

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA RÚCULA NO  
CERRADO

Autor: Ana Rita da Silva Winder  
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale  
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

CERES - GO  
Janeiro – 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA RÚCULA NO  
CERRADO

Autor: Ana Rita da Silva Winder  
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale  
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração Tecnologias de Irrigação.

Ceres - GO  
Janeiro – 2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

da Silva Winder, Ana Rita  
dw763 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA RÚCULA NO  
1 CERRADO / Ana Rita da Silva Winder; orientador Luís  
Sérgio Rodrigues Vale; co-orientador Henrique  
Fonseca Elias de Oliveira. -- Ceres, 2018.  
45 p.

Dissertação (Graduação em Mestrado em Mestrado  
Profissional em Irrigação no Cerrado) -- Instituto  
Federal Goiano, Câmpus Ceres, 2018.

1. Eruca spp.. 2. Brassicaceae. 3. Lâminas. 4.  
Manejo de irrigação. 5. Ambiente protegido. I.  
Rodrigues Vale, Luís Sérgio, orient. II. Fonseca  
Elias de Oliveira, Henrique, co-orient. III. Título.


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO


LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA RÚCULA NO  
CERRADO

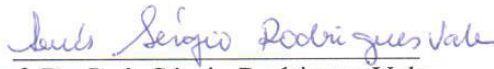
Autor: Ana Rita da Silva Winder  
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale  
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração  
Tecnologia Irrigação

APROVADA em 31 de Januário de 2018.

  
Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett  
*Avaliador externo*  
UEG – Campus Ipamerí

  
Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa  
*Avaliador interno*  
IF Goiano - Campus Ceres

  
Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale  
(Orientador)  
IF Goiano - Campus Ceres

## **DEDICATÓRIA**

A **Jesus Cristo**, dedico esta dissertação, por não me desamparar em meio a tantos desafios, colocando bons amigos, “anjos” que me ajudaram a conduzir e concluir o mestrado.

“As dificuldades não foram poucas ...  
Os desafios foram muitos ...  
Os obstáculos, muitas vezes, pareciam intransponíveis.  
Muitas vezes nos sentimos só e assim estivemos ...  
O desânimo quis contagiar, porém a garra e a tenacidade  
foram mais fortes, se sobrepondo esse sentimento, fazendo-nos seguir a caminhada,  
apesar  
da sinuosidade do caminho.  
Agora, ao olharmos para trás, a sensação de dever cumprido se faz presente e podemos  
constatar que as noites de sono perdidas, o cansaço, os  
longos tempos de leitura, digitação, discussão, a ansiedade  
em querer fazer e a angústia de muitas vezes não  
conseguir não foram em vão.  
Aqui estamos como sobrevivente de uma longa batalha, porém muito mais forte e  
hábil, com coragem suficiente para mudar nossa postura, apesar de todos os obstáculos  
... ”

(Autor Desconhecido)

Como dizia *Antoine Saint Exupéry* em sua obra-prima *O Pequeno Príncipe*:  
**“Foi o tempo que perdeste com a tua rosa, que fez a tua rosa tão importante.”**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me garantido serenidade, paciência e perseverança, guiando-me por caminhos desafiadores, porém seguros, abrindo-me as portas em todos os momentos em que precisei de luz e colocando ao meu lado pessoas que sempre me ajudaram a me levantar nos momentos em que a queda fez parte do aprendizado em minha jornada.

Ao meu esposo Paulo César Carvalho Andrade, pela compreensão, carinho, apoio e amor.

Aos meus pais Maria Rita da Silva Winder e Wilton Winder, que me deram o maior presente do mundo, a Vida, por terem cuidado dos meus filhos durante minha ausência.

À minha Madrinha Helena Cesário, pelos dias de ajuda com meus filhos na minha ausência durante o Mestrado.

Ao orientador, Professor Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale, pelo auxílio durante todo este trabalho, pela constante disposição em ajudar, pelos ensinamentos, por ter tido paciência, tempo, dedicação e momentos compartilhados de amizade.

Ao Instituto Federal de Goiano, em especial ao Campus Ceres, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À colega Lays Natyne Siqueira Dias, pelo apoio durante todo o período de condução do experimento e nas avaliações fitotécnicas de campo do primeiro experimento.

Ao Senhor Alessandro Araújo dos Santos e Senhor Márcio Maia (*in memoriam*), pelo apoio durante todo o período de condução do primeiro experimento e concessão da área.

Ao Samuel Lucas Silva de Oliveira, Cássio da Silva Kran e Marcelo Almeida, pela ajuda durante a condução do experimento de rúcula e avaliações, pela dedicação.

Aos filhos Alice Winder Andrade e Arthur Winder Andrade, por serem a razão da minha vida.

À Fapeg – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, pelo apoio e concessão da bolsa de mestrado.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho, o meu sincero agradecimento.



## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Nascida em Uruana, Estado de Goiás, em 28 de agosto de 1990, filha de Maria Rita da Silva Winder e Wilton Winder. Em dezembro de 2007, concluiu o Ensino Médio na Escola Agrotécnica Federal de Ceres, atualmente Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. No ano de 2008, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual de Goiás, Campus Palmeiras de Goiás (UEG), e diplomou-se no ano de 2011. Em 2013, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Docência Universitária na Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba (FACER), desenvolvendo um artigo intitulado “EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: limites e possibilidades”, sob a orientação do professor Dr Antônio Evaldo Oliveira, defendendo em dezembro de 2013. Atualmente, trabalha na EMATER/GO, na cidade de Uruana. Casada no ano 2014 com Paulo César Carvalho Andrade, no mesmo ano também se tornou mãe de Arthur Winder Andrade e no ano 2017 teve a filha Alice Winder Andrade. No ano de 2015, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (IF Goiano), desenvolvendo a dissertação intitulada “LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA RÚCULA NO CERRADO”, sob orientação do professor Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale, e defesa em 31/01/2018.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>04</b>
2.1 A cultura da rúcula.....	04
2.2 Estresse hídrico.....	06
2.3 Ambiente protegido.....	07
2.4 Sistema de irrigação por gotejamento.....	09
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Caracterização da área experimental.....	11
3.2 Substrato e análise de solo.....	12
3.3 Condução da cultura.....	13
3.4 Cultivares de rúcula.....	16
3.5 Características avaliadas.....	16
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1. Lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos nos dois experimentos da rúcula. Ceres-GO, 2017.....	23
Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura da folha (ALT), número de folhas (NF), massa verde por plantas (MVP), massa média foliar (MMF), massa verde do maço (MVM), produtividade (PROD), índice SPAD (SPAD) e eficiência do uso da água (EUA) de cultivares de rúcula sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido em setembro/outubro. Ceres – GO. 2017.....	25
Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura da folha (ALT), número de folhas (NF), massa verde por planta (MVP), massa média foliar (MMF), massa verde do maço (MVM), produtividade (PROD), índice SPAD (SPAD) e eficiência do uso da água de cultivares de rúcula sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido em novembro/dezembro. Ceres – GO. 2017.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Área externa da casa de vegetação Fonte: Arquivo Pessoal.....	11
Figura 2. Imagem aérea via Google EarthPRO da área experimental Fonte: Arquivo Pessoal.....	12
Figura 3. Experimento em casa de vegetação Fonte: Arquivo Pessoal.....	13
Figura 4: Equipamento termo-higrômetro utilizado nos dois experimentos Fonte: Arquivo Pessoal.....	15
Figura 5. Temperatura em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	19
Figura 6. Umidade relativa do ar em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	19
Figura 7. Temperatura em novembro/dezembro (Época 2). Ceres (GO), 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	20
Figura 8. Umidade relativa do ar em novembro/dezembro (Época 2). Ceres (GO), 2017. Fonte: Arquivo Pessoal.....	20
Figura 9. Cultivar Antonella com necrose nas folhas e com a lâmina de 70% da ETc em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017. Fonte: Arquivo Pessoal.....	21
Figura 10. Evapotranspiração da cultura no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres-GO 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	23

Figura 11. Evapotranspiração da cultura no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	24
Figura 12. Altura de planta sob as lâminas de irrigação no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres – GO. 2017. Fonte: Arquivo Pessoal.....	27
Figura 13. Massa verde da planta sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	30
Figura 14. Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cultivares de rúcula sob as lâminas de irrigação no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres – GO. 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	30
Figura 15. Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cultivares sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017 Fonte: Arquivo Pessoal.....	31
Figura 16. Índice SPAD de cultivares de rúcula sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017. Fonte: Arquivo Pessoal.....	32
Figura 17. Eficiência de uso da água (EUA) sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017. Fonte: Arquivo Pessoal.....	33

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
P	Fósforo	cmolc kg <sup>-1</sup>
Na <sup>+</sup>	Sódio	cmolc kg <sup>-1</sup>
Ca <sup>+2</sup>	Cálcio	cmolc kg <sup>-1</sup>
Mg <sup>+2</sup>	Magnésio	cmolc kg <sup>-1</sup>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono	
IRN	Irrigação real necessária	
Ea	Eficiência de aplicação	
ITN	Irrigação total necessária	
TR	Turno de rega	dias
EUA	Eficiência do uso da água	
m <sup>3</sup>	Metro cúbico	
GO	Goiás	
ETc	Evapotranspiração da cultura	
ALT	Altura de planta	Cm
NF	Número de folhas	
MVP	Massa verde por plantas	G
MMF	Massa média foliar	G
MVM	Massa verde do maço	G
MO	Matéria Orgânica	%
pH	Potencial de Hidrogênio	
RH	Reposição Hídrica	%
PROD	Produtividade	
GL	Grau de liberdade	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amônio	
cm <sup>2</sup>	Centímetro ao Quadrado	
cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Centimol Carga por Quilograma	
K <sup>+</sup>	Potássio	
KCl	Cloreto de Potássio	G
G	Gramas	
Ep Ab	Epiderme Abaxial	
Há	Hectares	
° C	Grau Celsius	
CV	Coeficiente de Variação	
Ns	Não Significativo	
Kg	Quilograma	
L	Litros	
M	Metros	
Mm	Milímetros	
mm <sup>2</sup>	Milímetros ao Quadrado	

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
%	Porcentagem	
	Unidade em Reais	
Cm	Centímetros	

## RESUMO

WINDER, ANA RITA DA SILVA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, janeiro de 2018. **Lâminas de irrigação na cultura da rúcula no cerrado**. Orientador: Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale. Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

A rúcula é uma folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto de 30 a 40 dias. Na literatura, é escasso o assunto sobre o desempenho agrônômico de hortaliças irrigadas no Cerrado Goiano, sendo ainda fundamentada em experiências empíricas de produtores, desprovidas de referências de resultados de pesquisas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção de cultivares de rúcula em diferentes lâminas de irrigação no sistema de gotejamento, nas condições de ambiente protegido no Cerrado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres nos períodos de setembro/outubro e novembro/dezembro de 2017. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas 3 x 4 (3 cultivares de rúcula e 4 lâminas de irrigação de acordo evapotranspiração de referência tanque Classe “A”: 55, 70, 85 e 100%) e três repetições, totalizando 108 vasos. Para o experimento implantado em setembro, a colheita aconteceu em 25 de outubro, e para o segundo, a colheita foi em 12 de dezembro. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. O manejo da irrigação foi feito de acordo com o método do tanque classe “A”. Foram monitoradas diariamente a temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%), com o auxílio de um termo-higrômetro digital instalado em abrigo dentro da estufa. O monitoramento da  $ET_0$  (mm dia<sup>-1</sup>) foi feito pela leitura no tanque classe “A”. As variáveis analisadas foram: altura de planta, número de folhas, massa verde por plantas, massa média foliar, massa verde do maço, produtividade, índice SPAD e eficiência do uso da água. Para o desenvolvimento de plantas de rúcula, houve diferença significativa para o índice SPAD no experimento de novembro/dezembro e para a altura de plantas, no experimento de setembro/outubro. Para eficiência do uso da água, houve diferença para o experimento de novembro/dezembro. Não houve diferença para a produtividade nos tratamentos estudados. As três cultivares de rúcula podem ser recomendadas para produção irrigada em ambiente protegido na região do Cerrado com 55% da  $ET_c$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eruca* spp., *Brassicaceae*, lâminas, manejo de irrigação, ambiente protegido



## ABSTRACT

WINDER, ANA RITA DA SILVA. Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, January 2018. **IRRIGATION DEPTH IN ARUGULA** (*Eruca sativa* Mill.) **CULTURE IN BRAZILIAN CERRADO (Savannah)**. Advisor: PhD Vale, Luís Sérgio Rodrigues. Co-advisor: PhD Oliveira, Henrique Fonseca Elias de.

