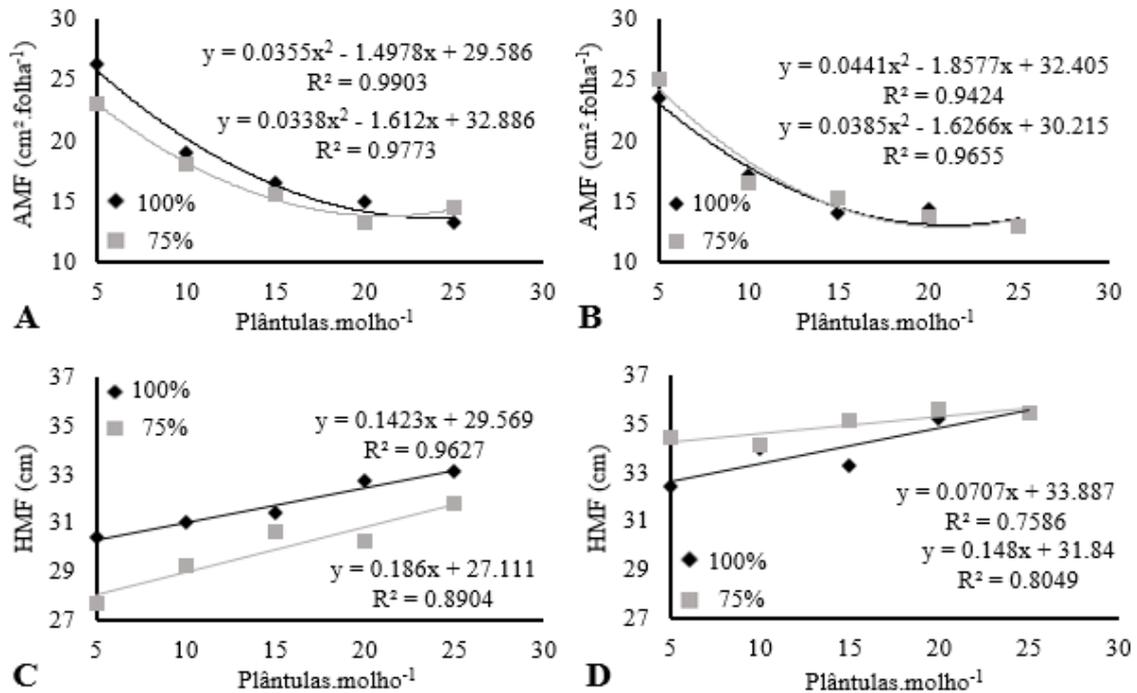
Figura 1. Número de folhas por molho (NF) (A) e número de folhas por planta (NFP) (B) de rúcula hidropônica cultivada sob diferentes densidades de plântulas por molho e concentrações de macronutrientes na solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010) nos períodos de verão e primavera. Porto Alegre – RS, 2020.



Resultados semelhantes foram encontrados por Cecílio-Filho *et al.* (2011), testando a influência do espaçamento sobre o crescimento e a produtividade de repolho roxo, quando foi constatado uma redução do número folhas em decorrência do aumento da densidade populacional.

A competição entre as plantas no molho reduziu o número de folhas por planta, conforme observado na figura 1B, nas duas épocas de estudo, sinalizando a ocorrência de competição por luz com o aumento da densidade. Na agricultura, o controle da densidade populacional das plantas possibilita uniformidade na absorção da radiação. Além disso, a redução da absorção de luz pode promover a indução do encerramento do processo de desenvolvimento, como observado na redução da emissão de novas folhas por planta no molho (NFP) (Figura 1B); afetar a velocidade e extensão do crescimento quantitativamente conforme observado na AMF (Figura 2 A e B) e MFPAP (Figura 2 C e D); assim como a morfogênese e o tropismo, alterando a forma e a estrutura da planta, situação observada na AMF e HMF, nos dois períodos (Figura 2 A, B, C e D, respectivamente) (Larcher, 2000).

Figura 2. Área média de folhas (AMF) no verão (A) e na primavera (B), altura da maior folha (HMF) no verão (C) e na primavera (D) de molhos de rúcula hidropônica cultivada sob densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010), Porto Alegre – RS, 2020.



