

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

INSTITUTO CIÊNCIAS AGRÁRIAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM GENÓTIPOS DE RÚCULA NO CERRADO**

**BRASILEIRO**

**Washington de Oliveira**

**Campos**

Unaí – MG

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

INSTITUTO CIÊNCIAS AGRÁRIAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM GENÓTIPOS DE RÚCULA NO CERRADO  
BRASILEIRO**

**Washington de Oliveira Campos**

Orientador:

**Dr. Hermes Soares da Rocha**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Ciências Agrárias, como parte dos requisitos  
exigidos para a conclusão do curso.

Unai – MG

2018

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM GENÓTIPOS DE RÚCULA NO CERRADO  
BRASILEIRO**

**Washington de Oliveira Campos**

Orientador

**Dr. Hermes Soares da Rocha**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Ciências Agrárias, como parte dos requisitos  
exigidos para a conclusão do curso.

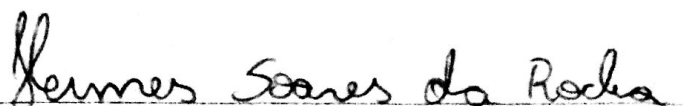
APROVADO em ... / ... / ...

---

Prof. Dr. Leandro Augusto Félix Tavares – UFVJM/ICA

---

Prof. Dr. Leonardo Barros Dobbs – UFVJM/ICA



Prof. Dr. Hermes Soares da Rocha – UFVJM/ICA

## SUMÁRIO

<b>1 TÍTULOS</b> .....	05
<b>2 ABSTRACT</b> .....	05
2.1 Index terms.....	05
<b>3 RESUMO</b> .....	05
3.1 Termos para indexação.....	06
<b>4 INTRODUCTION</b> .....	06
<b>5 MATERIAL AND METHODS</b> .....	08
<b>6 RESULTS AND DISCUSSION</b> .....	13
<b>7 CONCLUSIONS</b> .....	21
<b>8 ACKNOWLEDGMENTS</b> .....	21
<b>9 REFERENCES</b> .....	21
<b>10 ANEXO 1</b> .....	24

# IRRIGATION DEPTHS IN ARUGULA GENOTYPES ON BRAZILIAN CERRADO

## LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM GENÓTIPOS DE RÚCULA NO CERRADO

### BRASILEIRO

Fernando França da Cunha<sup>1\*</sup>

Ivan Pereira de Souza<sup>2</sup>

Washington de Oliveira Campos<sup>2</sup>

Valter Carvalho de Andrade Júnior<sup>3</sup>

Thiago Alves Magalhães<sup>4</sup>

Catariny Cabral Aleman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa/UFV, Departamento de Engenharia Agrícola/DEA, Viçosa, MG, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM, Instituto de Ciências Agrárias/ICA, Unaí, MG, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Departamento de Agricultura/DAG, Lavras, MG, Brasil

<sup>4</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Departamento de Biologia/DBI, Lavras, MG, Brasil

\* Autor correspondente: fernando.cunha@ufv.br

### ABSTRACT

Due to the water balance in the Brazilian cerrado, it is not necessary to cultivate arugula in a rainfed system, together with the lack of research work with this herring, it is necessary to study the response of genotypes to irrigation in this biome. Thus, the objective was to determine the optimal irrigation depth and to identify the best arugula genotypes. Arugula was cultivated in field, open sky, during two cycles with periods of 38 (2015/2/28 to 2015/4/7) and 50 (2015/5/9 to 2015/6/28) days. The experimental design was a randomized complete block design with

four replications, four plots of irrigation depths (50, 75, 100 and 125% of the crop evapotranspiration) and in the subplots three arugula genotypes: Antonella, Cultivada and Folha Larga. The irrigation system was dripping. The parameters evaluated were: root depth, leaf chlorophyll content, number of plants and leaves per plant, plant diameter, fresh shoot mass and water use efficiency. The arugula presented the same demand for irrigation in the two cycles and the genotypes and/or irrigation depths gave effect to the evaluated parameters. The results support that the Folha Larga should be preferred by Brazilian Cerrado producers and irrigated with 90% replacement of crop evapotranspiration.