Arugula (*Eruca sativa* Mill.) is a leafy herbaceous plant of fast growing vegetative and short cycle of 30 to 40 days. The literature on the agronomic performance of irrigated vegetables in Cerrado (Savannah) of Goiás State, Brazil, is scarce and is based on empirical experiments carried out by producers, lacking research results as a reference. This study aimed to evaluate the vegetative development and the arugula cultivars production under different irrigation depths in the drip system, under protected environmental conditions in the Brazilian Cerrado (Savannah). The experiment was carried out in a greenhouse in the experimental area located at the Goiano Federal Institute, Ceres Campus, in the periods of September/October and November/December 2017. The experimental design was a randomized block with 3x4 subplots (3 arugula cultivars and 4 irrigation depths, according to reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) tank Class "A": 55, 70, 85, and 100%) and three replicates, totaling 108 vessels. For the experiment deployed in September, the harvest took place on October 25, and for the experiment deployed in November, the harvest was on December 12. The irrigation system used was the drip irrigation system. Irrigation management was carried out according to the tank method class "A". The temperature ( $^{\circ}C$ ) and the air relative humidity (%) were monitored daily with a digital thermohygrometer in a protected place inside the greenhouse. Monitoring of  $ET_0$  ( $mm\ day^{-1}$ ) was done by the reading in the tank class "A". The variables analyzed were: (a) plant height; (b) number of leaves; (c) green mass per plant; (d) average leaf mass; (e) green mass of the packet; (f) productivity; (g) SPAD index; and (h) water use efficiency. For the arugula plants development, there was a significant difference for the SPAD index in the November/December experiment, and there was a significant difference for the plant height in the September/October experiment. There was a difference in the efficiency of water use for the experiment of November/December. There was no difference for the productivity in the treatments studied. The three arugula cultivars can be recommended for irrigated production under protected environment in the Cerrado region with 55% Crop evapotranspiration ( $ET_c$ ).

**Keywords:** *Eruca sativa* Mill. *Brassicaceae*. Irrigation depths. Irrigation management. Protected environment

## 1. INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca* spp.) pode designar algumas espécies da família *Brassicaceae* com folhas pungentes, sendo a principal a *Eruca sativa*. Estas espécies são conhecidas desde a antiguidade e estão descritas no herbário de *Dioscorides* na Grécia, desde o século I (Morales & Janick, 2002). As folhas comestíveis são caracterizadas por uma picância característica, sendo utilizadas em saladas e, às vezes, cozidas. Os egípcios e romanos antigos consideravam as folhas afrodisíacas (Palada & Crossman, 1999). A cultura da rúcula tem sido bastante procurada por consumidores que buscam uma alimentação mais saudável.

Souza Neta et al. (2013) ressalta que a cultura é plantada, principalmente, por pequenos e médios agricultores, todavia não cita números de área de cultivo. Quando cultivada em temperatura elevada, o pendão floral é emitido mais precocemente e as folhas se tornam menores e rijas.

Suas folhas são ricas em vitaminas A e C e em potássio, enxofre e ferro, têm efeito anti-inflamatório no intestino e desintoxicante para o organismo humano. É consumida também no sul da Europa, no Egito e Sudão, e na Índia é cultivada em função da pungência e do conteúdo do óleo presente em suas sementes (Trani & Passos, 1998). Tassi (2001) afirma que a biodisponibilidade de carotenoides presentes na rúcula não é baixa. Além do fornecimento nutricional para a alimentação humana, Filgueira (2008) cita o sabor picante e odor agradável das suas folhas. Sahab et al. (2014) concluem que o óleo essencial da rúcula apresenta alta atividade fúngica contra espécies do gênero *Fusarium*.

É imperioso o correto manejo de quando e quanto irrigar para que a produção de alimentos seja sustentável e os recursos utilizados permaneçam disponíveis às próximas gerações. Qualquer cultura para completar seu ciclo utiliza enorme quantidade de água, cerca de 98% passa pelo vegetal, fato que evidencia a necessidade de estudos

relacionado com o fornecimento de água para as plantas (Reichardt & Timm, 2012). Sala et al. (2004) estima que o consumo de rúcula seja crescente, a área cultivada esteja em torno de 6.000 ha ano<sup>-1</sup> e 85% da produção se concentra no Sudeste brasileiro.

A agricultura irrigada é considerada o ramo de atividade que mais utiliza água no planeta, sendo a ela atribuído o uso de 72% da água doce total consumida. No Brasil, estima-se que este consumo seja de 63%, por isso é de fundamental importância a adoção de mecanismos que favoreçam o aumento da eficiência do uso da água sem afetar a produtividade das culturas (Salomão, 2012).

Na irrigação por gotejamento, a água é aplicada diretamente sobre a região radicular, em pequena intensidade e alta frequência, para manter a umidade no valor próximo ao da capacidade de campo. Isto propicia elevada eficiência de aplicação de água e melhores condições de umidade na zona radicular (Coelho et al., 2006).

Segundo Mantovani et al. (2009), a irrigação, no foco do agronegócio, insere-se em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumento da produção, produtividade e rentabilidade da propriedade agrícola, de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para manutenção do homem no campo. A irrigação gera empregos permanentes e estáveis, sendo assim, o desenvolvimento da agricultura irrigada, entre outros aspectos, requer maior eficiência em relação à aplicação de água e nutrientes (Silva et al., 2008).

Segundo Lima Júnior et al. (2012), apesar da importância dos cultivos em ambientes protegidos para a olericultura brasileira, ainda são insuficientes os resultados de pesquisa que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do País, notadamente aqueles necessários ao adequado manejo da irrigação.

O consumo da rúcula vem se destacando no comércio popular, e seu plantio é feito, na grande maioria das vezes, no período de maio a setembro (intervalo em que há o período de estiagem, principalmente na região do Cerrado), em pequenas propriedades próximas da região urbana, formando cinturões verdes, com o uso de estufas e áreas irrigadas. O fornecimento de água para a cultura, na maioria das vezes, não é feito com nenhum parâmetro de aplicação, uma vez que a irrigação é uma ferramenta importante para a produção de alimentos. É importante saber o correto

manejo, quando e quanto irrigar, para que a produção de alimentos seja sustentável e os recursos utilizados permaneçam disponíveis às próximas gerações. Existem poucos dados relativos à cultura da rúcula no Brasil, principalmente para irrigação (Purquerio, 2005; Moura et al., 2008; Souza, 2014; Oliveira, 2012; Souza et al., 2015).

A demanda por hortaliças como rúcula tende a crescer, pois a população tem diversificado o consumo devido à busca por uma alimentação mais equilibrada, hábito alimentar diferenciado (Souza et al., 2015). Na literatura, ainda é escasso assunto sobre o desempenho agrônômico de hortaliças irrigadas no Cerrado Goiano, sendo fundamentada em experiências empíricas de produtores, desprovidas de referências de resultados de pesquisas. Portanto, há necessidade de se determinar o desempenho de novos materiais que apresentem adequadas características agrônômicas sob irrigação, para maximizar a produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção de cultivares de rúcula em diferentes lâminas de irrigação no sistema de gotejamento, nas condições de ambiente protegido no Cerrado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da rúcula.

Desde o período helênico, 323 a 146 a.C, a rúcula vem sendo utilizada como tempero, alimento, medicamento, afrodisíaco e em jardins, sendo citada nos manuscritos Mishna e Talmud e descrita por Yaniv et al. (1998).

A rúcula pertence à família *Brassicaceae*, tem folhas pungentes, é conhecida desde a antiguidade e está descrita no herbário de *Dioscorides* na Grécia desde o século I (Morales & Janick, 2002). Além de servir como alimento, a rúcula apresenta propriedades nutracêuticas, sendo um bom depurativo, fonte de vitamina C e de ferro (Pignone, 1997). Na sua composição, em cada 100 g de massa de matéria fresca, ocorrem 91,7 g de água, 2,58 g de proteína, 1,6 g de fibra, 160 mg de cálcio, 1,40 mg de ferro, 47 mg de magnésio, 52 mg de fósforo, 369 mg de potássio, 27 mg de sódio, 0,47 mg de zinco, 15 mg de vitamina C, 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina, 0,437 mg de ácido pantotênico e 0,073 mg de vitamina B6 (USDA, 2004).

É uma hortaliça folhosa herbácea, de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto. O período, que abrange desde a emergência das plântulas até a iniciação floral, representa sua produção economicamente viável e se encerra ao atingir o maior tamanho das folhas. Suas folhas são relativamente espessas e recortadas, de coloração verde, com nervuras verde-claras. (Camargo, 1992; Trani et al., 1992; Minami & Tessarioli Neto, 1998; Morales & Janick, 2002).

Na Itália, onde é apreciada pela sua pungência, essa hortaliça folhosa é consumida em larga escala. No Brasil, é consumida in natura e em pizzas, sendo que nos últimos anos houve aumento na sua popularidade e consumo. É produzida em todas as regiões do país e, desde o final da década de 1990, a rúcula vem conquistando maior espaço no mercado.

Na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP), a quantidade de rúcula comercializada teve um crescimento de 78% entre 1997 e 2003. Outro aspecto relevante diz respeito ao crescimento da quantidade comercializada e à sua valorização, indicando a rentabilidade da rúcula (Filgueira, 2008).

No Brasil, a espécie mais cultivada é a *Eruca sativa* Miller, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Porém, também se encontram cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC, conhecida como rúcula Selvática (Camargo, 1992). Em cultivos comerciais, a rúcula é colhida de uma só vez, arrancando-se as plantas inteiras com folhas e raízes. Porém, ela pode ser colhida diversas vezes, cortando-se as folhas sempre acima da gema apical, onde haverá rebrota, possibilitando um novo corte (Minami & Tessarioli Neto, 1998). A colheita da rúcula é feita de 30 a 40 dias após a semeadura. Após esse período, as folhas começam a ficar fibrosas e impróprias para o consumo, pois a planta começa seu estágio reprodutivo. Em lavouras comerciais, a planta é colhida de uma só vez, retirando-se as plantas inteiras (folhas e raízes), comercializando-as em maços ou dúzias.

Segundo Trani et al. (1992), para o bom desenvolvimento da planta, com produção de folhas grandes e tenras, há necessidade de temperaturas entre 15 a 18° C , e a melhor época de plantio ocorre de março a julho (outono/inverno). Os autores também ressaltam que a produção fica prejudicada quando ocorrem temperaturas elevadas, as folhas acabam ficando menores e lignificadas, tornando-se impróprias para a comercialização. No entanto, Filgueira (2008) afirma que, apesar de a rúcula produzir melhor sob temperaturas amenas, ela tem sido cultivada ao longo do ano em diversas regiões brasileiras. Este resultado é comprovado por Gusmão (2003), que, cultivando rúcula nas condições de Belém, PA, sob alta temperatura e umidade do ar, verificou desenvolvimento normal comparável ao de regiões de temperaturas amenas. Purquerio & Goto (2005) relatam que, em regiões com verão chuvoso, a rúcula tem decréscimo na sua produção, pois o impacto das gotas de chuva nas folhas e no solo

causa danos às plantas, afetando seu desenvolvimento e influenciando na qualidade do produto.

Cunha et al. (2013), trabalhando com diferentes cultivares de rúcula e lâminas, em duas épocas, verão (chuvosa) e inverno (seca), em condição de campo, em um solo de textura argilosa, encontraram produtividade máxima de massa fresca de 2,4 e 0,89 kg m<sup>2</sup>, com 125% e 50% da ETc para o inverno e verão, respectivamente, sendo a cultivar Folha Larga a mais produtiva e a mais eficiente no uso da água.

## 2.2 Estresse hídrico

A água é o principal constituinte vegetal, totalizando cerca de 90% da massa de matéria verde. Além disso, de todos os recursos de que a planta necessita para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e, ao mesmo tempo, mais limitante para produtividade agrícola, uma vez que constitui a matriz e o meio onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos essenciais (Taiz & Zeiger, 2013).

O estresse hídrico ocorre tanto com déficit hídrico como com excesso, quando ocorre alguma limitação à drenagem da água ou a aplicação excessiva de água de irrigação (Becari, 2015). Quando as plantas se encontram em condições de déficit de água, as células-guarda, localizadas nos estômatos, ficam menos túrgidas e a abertura estomática diminui até se fechar completamente, a absorção de CO<sub>2</sub> é comprometida, tendo como consequência redução na fotossíntese, produção de novas folhas, ocorrendo abscisão foliar. Desta forma, os processos fisiológicos são comprometidos, o que acarreta perdas na produtividade. Alguns dos efeitos observados em plantas sob déficit hídrico são redução da expansão celular e/ou foliar, redução das atividades celulares e metabólicas, fechamento estomático, inibição da atividade fotossintética, queda foliar, alteração na partição do carbono, desestabilização de membranas e de proteínas e, por fim, morte celular. Para os autores, um efeito da desidratação celular seria os íons se tornarem mais concentrados e poderem se tornar tóxicos para o ambiente celular (Taiz & Zeiger, 2013).

De acordo com Taiz & Zeiger (2013), plantas, quando expostas à inundação, exibem os seguintes efeitos: redução da respiração, metabolismo fermentativo,

produção inadequada de ATP, produção de espécies reativas de oxigênio, fechamento estomático e, também, ocorrência de produção de toxinas por microrganismos anaeróbicos.