A área média das folhas (AMF) (figura 2 A e B), nas duas épocas do estudo, diminuiu de forma quadrática até a densidade de 20 plantas por molho, levando conseqüentemente à redução dos padrões de folhas exigidos pelos atacadistas e mercados consumidores, que têm preferência por rúcula de folhas largas (Silva, 2019). Ainda assim, a prática de aumento da densidade de semeadura, com o objetivo de atingir um volume maior de embalagem, é comum entre os hidroponistas. Observa-se que esta prática adiciona maior volume e aparência de embalagem, no entanto reduz a área média das folhas, característica indesejada pelos consumidores.

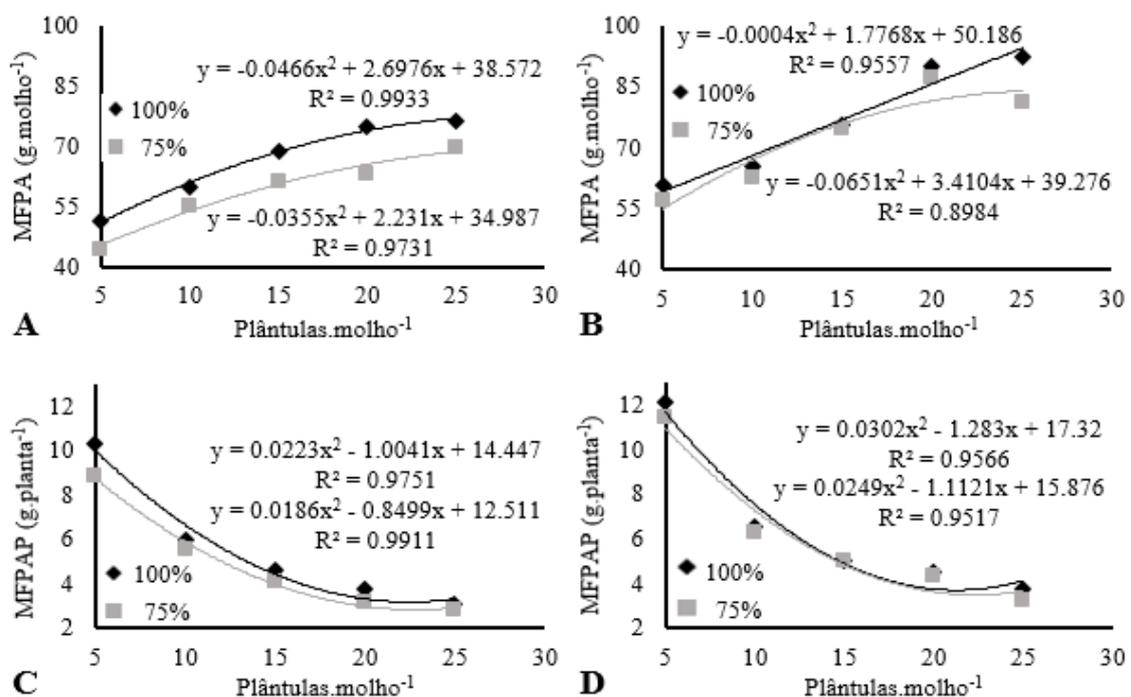
A HMF teve um comportamento crescente, em ambas as épocas, sendo que para o período de verão a concentração de 100% de macronutrientes propiciou as maiores alturas (figura 2 C). No entanto, na primavera os maiores valores foram obtidos pela solução de 75%, igualando-se a partir da densidade de 25 plântulas por molho (Figura 2 D). Considerando a diferença de valores obtidos de HMF em cada uma das épocas, onde as plantas do período de primavera apresentaram em média 2.4 e 5.1 cm a mais na solução de 100% e 75%, respectivamente, em relação ao período de verão, pode-se atribuir esta diferença entre as épocas ao período de uso da tela de sombreamento em ambas, visto que na primavera a tela permaneceu sobre as plantas por 21 dias, enquanto no verão por 7 dias. As decorrências referentes ao uso da tela de sombreamento são semelhantes aos

obtidos por Da Costa *et al.* (2011), que testando o efeito de diferentes intensidades de sombreamento por telas em rúcula cultivada no solo e a céu aberto, constataram que as maiores alturas de planta foram obtidas na tela de sombreamento de 50%. Os períodos de uso da tela de sombreamento são resultantes das condições climáticas registradas em cada época, que atingiu valores máximos médios de 28,7 °C no período de verão e 34,0 °C no período de primavera, valor inversamente ao esperado para os períodos, influenciando também o efeito nas plantas da concentração da solução nutritiva.