**Index terms:** *Euruca sativa*; irrigation management; horticultural.

## RESUMO

Devido ao balanço hídrico no cerrado brasileiro não permitir cultivo de rúcula em sistema de sequeiro, aliado à inexistência de trabalhos de pesquisa com esta olerícola, cria-se a necessidade de estudar a resposta de genótipos à irrigação neste bioma. Assim, objetivou-se determinar a lâmina ótima de irrigação e identificar os melhores genótipos de rúcula. A rúcula foi cultivada em campo, céu aberto, durante dois ciclos com períodos de 38 (28/2 à 7/4/2015) e 50 (9/5 à 28/6/2015) dias. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura) e nas subparcelas três genótipos de rúcula: Antonella, Cultivada e Folha Larga. O sistema de irrigação foi o gotejamento. Os parâmetros avaliados foram: profundidade de raízes, teor de clorofila foliar, número de plantas e de folhas por planta, diâmetro de planta, massa fresca da parte aérea e eficiência do uso da água. A rúcula apresentou a mesma demanda por irrigação nos dois ciclos e os genótipos e/ou lâminas de irrigações conferiram efeito nos parâmetros avaliados. Os resultados subsidiam que a rúcula

Folha Larga deve ser preferida pelos produtores do cerrado brasileiro e irrigada com reposição de 90% da evapotranspiração da cultura.

**Termos para indexação:** *Euruca sativa*; manejo da irrigação; olericultura.

## INTRODUCTION

The area planted with horticultural in Brazil is estimated at 800 thousand hectares, with production of approximately 16 million tons (Biscaro et al., 2013). Generally the production of horticultural concentrates next to the great consuming centers, the so-called “green belts”. The production is characterized by high perishability and seasonality, with this the consumption goes through variations throughout the year, fact that hinders the efficiency of the distribution of these products.

The major consumer of horticultural is the city of Brasília-DF, the federal capital and also known as the capital of the Cerrado, has a population of approximately 2.8 million people. According Silva and Costa (2013), 82% of the population of Brasília-DF consume horticultural more than five times a week, 24% of which consume more than three daily servings.

This demand need a production near this center. An alternative is the production of horticultural in the northwest of the State of Minas Gerais, since it has a border with the Federal District. This region is also contained in the Cerrado biome and stands out in the production of grains and livestock of milk, presenting few initiatives in the cultivation of horticultural. However, due to this market potential of the Federal District and the increase in the number of rural settlements in this region (Sousa et al., 2011), there are good prospects for the production of horticultural, such as arugula, which is widely used in restaurants and pizzerias of the Federal District.

The arugula, *Eruca sativa* L., also known as persian mustard, is a fast growing horticultural that has a spicy taste and a pleasant and accented smell. The arugula originates from the Mediterranean region (Tsirogiannis et al., 2013), very popular in the regions of Italian colonization in Brazil, due to its introduction in the country coming from the Italian migration. This herring is rich in potassium, sulfur, iron and vitamins A and C (Freitas et al., 2017).

The northwest of Minas Gerais presents annual averages of temperature and rainfall of 25.0 °C and 1,200 mm, respectively. The topography is slightly undulating and the climate of the region is Aw (with dry winter and maximum rains in the summer), according to classification of Köppen. These characteristics make arugula production a viable alternative (Souza et al., 2016) in this region, especially for small producers.

However, the existing literature on the agronomic performance of the arugula crop in Brazilian Cerrado conditions, specifically in the northwest of the State of Minas Gerais, is still scarce, and its use is still based on empirical experiments of the producers, lacking references of research results scientific research. Therefore, there is a need to study the adaptation of genotypes to the edaphoclimatic conditions of the region, allowing increases in arugula productivity. Many farmers, unaware of this fact, insist on using the same materials that their ancestors used, making the crop less productive and discouraging the activity.