### **2.3 Ambiente protegido**

No Brasil, a demanda por produtos hortícolas durante o ano, mesmo na estação chuvosa ou fria e seca, exigiu dos agricultores a adoção de tecnologia de cultivo de plantas ao abrigo de condições adversas, o chamado cultivo protegido, hoje amplamente usado nas cadeias produtivas de flores e hortaliças e em expansão na fruticultura. Essas cadeias envolvem negócios de cerca de 20 bilhões de reais por ano e geram meio milhão de empregos no país (Abreu et al., 2002).

O cultivo protegido é uma atividade comercial, portanto, com fins lucrativos. É uma oportunidade de negócio, e o empreendedor deve conhecer bem o mercado, suas exigências e a necessidade da rastreabilidade do seu produto final. Há que se saber da demanda por produto diferenciado com qualidade e padrões superiores aos já existentes e promover a agregação de valor, fortalecendo a cadeia produtiva nesse sistema de produção (Sanchez & Figueiredo, 2011).

Segundo o Comitê Brasileiro de Desenvolvimento e Aplicação de Plásticos na Agricultura (COBLAPA), estima-se em 2011 que a produção em ambiente protegido no Brasil tenha ocupado cerca de 26 mil hectares. O estado de São Paulo detém mais de 50% da área nacional de cultivo em ambiente protegido, com 5.427 unidades de produção agropecuária em uma área de 14,4 mil hectares (Figueiredo, 2011).

Nas condições climáticas brasileiras, consideradas tropicais e subtropicais, onde o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, o aquecimento natural e demasiado do ambiente pode causar problemas no cultivo das plantas. Os maiores problemas enfrentados em cultivos protegidos são, principalmente, as altas temperaturas e a elevada umidade. Embora o uso de ambiente com cobertura de polietileno seja recente no Brasil, a criação de ambientes controlados vem ganhando cada dia mais usuários nas diversas áreas da agricultura (Purquerio & Goto, 2005).



O ambiente protegido protege a cultura da geada, do calor, do vento, da radiação e do ataque de pragas e doenças. A cobertura atua como um redutor da evapotranspiração das culturas e, em algumas culturas, o consumo de água por quilo de fruto produzido pode ser reduzido à metade (FAO, 2002). O uso correto do ambiente protegido possibilita produtividades superiores às observadas em campo.

Ao iniciar a produção em ambiente protegido, é imprescindível ter planejamento não só em relação aos custos e benefícios na instalação das estruturas, mas também na adequação da tecnologia ao seu ambiente físico, prestando atenção nas orientações recebidas com relação à forma de construção, posicionamento das estruturas em relação a ventos e ao sol, encharcamento do solo nas épocas de chuvas, legislação ambiental e, principalmente, quais os benefícios se quer obter ao iniciar o cultivo em ambiente protegido (Sanches & Figueiredo, 2011).

As produtividades dentro do ambiente protegido podem ser duas a três vezes superior às observadas no campo e com qualidade superior. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, o ambiente protegido permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção ao ar livre. Esse sistema também auxilia na redução das necessidades hídricas (irrigação), através do uso mais eficiente da água pelas plantas. Outro motivo para produzir em ambiente protegido é o melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes e luz solar), resultando em precocidade de produção (redução do ciclo da cultura) e redução do uso de insumos como fertilizantes e defensivos (Beckmann-Cavalcante et al., 2007).

O ganho em produtividade com o uso de ambiente protegido é evidenciado pelos resultados obtidos por Purquerio & Goto (2005), que, durante o verão, obtiveram 3,5 kg m<sup>-2</sup> de rúcula cultivada em ambiente protegido, contra 1,17 kg m<sup>-2</sup> em campo, utilizando-se 120 kg de N ha<sup>-1</sup>. O uso correto do ambiente protegido possibilita produtividades superiores às observadas em campo. Segundo Cermeño (1990), a produtividade dentro do ambiente protegido pode ser 2 a 3 vezes maior que a observada no campo e com qualidade superior.

## **2.4 Sistema de irrigação por gotejamento**

A irrigação tem como objetivo principal suprir as necessidades hídricas da planta. Com o uso da irrigação, o risco de perda dos investimentos no setor agrícola é

minimizado, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade dos produtos colhidos, bem como o lucro do empreendimento rural (Bernardo et al., 2009; Testezlaf, 2011).

Com o aumento da demanda de água e a utilização inadequada dos recursos hídricos pelas atividades humanas, é crescente a busca por métodos mais eficientes, que reduzam os desperdícios e mantenham a qualidade e a produtividade das culturas (Esteves et al., 2012).

Entre os diferentes métodos de irrigação localizada, está o sistema de irrigação por gotejamento, sistema em que a água é aplicada diretamente na região radicular em pequenas intensidades (baixa vazão) e alta frequência (turno de rega pequeno), mantendo o solo próximo à capacidade de campo. A aplicação da água é feita por tubos perfurados com orifícios de pequeno diâmetro ou por gotejadores denominados emissores, encontrados de diferentes tipos e modelos. No gotejamento, a aplicação de água é na forma de “ponto fonte”, a superfície do solo fica com uma área molhada de formato circular e seu volume molhado, com forma de bulbo (Bernardo et al., 2009).

A irrigação localizada é usada, em geral, sob a forma de sistema fixo, ou seja, o sistema é constituído de tantas linhas laterais quantas forem necessárias para suprir toda a área, isto é, não há movimentação das linhas laterais (Bernardo, 2002). Pode-se considerar que as principais vantagens do sistema de irrigação por gotejamento são a maior eficiência no uso da água, possível de utilização em locais onde a água é escassa ou seu custo de utilização é elevado.

Por irrigar de forma localizada, sem molhar toda a superfície do solo, os sistemas de gotejamento e microaspersão minimizam as perdas de água por evaporação, que podem diminuir em até 80 % durante o estágio inicial da cultura (Mantovani et al., 2006). Para o correto planejamento e manejo de um sistema de irrigação, o cálculo da quantidade de água necessária a uma cultura é o parâmetro mais importante. Na determinação da quantidade de irrigação necessária, a evapotranspiração e a precipitação efetiva são os parâmetros mais importantes. Em regiões onde a precipitação efetiva é pouco expressiva ou os cultivos são realizados em épocas secas, a quantidade de irrigação necessária é baseada unicamente na evapotranspiração. A evapotranspiração é a soma dos componentes de transpiração e evaporação durante determinado período. Sua aferição é de grande importância, pois torna visualizável o

consumo de água pelas plantas e, conseqüentemente, a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema (Mantovani et al., 2009).

Na visão da agricultura sustentável, a irrigação localizada hoje é o método de maior eficiência no uso da água. A água é aplicada de forma pontual, por gotejadores, ou outros emissores, somente na região da raiz. Assim, as perdas de água por evaporação são minimizadas, não ocorre o molhamento tanto das partes do solo onde não há cultura plantada, quanto da parte aérea das plantas, o que pode provocar doenças. Por isso, o volume de água para irrigação localizada é menor quando comparado aos demais métodos de aplicação (Grah et al., 2012).

O sistema de irrigação localizada por gotejamento, apesar de requerer alto capital inicial de investimento, é uma das melhores técnicas para irrigar hortaliças e pomares, devido ao menor consumo de água e fertilizantes. No entanto, nesse sistema, pode ocorrer excesso de água, causando doenças, ou escassez de água, comprometendo o rendimento da cultura (Barroca et al., 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (latitude 15° 21' 1,54'' S, longitude 49° 35' 55,42'' W e altitude de 550m), no período de setembro/outubro e novembro/dezembro de 2017. De acordo com Koppen, o clima da região é classificado como Aw (tropical com estação seca de inverno), temperatura média de 24,6 °C, e 1601 mm é a pluviosidade média anual. A casa de vegetação, Figuras 1 e 2, utilizada para cultivo protegido foi do tipo arco simples, com orientação Leste-Oeste e estrutura metálica, dimensões de 20 m de comprimento e 7 m de largura, coberta com filme de polietileno de 150 micra.



Figura 1. Área externa da casa de vegetação da área experimental  
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 2. Imagem aérea via Google EarthPRO da área experimental  
Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.2 Substrato e Análise do Solo

O solo utilizado no experimento tem classe textural classificada como argiloso (Santos et al., 2012), cujas características químicas foram determinadas pela análise de solo, com os seguintes atributos: pH (em H<sub>2</sub>O) = 5,07; matéria orgânica = 4,0 mg dm<sup>-3</sup>; P= 2,00 mg dm<sup>-3</sup>; K= 38,80 mg dm<sup>-3</sup>; Ca= 0,47 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 0,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 3,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC= 3,89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e saturação por base= 55,56%.

A capacidade do vaso dos experimentos foi de 10 L de substrato. A adubação feita para o preparo do substrato para 1200 kg, segundo recomendação do IAC (2014), foi de 750 L de terra e 250 L de esterco bovino peneirado e aplicação de 850g de calcário (478 kg ha<sup>-1</sup>), 280g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Termofosfato Magnesiano, correspondendo a 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 540g de K<sub>2</sub>O (Cloreto de Potássio, correspondendo a 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

A adubação de cobertura foi feita com nitrogênio na forma de uréia, na quantidade de 1,5g por vaso (140 kg ha<sup>-1</sup> de N), 20 dias após a data do plantio.

### 3.3 Condução da cultura

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas 3 x 4 (três cultivares de rúcula: Antonella, Folha Larga e Cultivada; quatro lâminas de irrigação de acordo evapotranspiração de referência tanque Classe “A”: 55, 70, 85 e 100%) e três repetições, totalizando 108 vasos. Os vasos foram acomodados em bancadas na casa de vegetação (Figura 3). A distância entre as linhas e as unidades experimentais foi de 0,56 m, e os vasos tinham as dimensões de 0,27 m de diâmetro e 0,23 m de altura.

Foram implantados dois experimentos nas mesmas condições em casa de vegetação. Um foi implantado em setembro, Época 1, e outro em novembro, Época 2, de 2017. Para o experimento implantado em setembro, a colheita aconteceu em 25 de outubro, e no segundo, a colheita foi em 12 de dezembro. A semeadura foi feita diretamente nos vasos, com quatro sementes equidistantes da região próxima à irrigação. O desbaste das plantas foi feito deixando duas plantas por vasos.



Figura 3. Experimento em casa de vegetação  
Fonte: Arquivo pessoal.

Foi utilizado o sistema de irrigação localizada por gotejamento, montado com quatro linhas principais (16 mm) e as laterais eram formadas por mangueiras de polietileno. Os microtubos foram inseridos nas linhas laterais e os gotejadores autocompensantes, conectados na extremidade final dos microtubos em cada vaso. Os emissores eram espaçados entre si de 0,56 m, o que corresponde ao espaçamento entre

os vasos. Foi feito o cálculo do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e se constatou eficiência de 93,97%. Os emissores forneciam uma vazão média de 7,44 L h<sup>-1</sup> e o conjunto motobomba tinha uma pressão de serviço de 10 mca.

A capacidade de retenção de água nos vasos foi feita preliminarmente para determinar a capacidade de campo. Três vasos com 10 kg de substrato foram colocados para saturar em duas caixas d'água com volume de água equivalente a 2/3 da altura dos vasos. Os vasos foram mantidos parcialmente imersos por um período de 24 h para que ocorresse a saturação completa. Estes foram cobertos com filme plástico para evitar a evaporação. Após, foram colocados para drenar livremente sobre uma bancada e pesados a cada 12 h, durante 96 h (Casaroli & Van Lier, 2008).

Para a obtenção dos dados para a definição das lâminas de irrigação, foi utilizado um minitanque Classe "A" (altura de 0,26m e diâmetro de 0,57m), de acordo com Salomão (2012). Os dados da evapotranspiração eram coletados diariamente e efetuado o cálculo das lâminas de irrigação, que eram aplicadas de acordo com os tratamentos 55%, 70%, 85% e 100% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>).

O cálculo da quantidade de água demandada pela planta (equação 1) foi estimado, segundo Conceição (2005):

$$ET_c = ET_0 * K_c \quad (1)$$

A diferenciação da reposição de água ocorreu um dia após a semeadura. Os valores de K<sub>c</sub> utilizados em cada estágio de desenvolvimento da rúcula foram adaptados da recomendação de Santana et al. (2016), correspondendo dias após plantio 0-8 0,29 K<sub>c</sub>, 9-16 dias após plantio 0,52 K<sub>c</sub>, 17-24 dias após plantio 0,93 K<sub>c</sub>, 25-33 dias após plantio 0,87 K<sub>c</sub> e 34-40 dias após plantio 1,02 K<sub>c</sub>.

O cálculo da lâmina bruta ou irrigação total necessária (mm dia<sup>-1</sup>) na cultura da rúcula (equação 3) foi feito com base na relação entre a irrigação real necessária (IRN) (equação 2) e a eficiência de aplicação (EA) (Mantovani et al., 2009), encontrando assim a irrigação total necessária (ITN). Considerou-se turno de rega (TR) igual a 1.

$$IRN = ET_c * TR \quad (2)$$

$$ITN = \frac{IRN}{ea} \quad (3)$$

O tempo de irrigação por planta (equação 4) foi determinado utilizando os dados de ITN, a área (m<sup>2</sup>) ocupada por cada planta (A), o número de gotejadores (n) e a vazão do gotejador (Qg).

$$Ti = \frac{ITN * A}{n * Qg} \quad (4)$$

O equipamento termo-higrômetro, Figura 4, instalado dentro da casa de vegetação foi utilizado para coleta diária de dados de umidade relativa do ar e das temperaturas máximas e mínimas. Considerando os dados colhidos durante o período de condução do experimento, foram calculadas as médias de temperatura e umidade para os dois experimentos.