O aumento no número de plântulas por molho influenciou também no acúmulo de MFPA em ambos os períodos de estudo (figura 3 A e B), sendo crescente com o aumento da densidade de plântulas por molho para as diferentes concentrações de macronutrientes, sendo que os molhos com maior densidade de plântulas obtiveram os melhores resultados, no entanto, não atingiram o ponto máximo da curva para nenhuma das concentrações.

A MFPA foi decrescente com o aumento da densidade populacional no molho, tanto no verão quanto na primavera, reduzindo o acúmulo médio por planta que compõe o molho, ocasionado possivelmente pela competição por luz.

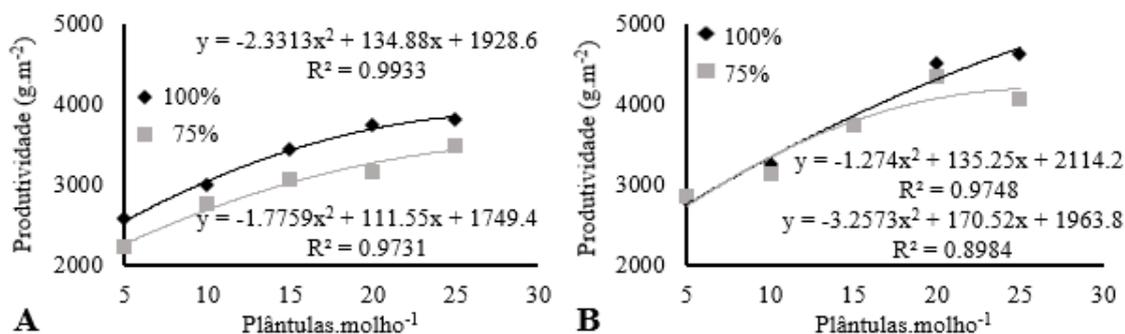
Figura 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA) do molho no verão (A) e na primavera (B), massa fresca da parte aérea média das plantas (MFPAp) que compõem o molho no verão (C) e na primavera (D), de molhos de rúcula hidropônica cultivada sob densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010). Porto Alegre – RS, 2020.



O cultivo com a solução nutritiva de menor concentração de macronutrientes resultou em menor crescimento da massa fresca das plantas nas duas épocas, conforme indicado pelos resultados de MFPA e MFPAF. Resultados diferentes foram encontrados por Luz *et al.* (2011) testando concentrações de solução nutritiva, sendo a maior condutividade elétrica utilizada de 2.2 dS m<sup>-1</sup>, estes concluíram que as concentrações não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto os autores utilizaram a densidade de três plântulas por molho. Em outro estudo, de Luz *et al.* (2012), também no período de verão, avaliando o efeito das mesmas concentrações na produção de coentro e salsa crespa, encontraram os melhores resultados na condutividade elétrica de 1.8 dS m<sup>-1</sup>, sendo que acima deste valor ocorreu efeito inverso, pois o excesso de nutrientes disponíveis passou a prejudicar o metabolismo das plantas.

A solução nutritiva de 75% de macronutrientes também apresentou os menores valores de produtividade quando comparada com a de 100% (Figura 4A e B). Entretanto, a maior produtividade obtida na maior densidade estudada foi de 3,82 Kg m<sup>-2</sup> no período de verão e 4,72 kg m<sup>-2</sup> no período de primavera, superior aos valores máximos registrados de 2,271 kg m<sup>-2</sup> por Santos *et al.* (2010), avaliando cinco cultivares de rúcula hidropônica, no período de outono-inverno, com densidade máxima de seis sementes por célula, na mesma composição de solução nutritiva.

Figura 4. Produtividade de rúcula hidropônica cultivada sob densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010), no período de verão (A) e primavera (B). Porto Alegre – RS, 2020.