In addition to choosing the genotype suitable for climate and soil, success in the production of horticultural depends on the use of irrigation to supply the water needs of the crop in a total or supplementary way. The use of irrigation systems in the horticultural is justified by the fact that the irregularity in the pluvial regime becomes restrictive to agricultural development, because even in rainy seasons, periods of water deficit due to evapotranspiration are observed. The evapotranspiration of horticultural generally exceeds rainfall, thus, the adequate distribution of water in an artificial way through irrigation has been the guarantee to



produce as planned, without the lack of rain changes the productivity and profitability indexes previously established (Cunha et al., 2013).

In view of the above, the objective of this research was determining the optimal irrigation depth and to identify the best arugula genotypes for the soil and climatic conditions of Brazilian Cerrado.

## **MATERIAL AND METHODS**

Cultivation of arugula was cultivated in field, open sky, during two cycles with periods of 38 (2/28 to 7/21/2015) and 50 (5/9 to 6/28/2015) days. The experiments were conducted in the experimental area of the State School Juvêncio Martins Ferreira, Unaí-MG, Brazil. The geographical coordinates are 16°22'45 " south latitude, 46°53'45 " west longitude and 460 m altitude. The climate is classified as Aw, the annual temperature is between 10 to 35 °C. The average rainfall is 1,200 mm, with rainfall concentration in summer and winter dryness.

The soil of the experimental area is classified as Red-Yellow Latosol, a clayey texture with good drainage. The soil had a specific mass of 1.09 g cm<sup>-3</sup> and water contents equivalent to the field capacity and permanent wilting point of the plant of 0.3154 and 0.1820 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>, respectively.

In the preparation of the ground a rotating hoe was used throughout the area, then raised the beds manually, using hand hoes, presenting a meter wide. The soil chemical attributes were determined before each cycle and were carried out at the Laboratory of Chemical Soil Analysis of the Center for Agricultural and Environmental Technology of Paracatu-MG (Table 1). There were no fertilization recommendations, because the nutrient contents were adequate to the arugula cultivation cycles (Sediyama; Salgado; Pinto, 2007).

**Table1:** Results of chemical analyses of soil in the beginning of the experiment. Unaí-MG, 2015.

Cycle	pH H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al	CTC	V %	MO
1	5.4	57.5	95.4	5.2	1.8	0.1	2.5	9.7	74.7	1.1
2	5.2	35.0	64.2	5.3	1.9	0.1	1.9	9.3	79.1	1.7

P and K available with Mehlich I; Ca, Mg and Al extracted with KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

The experiments were conducted using a randomized complete block design, in a subdivided plots scheme, with four irrigation depths in the plots and three genotypes replications in the subplots. The sample units were composed of plots of 0.8 m wide and 1.0 m long, with a total area of 0.8 m<sup>2</sup>, being 40 plants per plot.

Irrigation depths were used to replace 50, 75, 100 and 125% of crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>). The arugula genotypes used were: Antonella (Isla), Cultivada (Isla) and Folha Larga (Sakata).

The irrigation system, operated by gravity, was drip irrigated, a system that does not water the aerial part of the plants and reduces the risk of contamination, since the arugula is a hardwood consumed horticultural (Cordeiro-Araújo et al., 2015). The drip tapes (Petroisa brand) were 16 mm in diameter. The spacing between the drip tapes was 40 cm, which allowed the irrigation of two rows of plants per lateral line. The emitters (emitters) operated with operating pressure 98 kPa (~10 mca) applying approximate flow rate of 1.8 L h<sup>-1</sup>, and spaced 20 cm. For the differentiation between treatments with irrigation depths, the use of line-in connectors with registers was used. According to the time required to apply the different irrigation levels, opened up or closed up the records and obtained the differentiation of the waters in the different treatments.