Figura 4: Equipamento termo-higrômetro utilizado nos dois experimentos  
Fonte: Arquivo pessoal.

Para a implantação do segundo experimento de rúcula (novembro/dezembro) na casa de vegetação, foram aproveitados o substrato contido nos vasos do primeiro experimento e toda a estrutura de irrigação. Foi feita uma nova análise de solo, e a adubação utilizada foi apenas a de cobertura com nitrogênio na forma de ureia, na quantidade de 1,5g por vaso (140 kg ha<sup>-1</sup> N), em uma única aplicação, 20 dias após a semeadura.



### 3.4 Cultivares de rúcula:

A cultivar de rúcula Antonella é precoce, com uniformidade do ponto de colheita/corte e ciclo 40 a 60 dias (Isla). A cultivar Folha Larga tem as seguintes características: é vigorosa, tem folhagem ereta, apresenta ótimo sabor e folhas largas, de coloração verde-escura, ciclo 40 a 60 (Top Seed). A cultivar Cultivada tem as seguintes características: planta vigorosa, com folhagem ereta e muito saborosa, ciclo de 40 a 60 (Top Seed).

### 3.5 Características avaliadas:

Foram avaliadas as seguintes variáveis nos dois experimentos:

**Altura da folha:** a altura da planta foi medida com o auxílio de uma fita métrica do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, em cm.

**Número de folhas por planta:** foi contado o número de folhas acima de quatro centímetros, das folhas basais até a última folha aberta.

**Rendimento de massa verde:** foi determinada a massa fresca da parte aérea pela média da produção de cada planta no vaso, através de uma balança digital.

**Massa média foliar:** foi feita pela massa de folhas dividida pelo número de folhas.

**Massa do maço:** a massa do maço de rúcula foi obtida pelo conjunto de seis plantas, conforme verificado nas feiras realizadas nas cidades de Carmo do Rio Verde e de Uruana.

**Produtividade:** a produtividade foi calculada no ponto de colheita dos experimentos e medida através da produção e dos espaçamentos dos vasos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

**Índice SPAD:** o índice de clorofila foi feito utilizando o medidor de clorofila SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), com clorofilômetro, modelo Minolta SPAD-502, que determina a quantidade relativa de clorofila, pela quantidade de luz transmitida pela folha na quinta folha, contando a partir da folha mais jovem, aos 10 dias antes da colheita.

**Eficiência do Uso da Água (EUA,  $\text{kg m}^{-3}$ ):** A eficiência do uso da água foi definida pela relação entre a produtividade comercial da rúcula na parcela e a quantidade de água aplicada. A EUA foi calculada pela equação 5:

$$EUA = P/V \quad (5)$$

Em que:

EUA = eficiência do uso da água ( $\text{kg m}^{-3}$ ); P = produtividade comercial da hortaliça ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); e V = volume de água aplicada no período de produção ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

Os dados obtidos para as variáveis avaliadas nos experimentos das épocas 1 e 2 foram analisados em separado, utilizando a análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de F a ao nível de 5%. Quando houve significância para o fator das lâminas, foi feita a análise de regressão, definindo o melhor ajuste segundo a combinação de significância e o maior coeficiente de determinação. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR 5.3 (Ferreira, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período dos experimentos, foi feita coleta de dados meteorológicos no ambiente protegido para temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%).

As Figuras 5 e 6 apresentam os dados de temperaturas e de umidade relativa do ar observados para o experimento implantado em setembro/outubro de 2017 (Época 1). As Figuras 7 e 8 apresentam as variáveis climáticas do experimento implantado em novembro/dezembro de 2017 (Época 2) para temperatura e umidade relativa do ar. As temperaturas máxima, média e mínima do ar no ambiente protegido foram, respectivamente, de 47,17; 32,84 e 18,52 °C na época 1 e de 40,89; 31,78 e 22,66 °C na época 2. A umidade relativa do ar apresentou, respectivamente, máxima, média e mínima de 65,10; 56,63 e 11,06% na época 1 e de 82,30; 38,07 e 30,96 % na época 2.

A temperatura máxima no interior da estufa variou de 38,10 °C a 54,00 °C na época 1 e de 29,9°C a 48,9°C na época 2, enquanto a temperatura mínima foi de 14,90 °C a 24,90 °C na época 1 e de 21,00°C a 26,2°C na época 2 (Figuras 5 e 7).

Os dados de temperatura média observados mantiveram-se acima da faixa de 22 a 24 °C, citada por Pimpini & Enzo (1997) e acima da faixa de 15 a 18 °C, citada por Trani et al. (1992), como médias de temperaturas ótimas para o bom desenvolvimento da rúcula. Segundo Trani et al. (1992), temperaturas na faixa ideal favorecem a produção de folhas grandes e tenras, auxiliam a evitar o florescimento precoce e a pungência acentuada.

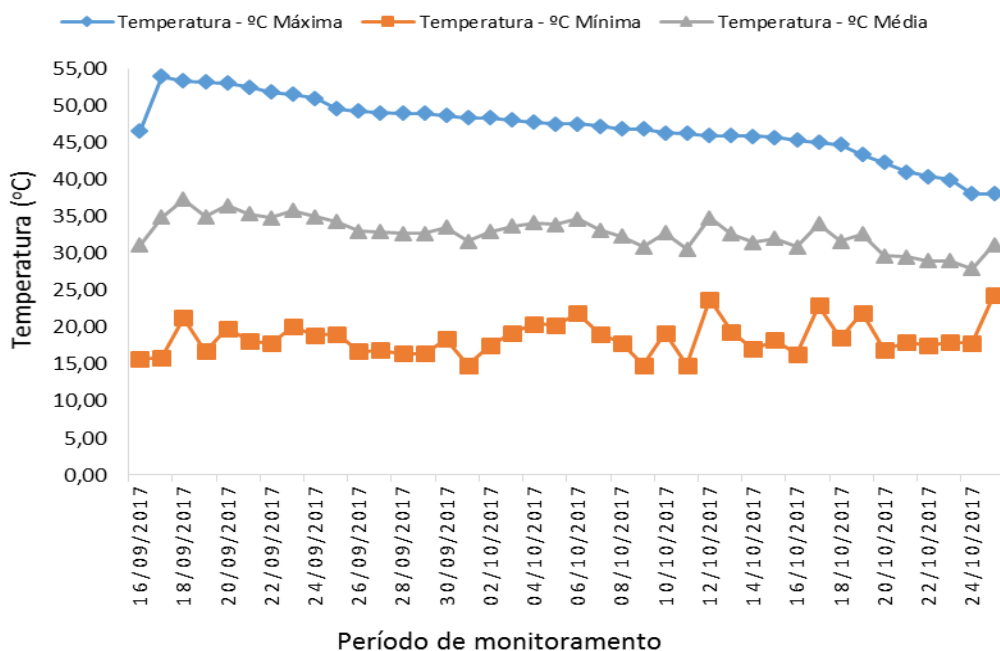


Figura 5. Temperatura em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017  
 Fonte: Arquivo pessoal.

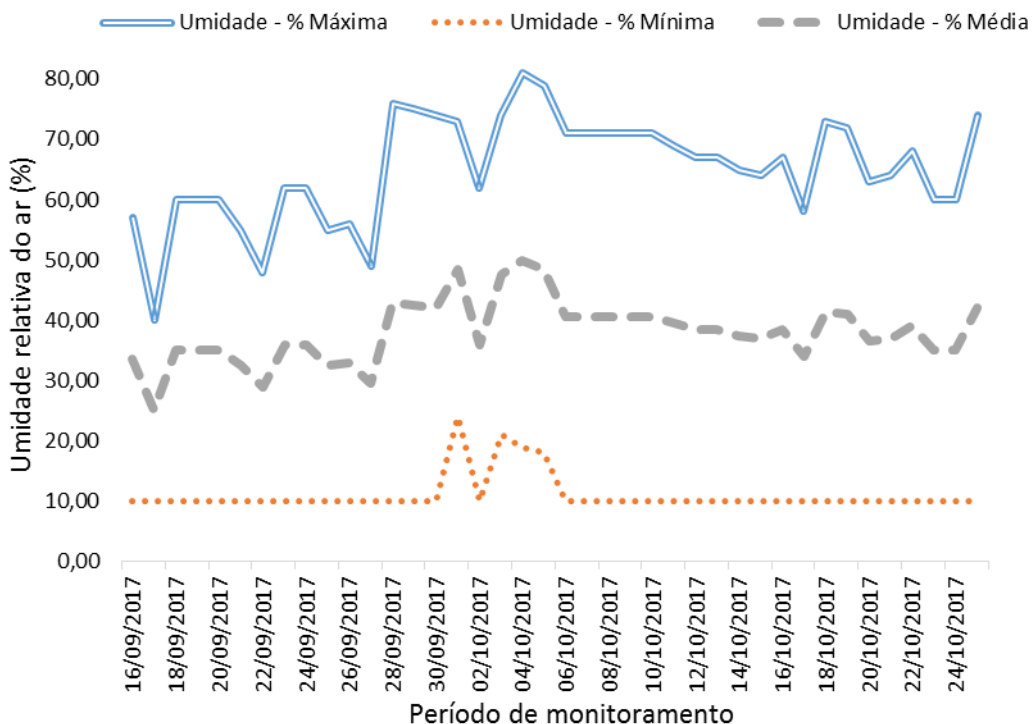


Figura 6. Umidade relativa do ar em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017  
 Fonte: Arquivo pessoal.

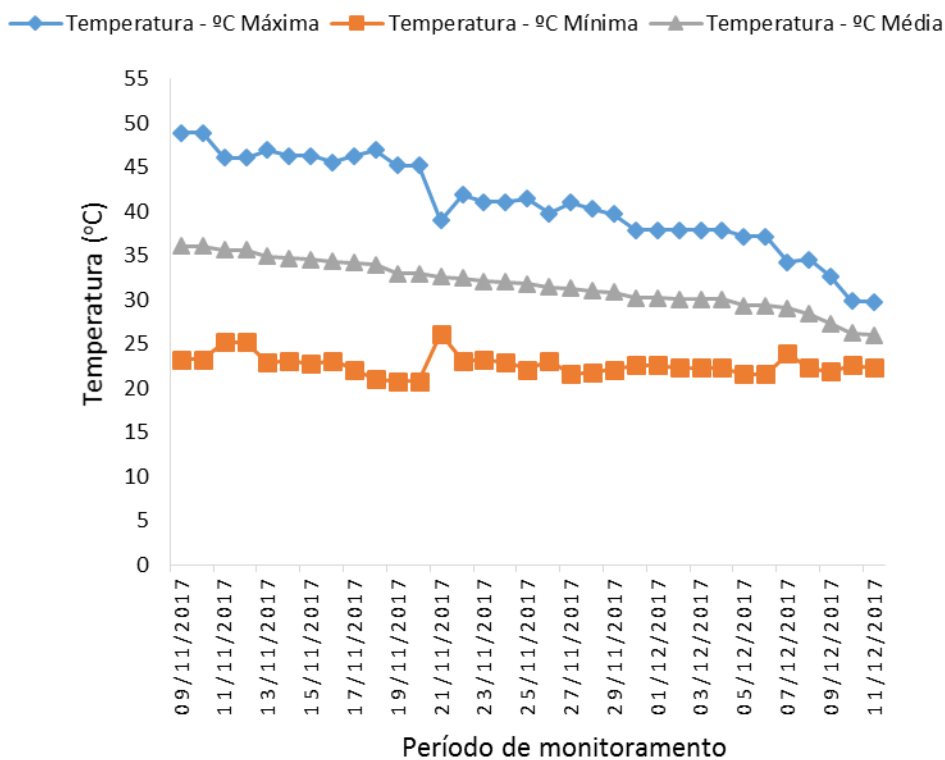


Figura 7. Temperatura em novembro/dezembro (Época 2). Ceres (GO), 2017. Fonte: Arquivo pessoal.