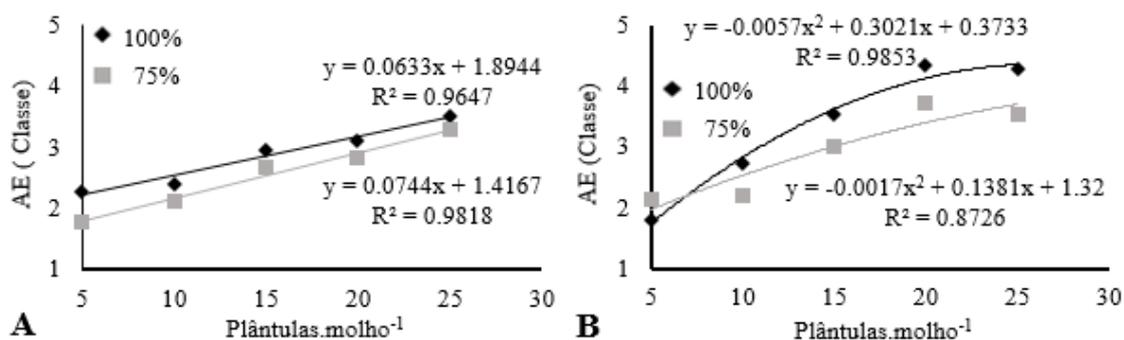


Menores concentrações de nutrientes nas soluções nutritivas são as mais indicadas para o período de verão, em que normalmente ocorrem altas temperaturas, que elevam a transpiração das plantas, havendo um maior consumo de água e redução do potencial osmótico no meio radicular, influenciando negativamente na absorção de água pelas raízes e, conseqüentemente, no estado hídrico da planta (Resh, 2012). Contudo, os

resultados encontrados neste experimento demonstram que os maiores valores foram obtidos na maior concentração salina, o que pode ser atribuído às condições climáticas ocorridas durante o período experimental, como a temperatura média máxima, que não ultrapassou 35°C, e também não permitiu que a temperatura média da solução nutritiva ultrapassasse os 30°C ao ponto de prejudicar o desenvolvimento das plantas.

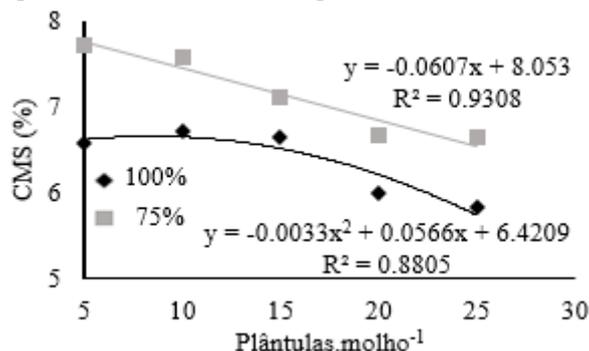
Historicamente os produtores optam por adicionar um número maior de plântulas por molho na produção de rúcula, a fim de manter as características exigidas de mercado, além disso, busca-se a otimizar o espaço de produção de modo que cada orifício do perfil forme uma unidade de comercialização (molho). A rúcula hidropônica é comercializada em embalagens cônicas de polietileno e cada molho deve preenchê-la completamente, por isso as maiores densidades (classes) atendem a esta exigência, conforme observado na figura 5.

Figura 5. Aparência de embalagem (AE) do molho no verão (A) e na primavera (B) de rúcula hidropônica cultivada sob densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010). Porto Alegre – RS, 2020.



O conteúdo de massa seca (CMS) no período de verão (Figura 6A), para ambas as concentrações de nutrientes estudadas, reduziu nos molhos com o aumento da densidade e, conseqüentemente, aumentou a quantidade de água nos tecidos. Desta forma, observa-se que o aumento nas densidades por molho reduziu o acúmulo de carbono e outros minerais, deixando o mesmo com conteúdo maior de água, tanto para a concentração de 100%, quanto para a de 75%.

Figura 6. Conteúdo de massa seca (CMS) do molho de rúcula hidropônica cultivada sob diferentes densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010), no período de verão. Porto Alegre – RS, 2020.



Na tabela 1, para o período de primavera, observa-se que o CMS dos molhos produzidos na solução de 100% não diferiu da solução de 75% nas densidades de 5, 20 e 25 plântulas/molho, sendo superior apenas nas densidades de 10 e 15 plântulas. Observa-se que, a partir de 20 plântulas/molho o efeito das densidades foi maior que a da concentração de macronutrientes na solução nutritiva, apontando que a solução nutritiva não é mais um fator limitante, e sim a densidade populacional, resposta idêntica ao observado na MSPA no período de verão e muito semelhante ao período de primavera (figura 6).