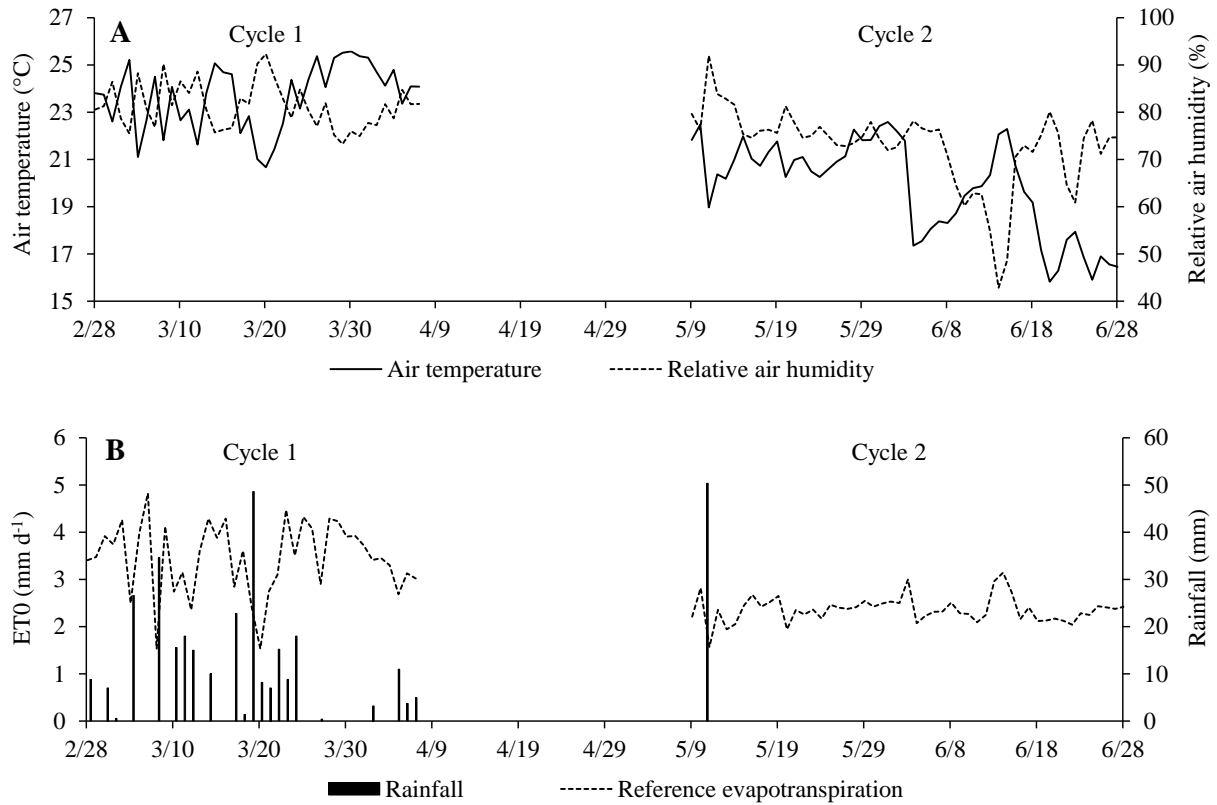
Direct sowing was done following the spacing of 0.2 m between rows and 0.05 m between plants. The thinning was performed 12 days after sowing (50% of the plants had five leaves), maintaining a spacing of 0.1 m between plants.

The irrigation was fixed for each stage of the crop, taking the first phase of one day and for the later phases of two days. The actual irrigation required for treatment with 100% ETc water replenishment was defined as a function of climatic parameters, irrigation system, plant and soil (Equation 1), representing the real need of water from the crops

$$IRN = \sum_{dia1}^i ET0 K_C K_S K_L - P_E \quad (1)$$

in what, IRN - actual irrigation required (mm), ET0 - reference evapotranspiration (mm d<sup>-1</sup>), K<sub>C</sub> - crop coefficient (adm.), K<sub>S</sub> - soil moisture coefficient (adm.), K<sub>L</sub> - location coefficient (adm.), and P<sub>E</sub> - effective precipitation in the period (mm).