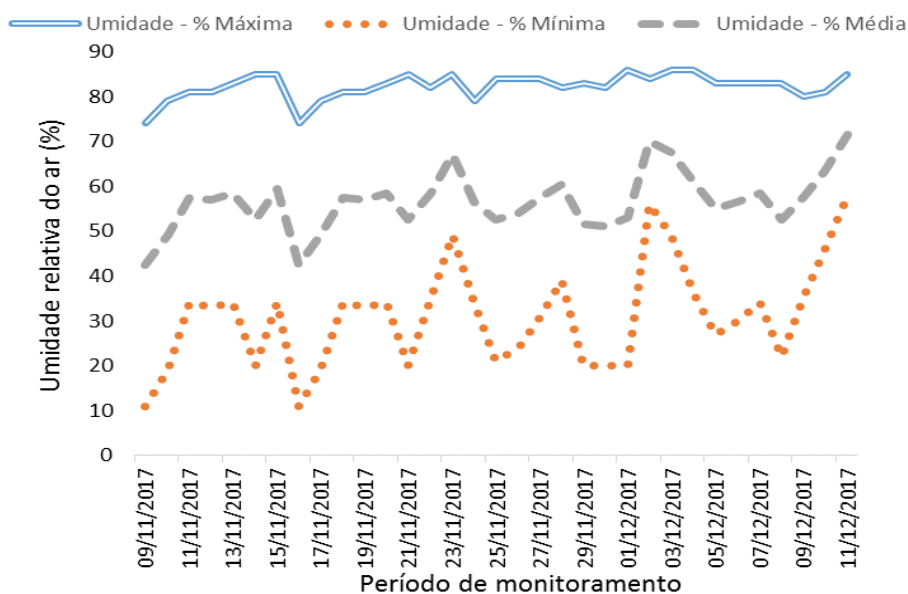


Figura 8. Umidade relativa do ar em novembro/dezembro (Época 2). Ceres (GO), 2017. Fonte: Arquivo pessoal.

Mesmo as temperaturas médias ficando acima da faixa apresentada por Trani et al. (1992), não se observou no experimento da época 2 nenhuma anormalidade nas plantas de rúcula com temperaturas altas, porém, na época 1, o experimento foi conduzido com grandes variações de temperatura, chegando a atingir 54° C, o que provocou perda de turgescência, necrose nas folhas e menor produtividade (Figura 9). Filgueira (2000) e Gusmão et al. (2003) relatam que, mesmo a rúcula produzindo melhor sob temperaturas amenas, ela tem sido cultivada ao longo do ano, em numerosas regiões brasileiras, sob diferentes condições climáticas.



Figura 9. Cultivar Antonella com necrose nas folhas e com a lâmina de 70% da ETC, em setembro/outubro (Época 1). Ceres (GO), 2017 Fonte: Arquivo pessoal

Na época 2 (período de chuva), foi possível obter boa produtividade de rúcula devido ao ambiente protegido. Figueiredo et al. (2012) não obteve produção de rúcula no campo devido à alta pluviosidade e temperatura neste mesmo período do ano. Segundo Cermeño (1990), a produtividade dentro do ambiente protegido pode ser duas a três vezes superior à observada no campo, mesmo produzindo com qualidade superior, porém, segundo o autor, este ambiente tem que ter controle de temperatura.

As plantas cultivadas em ambiente protegido em relação às aquelas cultivadas no campo aproveitam melhor os fatores de produção como radiação solar, temperatura, água e nutrientes (Cermeño, 1990; Martins et al., 1999; Martins, 2000; Castilla, 2005).

A umidade relativa do ar pode afetar a transpiração e, como consequência, causar mudanças na condutância estomática, afetando as interações entre fotossíntese, produção de matéria verde e comprimento foliar (Jolliet, 1994).

O ganho de energia dentro da ambiente protegido é bastante elevado em comparação com o ambiente externo, com temperatura do ar e déficit de saturação internos superiores (Vásques et al., 2005). De acordo com Loose et al. (2014), em trabalho realizado em Santa Maria – RS, isto é causado, provavelmente, pelo maior aquecimento do ar durante sua passagem contínua na direção transversal pela estufa em função da direção predominante do vento, o que pode resultar em uma evapotranspiração máxima da cultura maior que a  $ET_0$ .

O ciclo da cultura da rúcula com semeadura em setembro totalizou 40 dias e com semeada em novembro, 34 dias. Esse ciclo pode ser considerado normal à cultura (Trani et al., 1992; Minami & Tessarioli Neto, 1998). Trani et al. (1994) observaram, com semeadura em novembro, ciclo igual ao do presente trabalho, que totalizou 34 dias, enquanto Reghin et al. (2004) observaram ciclo maior, de 44 dias, quando comparado com a semeadura em setembro. Esse ciclo menor para o segundo experimento (Época 2) foi devido a fatores climáticos mais favoráveis à produção de rúcula em ambiente protegido.

A Tabela 1 mostra os valores da irrigação real e total aplicada para suprir as exigências hídricas dos tratamentos de 55 e 100% da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), nos dois experimentos de produção da rúcula. A rúcula atingiu maiores demandas por irrigação no primeiro cultivo (Época 1)). No segundo cultivo (Época 2), os valores foram menores. Estes resultados menores da necessidade hídrica das plantas para o segundo experimento ocorreram pela maior umidade relativa do ar para a máxima e mínima. Isso proporcionou menor consumo de água e menor transpiração das plantas.

Os resultados obtidos por Correia (2017), para a quantidade de água por planta, foram inferiores aos resultados encontrados no presente trabalho devido às diferenças na  $ET_c$ .

Tabela 1. Lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos nos dois experimentos da rúcula. Ceres (GO), 2017

Experimentos	Lâminas (mm)			
	55% ETc	75% ETc	85% ETc	100% ETc
Setembro/outubro	100,75	128,23	155,71	182,65
Novembro/dezembro	44,6	56,77	68,93	81,1

A determinação da Evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) é fundamental para poder conhecer suas necessidades hídricas, sendo importante ter um controle da água adequado por meio de um bom manejo de irrigação. O sistema radicular da rúcula é superficial, o que faz dessa planta uma cultura exigente para a irrigação suplementar. Essa cultura é muito sensível ao déficit hídrico do solo, sendo a irrigação uma prática indispensável para que a olerícola atinja bons níveis de produção (Carvalho et al., 2012).

A ET<sub>c</sub> diária variou de 10,2 a 1,16 mm dia<sup>-1</sup> para o experimento de setembro/outubro e de 5,58 a 0,87 mm dia<sup>-1</sup> para o experimento de novembro/dezembro, sendo que a ET<sub>c</sub> média no período de setembro/outubro foi de 4,46 mm dia<sup>-1</sup> e de 2,29 mm dia<sup>-1</sup> para o período de novembro/dezembro (Figuras 10 e 11).

Nunes et al. (2009), trabalhando com alface, observaram tendência de menores valores de ET<sub>c</sub> na fase inicial das plantas, visto que nessa fase o sistema radicular e a parte aérea ainda estão em desenvolvimento. Nesta fase, há provavelmente maior evaporação da água do solo do que transpiração pelas plantas (Teixeira et al., 2007).



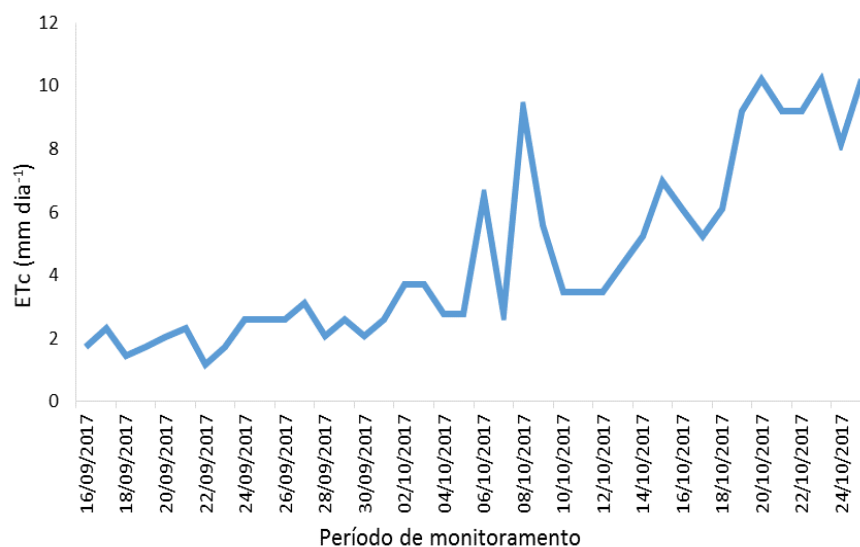


Figura 10. Evapotranspiração da cultura no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres (GO) 2017 Fonte: Arquivo pessoal.

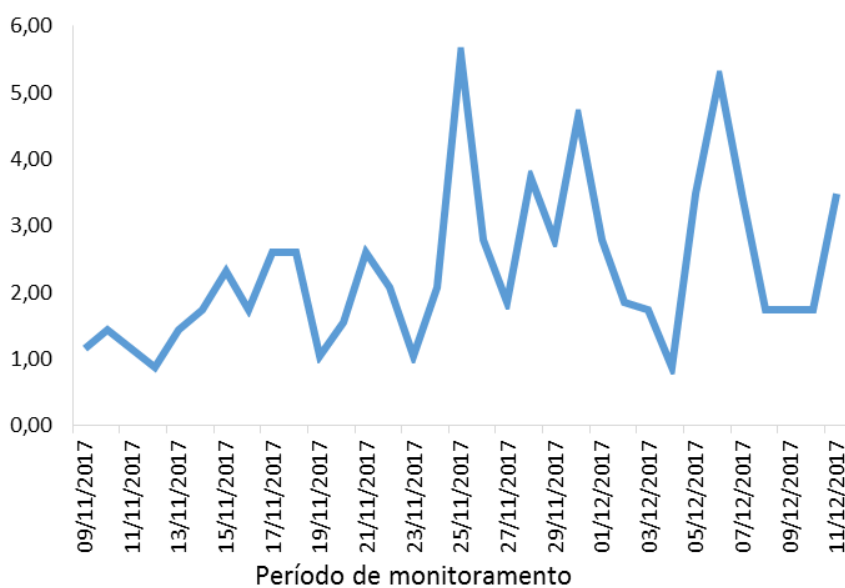


Figura 11. Evapotranspiração da cultura no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres – GO. 2017 Fonte: Arquivo pessoal.

A Tabela 2 mostra a análise de variância para o experimento da Época 1, para as lâminas de irrigação, cultivares de rúcula e o efeito da interação entre os dois fatores para a altura da planta (ALT), para as demais variáveis não houve efeito significativo. A altura da planta foi influenciada significativamente a 5% pelas lâminas de irrigação (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), número de folhas (NF), massa verde por plantas (MVP), massa média foliar (MMF), massa verde do maço (MVM) produtividade (PROD), índice SPAD (SPAD) e eficiência do uso da água (EUA) de cultivares de rúcula sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido na época 1 (setembro/ outubro). Ceres – GO. 2017

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		ALT	NF	MMF	MVP
Bloco	2	3,01 <sup>ns</sup>	107,61 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	580,91 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	350,82*	107,15 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	547,22 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	6	4,73	26,58	0,5	237,22
Cultivar	2	0,79 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	74,9 <sup>ns</sup>
Irrigação x Cultivar	6	31,12*	6,24 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	165,46 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	16	29,04	9,61	0,53	83,97
Total	35	419,42	889,13	21,49	6713,54
CV (%) Parcela		4,11	26,23	29,05	36,41
CV (%) Subparcela		6,23	15,78	29,78	21,66

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MVM	PROD	SPAD	EUA
Bloco	2	18992 <sup>ns</sup>	5287272 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	169,87 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	17069 <sup>ns</sup>	47166062 <sup>ns</sup>	134,65 <sup>ns</sup>	172,37 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	6	9720	2697489	74,09	115,84
Cultivar	2	3399 <sup>ns</sup>	940258 <sup>ns</sup>	7,16 <sup>ns</sup>	34,62 <sup>ns</sup>
Irrigação x Cultivar	6	5144 <sup>ns</sup>	144262 <sup>ns</sup>	11,09 <sup>ns</sup>	65,49 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	16	2931	815403	26,82	52,84
Total	35	2320,92	64490389	1362,98	2859,78
CV (%) Parcela		38,58	38,57	17,91	35,14
CV (%) Subparcela		21,19	21,21	10,78	23,74

GL – grau de liberdade; \*\* e \* - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV – coeficiente de variação.

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise de variância do experimento da época 2 (novembro/dezembro) para as lâminas de irrigação, cultivares de rúcula e o efeito da interação entre os dois fatores para o índice de SPAD, para as demais variáveis não houve efeito significativo.

A EUA (eficiência do uso da água) e a massa verde por planta foram influenciadas, significativamente, a 5% pelas lâminas de irrigação (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), número de folhas (NF), massa verde por planta (MVP), massa média foliar (MMF), massa verde do maço (MVM), produtividade (PROD), índice SPAD (SPAD) e eficiência do uso da água de cultivares de rúcula sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido na época 2 (novembro/dezembro). Ceres – GO. 2017

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		ALT	NF	MVP	MMF
Bloco	2	34,84**	30,41 <sup>ns</sup>	3138,25**	1,32 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	6,63 <sup>ns</sup>	14,15 <sup>ns</sup>	1122,49*	1,75 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	6	4,37	13,83	251,47	0,61
Cultivar	2	2,05 <sup>ns</sup>	14,88 <sup>ns</sup>	21,31 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Irrigação x Cultivar	6	1,51 <sup>ns</sup>	17,14 <sup>ns</sup>	169,76 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	16	3,19	9,70	146,68	0,63
Total	35	180,08	474,21	14560,9	26,01
CV (%) Parcela		8,19	18,82	28,93	23,54
CV (%) Subparcela		6,99	15,76	22,09	23,76

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MVM	PROD	SPAD	EUA
Bloco	2	30921,52 <sup>ns</sup>	5335904 <sup>ns</sup>	8,87 <sup>ns</sup>	1149,46 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	36921,06 <sup>ns</sup>	6655825 <sup>ns</sup>	18,38 <sup>ns</sup>	9603,46*
Resíduo (a)	6	13880	47477574	5,68	1356,55
Cultivar	2	18063,19 <sup>ns</sup>	1837953 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	565,47 <sup>ns</sup>
Irrigação x Cultivar	6	4678 <sup>ns</sup>	763866 <sup>ns</sup>	24,91**	236,20 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	16	9672,22	1943048	4,90	511,06
Total	35	47484	9847261	336,04	49973,88
CV (%) Parcela		33,10	35,79	5,98	35,83
CV (%) Subparcela		27,63	22,90	5,56	21,99

GL – grau de liberdade; \*\* e \* - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV – coeficiente de variação.