Tabela 1. Valores médios de conteúdo de massa seca (CMS) de molhos de rúcula hidropônica cultivada sob densidades de plântulas por molho e concentrações (100%, CE 2.28 dS.m<sup>-1</sup> e 75%, CE 1.85 dS.m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva proposta por Santos *et al.* (2010), no período de primavera. Porto Alegre – RS, UFRGS, 2020.

Densidade	Conteúdo de massa seca	
	Solução 100%	Solução 75%
5	7,0 aA	7,0 aA
10	7,0 aA	6,3 abB
15	6,7 aA	5,7 bB
20	6,3 abA	6,1 bA
25	5,7 bA	6,0 bA

\*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Com base no que foi exposto, entende-se que as maiores densidades promoveram ganho de MFPA, e melhoria na aparência de embalagem, assim, quando o volume de produção é o objetivo do produtor, a alternativa mais vantajosa é aumentar o número de plântulas por molho. Contudo, deve-se levar em conta que este aumento na densidade também pode promover a redução da vida útil do produto em pós-colheita, já que ocorre a redução do conteúdo de massa seca e eleva o conteúdo de água nos tecidos, bem como,

reduz a área média das folhas por planta do molho, pelo efeito da competição entre as plantas no mesmo, sendo que este efeito é mais expressivo a partir de 20 plântulas/molho. A produtividade, embora aumente com o acréscimo de plântulas por molho, não é acompanhada pela qualidade das plantas que o compõem. A solução nutritiva com 100% da concentração apresentou os maiores valores para todas as variáveis em ambas as épocas exceto pelo conteúdo de massa seca.

#### **4 CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados e as condições em que estes experimentos foram realizados, é possível concluir que a concentração de 100% de macronutrientes na solução nutritiva, com uso da densidade de 15 a 20 plântulas por molho, apresenta os melhores resultados para ambas as épocas avaliadas.

## REFERÊNCIAS

- BARCELOS-OLIVEIRA, J.L. 2012. Cultivo hidropônico de rúcula. In: SANTOS, O.S. dos. (Ed). Cultivo Hidropônico. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM. Vol. 2, cap. 15, p. 209-221.
- ABH, Anuário Brasil Hidroponia. 2018. Revista Hidroponia. Editora Comunicação Equilíbrio Sustentável, Novo Hamburgo – RS, ed 1.
- CECÍLIO FILHO, A. B. et al. 2011. Crecimiento Y Producción De Repollo En Función De La Densidad De Población Y Nitrógeno. *Agrociencia*, v. 45, n. 5, p. 573–582.
- CECÍLIO FILHO, A. B. et al. 2014. Épocas de cultivo e parcelamento da adubação nitrogenada para rúcula. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 3, p. 252-258.
- DA COSTA, C. M. F. et al. 2011. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 93–102.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, SP: Rima, 45p.
- LIMA, J. S. S. de et al. 2013. Produtividade da cenoura, coentro e rúcula em função de densidades populacionais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 1, p. 110-116.
- LUZ, J. M. Q. et al. 2011. Efeito Da Variação Da Solução Nutritiva No Cultivo Hidropônico De Rúcula. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 3, p. 76-82.
- LUZ, J. M. Q. et al. 2012. Produção hidropônica de coentro e salsa cressa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 4, p. 589–597.
- MARTINEZ, H. E. P. 2017. Produção de mudas. In: MARTINEZ, H. E. P.; MALVESTITI, A. L. (Ed.) *Manual Prático de Hidroponia*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. v.2, cap. 8 p. 108-114.
- PORTO, R. de A. et al. 2013. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. *Revista Agrombiente On-line*, v. 7, n. 1, p. 28-35.
- RESH, H.M. 2012. *Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the comercial hydroponic grower*. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 523.
- SANTOS, O. et al. 2011. Produção de cinco cultivares de rúcula em duas soluções hidropônicas. *Revista brasileira de agrociência*, v. 17, n. 4, p. 468-472.
- SANTOS, O.S. 2010. *Elaboração de solução hidropônica para rúculas*. Santa Maria, RS: UFSM / Colégio Politécnico, 8p.