As plantas submetidas à lâmina de irrigação no experimento da época 1 de 55% da  $ET_C$  apresentaram altura média (ALT) de 16,37 cm e as plantas que receberam a lâmina de 100% da  $ET_C$  atingiram altura média (ALT) de 22,33 cm. As três cultivares apresentaram interação e comportamento quadrático em relação às lâminas de irrigação para a variável altura de plantas (Figura 12).

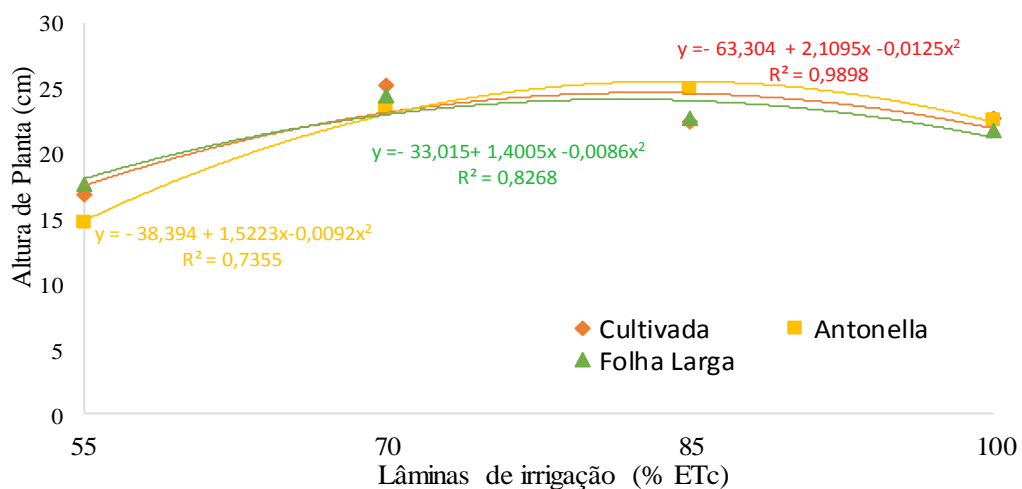


Figura 12. Altura de plantas sob as lâminas de irrigação no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres (GO). 2017 Fonte: Arquivo pessoal.

Minami & Tessarioli Neto (1998) relatam que a altura de planta da rúcula entre 30 e 40 dias após a semeadura deverá ser de 15 a 20 cm. Freitas et al. (2009), avaliando o desempenho agrônômico da rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio em Mossoró, verificaram que a maior altura de plantas foi de 26,52 cm. No entanto, Linhares et al. (2011), trabalhando com essas cultivares na região de Mossoró, em condições de campo, não observaram diferença significativa para altura das plantas.

No trabalho de Guerra et al. (2004), as plantas de rúcula ficaram em média com 20,74 cm de altura sob irrigação hidropônica, mostrando certa superioridade da aplicação de lâmina de água sob gotejamento, visto a maior altura média ter ficado em 25,56 cm.

Quando a necessidade de água da planta não é suprida (restrição hídrica), ocorre redução em seu crescimento, como pôde ser verificado no presente trabalho, visto ter ocorrido menor crescimento nas menores lâminas de irrigação.

As cultivares de rúcula não sofreram efeitos das lâminas de irrigação nos dois experimentos avaliados (Tabelas 2 e 3).

A menor quantidade de número de folhas (NF) no experimento da época 1 (setembro/outubro) foi verificada na cultivar Cultivada, submetida a uma lâmina de irrigação de 55% da  $ET_C$ . Essa cultivar apresentou média de 9,5 folhas, e as plantas que receberam uma lâmina de 100% da  $ET_C$  atingiram maior número de folhas, com média de 28,7 folhas. Para o experimento da época 2 (novembro/dezembro), a menor quantidade de folhas foi verificada para a cultivar Folha Larga, submetida a uma lâmina de irrigação de 55% da  $ET_C$ , que apresentou média de 12,2 folhas. As plantas da cultivar Cultivada, que receberam uma lâmina de 70% da  $ET_C$ , atingiram maior número de folhas, com média de 26,8 folhas.

Correia (2017), trabalhando com os mesmos materiais genéticos, observou que o efeito das lâminas de irrigação apresentou o mesmo comportamento para as variáveis estudadas.

Para a característica número de folhas por planta (NF), não houve diferença significativa entre as cultivares e lâminas de irrigação nos dois experimentos (Tabelas 2 e 3). Assim, pode-se considerar o fator número de folhas como um atributo genético, variando conforme o desenvolvimento da planta. Alvino (2016) também verificou que as lâminas de irrigação não conferiram efeito nas características agrônômicas da rúcula. O atributo número de folha não varia com tratamentos experimentais, sendo tal atributo considerado de caráter genético (Silva et al., 2011; Santos et al., 2013).

Vilas Bôas et al. (2000) observaram acréscimo no número de folhas de alface sempre que se aumentavam as quantidades de água aplicadas até as lâminas de  $ET_C$  de 118,8%, quando as plantas atingiram 23,06 folhas.

Vasco et al. (2011), aplicando diferentes lâminas de irrigação na cultivar Folha Larga, no município de Itabaiana-SE, verificaram que a lâmina de irrigação que maximizou o número de folhas comerciais de rúcula foi de 94,9% da  $ET_C$ .

Para massa média foliar (MMF) de rúcula, não houve efeito significativo para os dois experimentos avaliados. Para o experimento da época 1 (setembro/outubro) e lâmina de irrigação de 70% da  $ET_C$ , a maior massa média foliar foi de 5,50g. As plantas que receberam uma lâmina de 100% da  $ET_C$  atingiram a menor média, com 1,20 g. Para o experimento da época 2 (novembro/dezembro), a maior massa média foliar foi de 5,57g na  $ET_C$  de 70% e a menor, de 1,72g para a lâmina de 55% da  $ET_C$ .

As lâminas de irrigação proporcionaram efeito significativo na massa verde da planta (MVP) de rúcula no experimento da época 2 (novembro/dezembro). Houve decréscimo significativo na massa verde da planta da rúcula em função das lâminas de irrigação, a partir da ETc de 70%, apresentando comportamento quadrático (Figura 13).

Cunha et al. (2013) não observaram diferença estatística para massa verde em todas as cultivares de rúcula submetidas a quatro lâminas de irrigação - 50%, 75%, 100% e 120% - de acordo com a ETc, em diferentes épocas de produção.

Segundo Moline et al. (2015), para a cultivar Cultivada de rúcula em Vilhena-RO, para os tratamentos de 0 e 50% da ETc, não houve diferença para massa verde, tendo apresentado os menores rendimentos. Já para os tratamentos de 70 e de 100% da ETc, foi observado pelos autores aumento expressivo da massa verde.

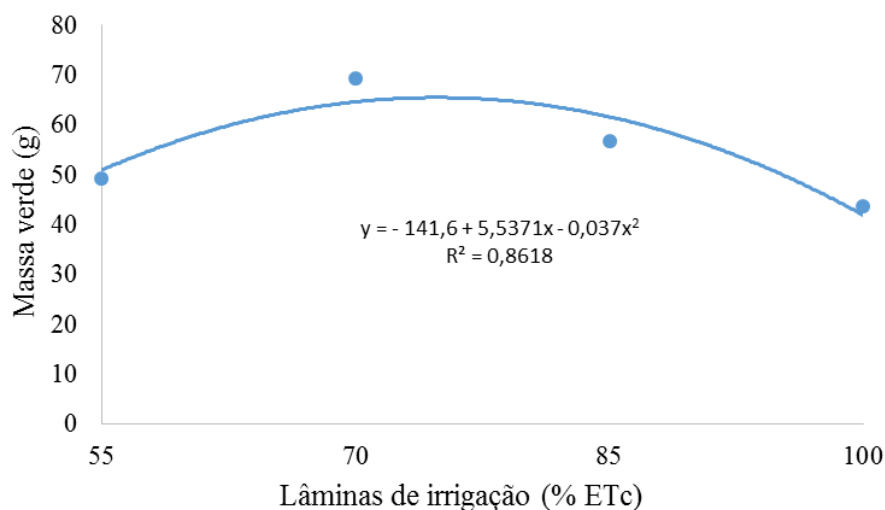


Figura 13. Massa verde da planta sob as lâminas de irrigação no experimento da novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres (GO). 2017 Fonte: Arquivo pessoal.

Ensinas et al. (2008) observaram que os maiores valores de massa verde da parte aérea da rúcula foram obtidos com plantas irrigadas com lâminas de 100% da necessidade.

Para a massa verde do maço de rúcula (MVM), não houve efeito significativo para os dois experimentos avaliados. A massa verde do maço de rúcula foi feita com um conjunto de seis plantas, conforme verificado nas feiras das cidades de Carmo do Rio Verde e de Uruana/GO. Segundo Amorim et al. (2007), não existe um critério bem definido pelos produtores quanto ao ciclo da cultura ou às exigências dos

consumidores em termos de quantidade de plantas, tamanho de folhas e peso dos maços. Como os maços são feitos no mesmo momento da colheita, a quantidade de plantas depende exclusivamente do operário, que executa em sequência as operações de colheita das plantas de rúcula, sua separação em molhos e o amarrão com fitilhos.

Sabe-se que a preferência dos atacadistas e consumidores tem sido por maços com folhas grandes, de acordo com (Sala et al., 2004), mas esse fator depende do mercado consumidor.

Para produtividade (PRO) de rúcula, não houve efeito significativo para os dois experimentos avaliados. A Figura 14 apresenta os dados de produtividade das cultivares de rúcula para o experimento avaliado na época 1 (setembro/outubro) e a Figura 15, para o experimento da época 2 (novembro/dezembro). A cultivar Antonella manteve a produtividade nos dois experimentos, ou seja, em torno de 3.000 kg por hectare.

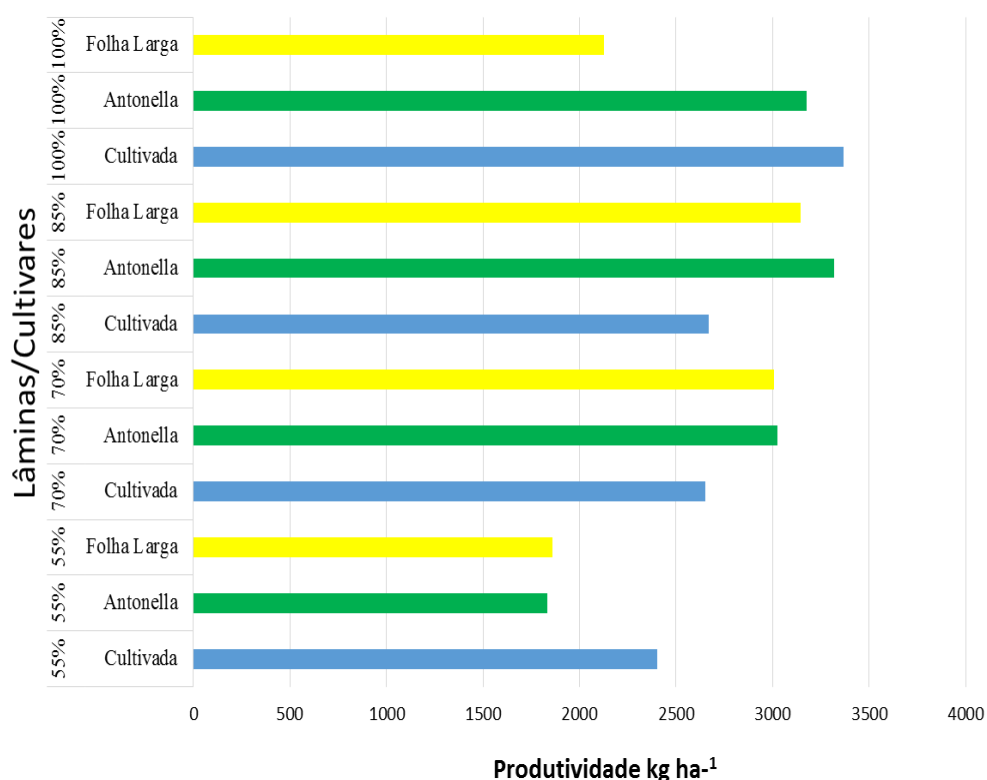


Figura 14. Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares de rúcula sob as lâminas de irrigação no experimento de setembro/outubro (Época 1) de 2017. Ceres (GO). 2017  
Fonte: Arquivo pessoal.

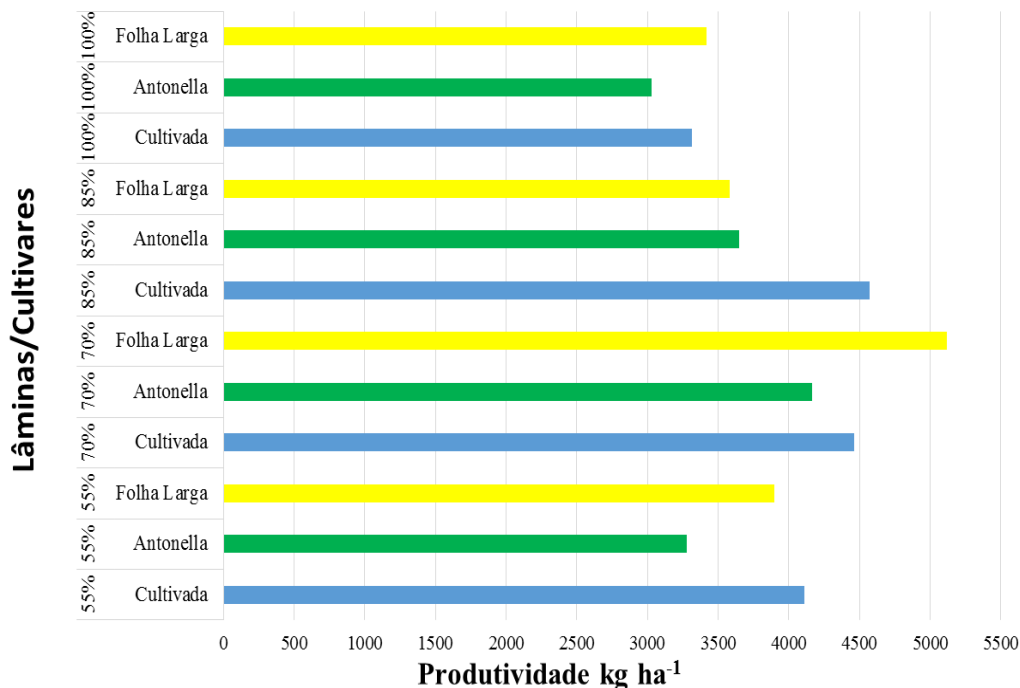


Figura 15. Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares de rúcula sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2 ) de 2017. Ceres (GO). 2017  
Fonte: Arquivo pessoal.

Benett et al. (2015), trabalhando com doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura da rúcula, não obtiveram efeito significativo para uma produtividade de 6,7 t ha<sup>-1</sup>. Os resultados apresentados por Freitas (2009), de 8,16 t ha<sup>-1</sup> a 12,62 t ha<sup>-1</sup>, foram bem superiores aos obtidos nestes dois experimentos.

Segundo Filgueira (2008), a rúcula vem mostrando boa adaptação ao cultivo de verão, cujas temperaturas são mais elevadas, propiciando incremento em produtividade até certos limites de temperaturas; em contrapartida, podem-se observar nestas situações emissão de pendão floral assim como folhas menores e rijas. Nos dois experimentos, observou-se menor produtividade quando comparado com o trabalho de alguns autores, possivelmente, isso esteja associado a maiores temperaturas e baixa umidade relativa do ar nos períodos estudados (Figuras 5, 6, 7 e 8). Essa baixa produtividade foi devida ao maior espaçamento utilizado entre os vasos no experimento, com menor número de plantas por área. De modo geral, produtividades com variação entre 1,5 a 4,7 kg m<sup>-2</sup> vêm sendo observadas para esta cultura (Takaoka & Minami, 1984; Minami &



Tessaioli Neto, 1998). Essas produtividades são aliadas tanto às características ambientais como aos tratos culturais aos quais os cultivos são submetidos.

Para os dados do índice SPAD (SPAD), não houve efeito das lâminas de irrigação para o experimento da época 1 (setembro/outubro). Já para o experimento da época 2 (novembro/dezembro), houve interação entre as três cultivares, que apresentaram comportamento quadrático (Figura 16).

O teor de clorofila é indicativo da quantidade de nitrogênio presente nas folhas e serve como base informativa para identificação de sua deficiência. A leitura SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) está diretamente relacionada com a avaliação da nutrição nitrogenada, uma vez que existe correlação positiva entre a leitura SPAD e concentração de nitrogênio nas folhas (Zotarelli et al., 2003; Lima et al., 2007; Costa et al., 2008). Essa correlação pode ser atribuída, principalmente, ao fato de 50 a 70% do nitrogênio total das folhas ser integrante de compostos associados aos cloroplastos e ao conteúdo da clorofila nas folhas (Chapman & Barreto, 1997). Segundo Carvalho et al. (2012), esse aumento da leitura SPAD resulta da melhor assimilação do nitrogênio.

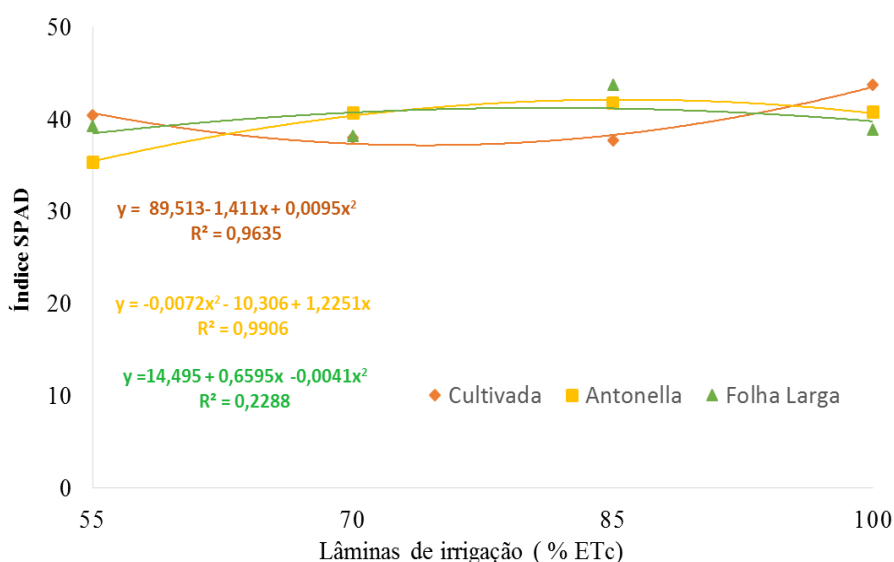


Figura 16. Índice SPAD para as cultivares de rúcula sob as lâminas de irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres (GO). 2017 Fonte: Arquivo pessoal.

Observou-se efeito da irrigação na eficiência de uso da água (EUA) no ciclo da rúcula no experimento da época 2 (novembro/dezembro) (Tabela 3). As lâminas de

irrigação proporcionaram efeito linear negativo na EUA (Figura 17). Esse resultado está relacionado com a produtividade da rúcula, em que não houve diferença significativa, sendo a EUA fator inversamente proporcional à lâmina de irrigação. Essa última afirmação pode ser comprovada pela correlação negativa entre as lâminas de irrigação e EUA, que, de acordo com Cohen (1988), foi classificada como muito alta.

Becari (2015), cultivando rúcula da variedade *Apiciatta* em diferentes texturas de solo em ambiente protegido em Botucatu-SP, também verificou redução linear da EUA aplicando lâminas de irrigação para reposição de 60, 80, 100 e 120% da capacidade de campo. O autor também verificou que a EUA foi maior em solos com textura argilosa, possivelmente por esses solos terem maior capacidade de armazenamento de água e, posteriormente, fornecerem às culturas.

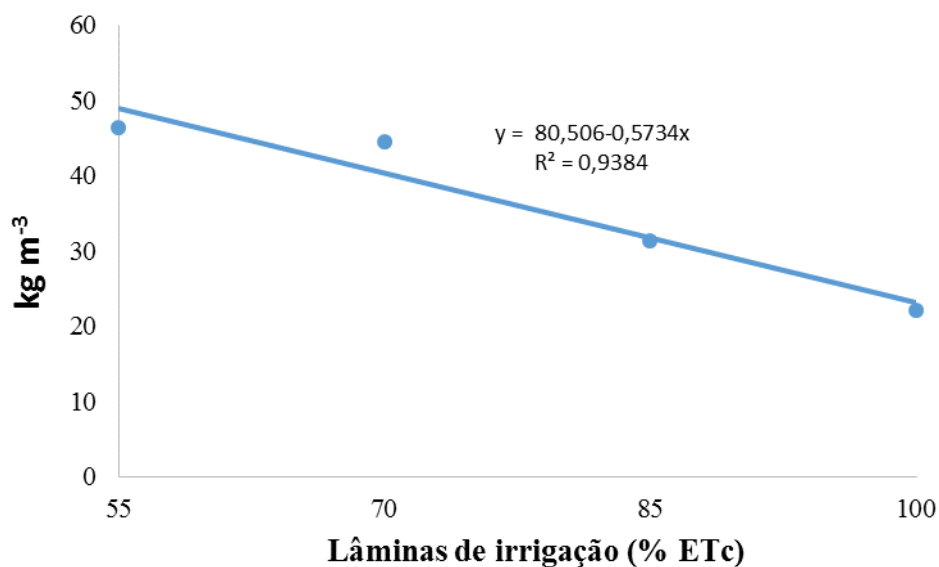


Figura 17. Eficiência de uso da água (EUA) sob as lâminas e irrigação no experimento de novembro/dezembro (Época 2) de 2017. Ceres (GO). 2017. Fonte: Arquivo pessoal.

O valor médio de EUA na rúcula foi de 36,6 kg m<sup>-3</sup>, considerando todos os tratamentos. Segundo Correia (2017), para os tratamentos com menores lâminas de irrigação, possivelmente a rúcula tenha consumido a água que estava retida no solo pela irrigação feita no início do ciclo, minimizando o efeito dos tratamentos de menores

lâminas a ponto de não conferir resposta desse fator aos parâmetros produtivos da cultura. Na presente pesquisa, esse efeito de “tamponamento” ocorreu em virtude de a cultura da rúcula apresentar ciclo curto associado ao fato de o solo da área experimental ter alta retenção de água, por se tratar de um solo argiloso.

Pelos resultados obtidos dos dois experimentos, recomenda-se, então, irrigar a rúcula de acordo com o tratamento que correspondeu à irrigação com lâmina para suprir 55% da ETc. Dessa forma, espera-se economizar água e energia elétrica na produção da rúcula. Pelos resultados referentes às características agronômicas das cultivares utilizadas na presente pesquisa, não é possível indicar um único material para ser cultivado na região no Cerrado em ambiente protegido, neste caso, todas as cultivares são promissoras.

## 5 CONCLUSÕES

Para o desenvolvimento de plantas de rúcula, houve diferença significativa para o índice SPAD no experimento de novembro/dezembro e para altura de plantas no experimento de setembro/outubro. Para as outras variáveis, não houve efeito.

Para eficiência do uso da água, houve diferença significativa para o experimento de novembro/dezembro.

Os tratamentos não influenciaram na produtividade da rúcula nos experimentos.

As três cultivares de rúcula podem ser recomendadas para produção irrigada em ambiente protegido na região do Cerrado com 55% da ETc.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, M. F. de; Abreu, C. A. de; Bataglia, O. C. Uso de análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 3, 2002, Campinas. Anais... Campinas: IAC, 2002. p.17-27. (IAC, Documentos, 70).

Alvino, F. C. G. Caracterização e avaliação de fitas porosas para irrigação localizada subsuperficial. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2016. 53p. Dissertação Mestrado.

Amorim, H. C.; Mattos, L. M.; Henz, G. P. Caracterização dos maços de rúcula comercializados no varejo do Distrito Federal e estimativa de perdas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

Barroca, M. V.; Bonomo, R.; Fernandes, A. A.; Souza, J. M. de S. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas ‘De cheiro’ e ‘Dedo-de-Moça. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, v.9, n.3, p.243-250, 24 jun. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2342>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

Becari, G. R. G. Eficiência do uso da água e parâmetros nutricionais na cultura da rúcula submetida a diferentes condições de estresse hídrico. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015. 92p. Tese Doutorado.

Beckmann-Cavalcante, M. Z.; Mendez, M. E. G.; Cavalcante, I. H. L.; Cavalcante, L. F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v.7, n.1, p.180-184, 2007.

Bernardo, S. Manual de irrigação. 6ed. Viçosa-MG: UFV, 2002. 665p.

Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa-MG: UFV, 2009. 630p.

Benett, C. G. S.; Xavier, R. C.; Nascimento, M. V.; Silva Júnior, R. L.; Benett, K. S. S.; Seleguini, A. Influência da aplicação nitrogenada na cultura da rúcula. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: O Solo e suas Múltiplas Funções, 2015, Natal-RN. Anais... Natal: SBCS, 2015.

Camargo, L. de S. As hortaliças e seu cultivo. 3ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252 p.

Carvalho, K. S.; Bonfim-Silva, E. M.; Silveira, M. H. D.; Cabral, C. E. A.; Leite, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p.1545-1553, 2012.

Casaroli, D.; Van Lier, Q. de J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.59-66, 2008.

Castilla, N. Invernaderos de plástico – Tecnología y manejo. Madrid: Mundi Prensa, 2005. 462p.

Cermeño, Z. S. Estufas: instalação e manejo. Lisboa: Litexa, 1990. 355p.

Chapman, S. C.; Barreto, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. Agronomy Journal, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

Coelho, E. F.; Ledo, C. A. Silva, S. O. Produtividade da bananeira 'Prata-Anã' e 'Grande Naine' no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. Rev. Bras. Frutic., v.28, n.3, p.435-438, 2006.

Cohen, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1988. 569p.

Conceição, M. A. F. Manejo da irrigação. Sistema de produção. EMBRAPA, 10. 2005

Correia, C. C. S. A. Irrigação de Cultivares de Rabanete e Rúcula na Região de Viçosa-MG. Viçosa-MG: UFV, 2017. 50p. Dissertação Mestrado.

Costa, K. A. P.; Faquin, V.; Oliveira, I. P.; Rodrigues, C.; Severiano, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - alterações nas características químicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.1591-1600, 2008.

Cunha, F. F.; Godoy, A. R.; Magalhães, F. F.; Castro, M. A. de; Leal, A. J. F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. *Water Resources and Irrigation Management*, v.2, n.3, p.131- 141, 2013.

Ensinas, S. C.; Biscaro, G. A.; Borelli, A. B.; Mônico, K. A.; Marques, R. J. R.; Rosa, Y. B. C. J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. *Agrarian*, v.2, n.3, p.7-17, 2008.

Esteves, B. dos S; Silva, D. G. da; Paes, H. M. F; Sousa, E. F. de. Irrigação por gotejamento. Manual Técnico 32. Niterói-RJ: Programa Rio Rural, 2012. 18p.

FAO. El Cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma: FAO, 2002. 344p. (Estudio FAO, producción y protección vegetal, 90)

Ferreira, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.

Figueiredo J. A. S; Inagaki A. M; Seabra Júnior S.; Silva, M. B. da; Diamante, M. S; Aquino, C. R. Cultivo de rúcula sob diferentes telados e campo aberto em conduções de alta temperatura e pluviosidade. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.321-327, 2012.

Figueiredo, G. Panorama da produção em ambiente protegido. *Casa da Agricultura*, Campinas, ano 14, n.2, p.10-11, abr./jun. 2011.

Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa. UFV, 2000. 402 p.

Filgueira, F. A. R. Brassicáceas: couves e plantas relacionadas. In: Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa-MG: UFV, 2008. Cap.16, p.279-299.

Freitas, K. C; Bezerra Neto, F.; Grangeiro, L.C.; Lima, J. S. S.; Moura, K. H. S. Desempenho agrônomo de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. Ciências Agrônômicas, v.40, p.449-454, 2009.

Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas / Eds. Adriano Tosoni da Eira Aguiar, Charleston Gonçalves, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani; et al. 7.<sup>a</sup> Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200)

Grah, V. de F.; Botrel, T. A.; Ponciano, I. de M.; Damasceno, A. P. A. B.; Salvador, C. A.; Alves, D. G. Solução alternativa para bombeamento de água e automação da irrigação sem o uso de energia elétrica. Irriga, Botucatu, p.309-323, 2012.

Guerra, G. M. P.; Luz J. M. Q.; Haber L. L.; Silva M. A. da D. Cultivo Hidropônico de Rúcula em Diferentes Concentrações de Solução Nutritiva, em Sistema NFT. Horticultura Brasileira, v. 22, n. 2, p.472-479, 2004.

Gusmão, S. A. L.; Lopes, P. R. de A.; Silvestre, W. V. D.; Oliveira Neto, C. F.; Pegado, D. S.; Silva, C. L. P. da.; Santos, L. F. da S.; Ferreira, S. G. Cultivo de rúcula nas condições do trópico úmido em Belém. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, n.2, p.306, jul. 2003.

Köppen, W. Climatologia: Con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479p.



Jolliet, O. Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Resources*, v.58, p.23-37, 1994.

Lima Júnior, J. A.; Pereira, G. M.; Geisenhoff, L. O.; Boas, R. C. V.; Silva, W. G.; Silva, A. L. P. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.33, suplemento 1, p.2681-2688, 2012.

Lima, E. V.; Silva, T. R. D.; Sorrato, R. D. Relação da leitura do clorofilômetro com N total na folha de pânico em função da adubação nitrogenada cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.2 p.149-158, 2007.

Linhares, P. C. F.; Maracajá, P. B.; Bezerra, A. K. H.; Pereira, M. F. S.; Paz, A. E. S. Rendimento de cultivares de rúcula adubada com diferentes doses de *Merremia aegyptia* L. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v.6, n.2, p.7-12, 2011.

Loose, L. H; Maldaner, I. C; Heldwein, A. B; Lucas, D. D. P; Righi, E. Z. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da berinjela cultivada em estufa plástica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.3, mar.2014.

Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 2.ed., atual. e ampl. Viçosa-MG: UFV, 2009. 355p.

Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e práticas. Viçosa-MG: UFV, 2006. 318p.

Martins, G. Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura. In: Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa-MG: UFV, 2000. 402p.

Martins, S. R.; Fernandes, H. S.; Assis, F. N.; Mendez, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. In: Cultivo

protegido de hortaliças em solo e hidroponia. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200-201, p.15-23, 1999.

Minami K.; Tessarioli Neto, J. A cultura da rúcula. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, 1998. 19p.

Moline, E. F. V.; Barboza, E.; Strazeio, S. C.; Blind, A. D.; Farias, E. A. P. Diferentes lâminas de irrigação na cultura da rúcula no sul de Rondônia. Nucleus, Ituverava, v.12, n.1, p.371-378, 2015.

Morales, M.; Janick, J. Arugula: A promising specialty leaf vegetable. In: Janick, J.; Whipkey, A. (Eds.) Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, p.418-423, 2002. Disponível em: <<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-418.html>> Acesso em: 30 abr. 2017.

Moura, K. K. C. F.; Bezerra Neto, F.; Pontes, F. S. T.; Lima, J. S. S.; Moura, K. H. S. Avaliação econômica de rúcula sob diferentes espaçamentos de plantio. Caatinga, Mossoró, v.21, n.2, p.113-118, 2008.

Nunes, A. L.; Bispo, N. B.; Hernandez, R. H.; Navarini, L. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da alface para a Região Sudoeste do Paraná. Scientia Agraria, Curitiba, v.10, n.5, p.397-402, set./out. 2009.

Oliveira, L. J. Viabilidade agroeconômica do bicultivo de rúcula e coentro consorciado com cenoura em função de quantidades de jitirana e densidades populacionais. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2012. 102p. Tese Doutorado.

Palada, M. C.; Crossman, S. M. A. Evaluation of tropical leaf vegetables in the Virgin Islands. In: Janick, J. (Ed.). Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, p.388-393, 1999. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-388.html#brassicaceae>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

Pignone, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: from: Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, 1997. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnuo2/v5-418.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

Pimpini, F.; Enzo, M. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: Padulosi, S.; Pignone, D. (Eds.). Rocket: an old Mediterranean crop for the world. Report of the II International Workshop on Rocket. Padua-Italy: International Plant Genetic Resources Institute, p.51-66, 1997.

Purquerio, L. F. V. Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista, 2005. 119p. Tese Doutorado.

Purquerio, L. F. V.; Goto, R. Doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas sobre a cultura da rúcula, em campo e ambiente protegido. In: Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 5, 2005, Porto. Anais... Porto: Actas Portuguesas de Horticultura, 2005. p. 3-4.

Reghin, M. Y.; Otto, R. F.; Van Der Vinne, J. Efeito de densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.28, n.2, p.287-295, 2004.

Reichardt, K.; Timm, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Manole, 2012. 497p.

Sahab, F.; Soher, A.; Hathout, A. S.; Ziedan, E. H.; Sabry, B. A. Application of some plant essential oils to control *Fusarium* isolates, associated with freshly harvested maize in Egypt. Journal of Essential Oil Bearing Plants, v. 17, n.6, 2014.

Sala, F. C.; Rossi, F.; Fabri, E. G.; Rondino, E.; Minami, K.; Costa, C. P. Caracterização varietal de rúcula. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, p.405, jul. 2004.

Salomão, L. C. Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012. 74p. Tese Doutorado.

Sanchez, S. V; Figueiredo, G. Planejamento da propriedade agrícola com cultivo em ambiente protegido. Casa da Agricultura, ano 14, n.2, abr./jun. 2011.

Santos, R. S. S.; Dias, N. S.; Duarte, S. N.; Lima, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. Revista Caatinga, Mossoró, v.25, n.1, p.113-118, 2012.

Santana, M. J. de.; Ribeiro, A. A.; Mancin, C. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultura para o alface e a rúcula cultivadas em Uberaba-MG. Revista Inova Ciência amp; Tecnologia, v.2, p.7-13, 2016.

Silva, G. S.; Rezende, B. L. A.; Cecílio Filho, A. B.; Barros Júnior, A. P.; Martins, M. I. E. G.; Porto, D. R. Q. Viabilidade econômica do cultivo da alface crespa em monocultura e em consórcio com pepino. Ciência e Agrotecologia, v.32, p.1516-1523, 2008.

Silva, A. O.; Silva, D. J. R.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Santos, A. N.; Rolim, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT, utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.6, n.1, p.147-155, 2011.

Souza Neta, M. L.; Oliveira, F. A.; Silva, R. T.; Souza, A. A. T.; Oliveira, M. K. T.; Medeiros, J. F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. Revista Agro@mbiente Online, Boa Vista, v.7, n.2, p.154-161, 2013.

Souza, E. G. F. Produtividade e rentabilidade de rúcula adubada com espécie espontânea, em duas épocas de cultivo. Serra Talhada-PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. 61p. Dissertação Mestrado.

Souza, E. G. F.; Barros Júnior, A. P.; Bezerra Neto, F.; Silveira, L. M.; Leal, Y. H.; Alves, M. J. G. Rentabilidade da rúcula fertilizada com biomassa de flor-de-seda em função da época de cultivo. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.28, n.1, p.65-77, 2015.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

Tassi, É. M. M. Caracterização química, atividade da lipoxigenase, biodisponibilidade de carotenoides da rúcula (*Eruca sativa*). Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 2001. 107p. Tese Doutorado.

Takaoka M; Minami K. 1984. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a produção de rúcula (*Eruca sativa* L.). *O solo* 2: 51-55

Teixeira, A. H. C.; Bastiaanssen, W. G. M.; Bassoi, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the Sao Francisco river basin, Brazil. *Agricultural Water Management*, v.94, n.1-3, p.31-42, 2007.

Testezlaf, R. *Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações*. Campinas: UNICAMP, 2011. 203p.

Trani, P. E.; Fornasier, J. B.; Lisbão, R. S. *Cultura da rúcula*. Campinas: IAC, 1992. (IAC. Boletim Técnico, 146).

Trani, P. E.; Granja, N. P.; Basso, L. C.; Dias, D. C. F. S.; Minami, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.25-29, 1994.

Trani, P. E.; Passos, F. A. Rúcula (Pinchão). In: Fahl, J. I.; Camargo, M. B. P.; Pizinatto, M. A.; Betti, J. A.; Melo, A. M. T.; De Maria, I. C.; Furlani, Â. M. C. (Ed.). *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. Campinas: IAC, 1998. p.241-242. (Boletim, 200).

USDA – United States Department of Agriculture. National nutrient database for standard: release 17. 2004. Disponível em: . Acesso em: 19 jun. 2017.

Vasco, A. N.; Aguiar Netto, A. O.; Mann, R. S. Bastos, E. A. Irrigation management in real time for arugula crop in Sergipe. *Journal of Agricultural Science and Technology*, Tehran, v.13, n.12, p.1161-1167, 2011.

Vásquez, M. A. N.; Folegatti, M. V.; Dias, N. da S.; Sousa, V. F. de. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p.199-204, 2005.

Villas Boas, R. L.; Kano, C.; Lima, C. P.; Manetti, F. A.; Fernandes, D. M. Efeito de doses de nitrogênio aplicados de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 40, 2000, São Pedro. Anais... São Pedro: CBO, 2000. Suplemento CD ROM.

Yaniv, Z.; Schafferman, D.; Amar, Z. Tradition, uses and biodiversity of rocket (*Eruca sativa*, Brassicaceae) in Israel. *Economic Botany*, Nova Iorque, v.52, n.4, p.394-400, 1998.

Zotarelli, L.; Cardoso, E. G.; Piccinin, J. L.; Urquiaga, S.; Boddey, R. M.; Torres, E.; Alves, B. J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n.9, p.1117-1122, 2003.