The Penman-Monteith methodology FAO 56 (Allen et al., 1998) was used to estimate reference evapotranspiration (ET0). The daily meteorological data for ET0 estimation were taken from INMET (National Meteorological Institute), from the station network of Unaí, MG. The variations of the daily meteorological elements in the two cycles of arugula cultivation are presented in Figure 1. The rainfall was obtained by means of a rain gauge installed in the experimental area. The effective precipitation was that used directly by the crop (Bernardo; Soares; Mantovani, 2006), being that water necessary to raise the current water content at the time of rainfall to the water content equivalent to the field capacity.



**Figure 1:** Daily variation of (A) air temperature (°C), relative air humidity (%), (B) reference evapotranspiration (mm d<sup>-1</sup>) and rainfall (mm) for the two cycles of arugula cultivation. Unaí-MG, 2015.

The crop coefficients ( $K_C$ ) applied were 0.7 and 1.0 for stages I and III, respectively. For stage II, linear weighting was used between the end of stage I and the beginning of stage III. The durations of stages I and II were 10 days each, and stage III of the 20th day until harvest. Soil moisture coefficient ( $K_S$ ) and location coefficient ( $K_L$ ) were calculated according to Equations 2 and 3, respectively.

$$K_S = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)} \quad (2)$$

$$K_L = \frac{P}{100} + 0,15 \left( 1 - \frac{P}{100} \right) \quad (3)$$

in what,  $K_S$  - soil moisture coefficient (adm), LAA - current soil water depth (mm), CTA - total soil water capacity (mm),  $K_L$  - location coefficient (adm.), and P - highest value between percentage of wet or shaded area (%).

The IRN value was corrected according to the irrigation efficiency of the system, defining the total required irrigation (ITN), according to Equation 4. The irrigation efficiencies in cycles 1 and 2 were 92.5 and 89.7%, respectively.

$$ITN = \frac{IRN}{Ei} \quad (4)$$

in what, ITN - total required irrigation (mm), IRN - actual irrigation required (mm), and Ei - irrigation efficiency (dec.).

The parameters used to evaluate the treatments in the arugula culture were:

- Depth of roots (cm): obtained through the opening of a lateral trench the plants using hoe. After removal of the largest possible root depth, the soil adhered to the roots was removed, and the plant was taken to measure the distance between the collar and root end using a 0.1 cm scale ruler. This analysis was performed in six plants previously identified at the beginning of the cycles.
- Leaf chlorophyll content (SPAD): obtained by means of a portable electronic meter (Chlorophyllometer, model SPAD 502, manufactured by KONICA MINOLTA SENSING, INC. (Konica Minolta, 2009) per plant, in fully developed and healthy leaves.
- Number of plants ( $\text{ud m}^{-2}$ ): it was the total number of plants harvested in each plot, the value refers to plant units in the plots.
- Number of leaves per plant ( $\text{ud plant}^{-1}$ ): it was the number of leaves that were able to be marketed per plant, that is, they were not damaged and were over 3 cm in length. This analysis was performed in six plants of each plot.

- Plant diameter (cm): was measured by means of a ruler from one end to another in six plants corresponding to the diameter of a circumference.
- Aerial fresh mass ( $\text{kg m}^{-2}$ ): was obtained by means of the relation between the mass of all plants of the plot after removal of the roots and the area of the experimental unit.
- Water use efficiency ( $\text{kg m}^{-3}$ ): obtained by the relation between fresh mass of the aerial part in the plot and the amount of water applied.

Data were submitted to analysis of variance and regression. The comparison of means was performed using the Tukey test at 5% probability. For the quantitative factors, linear and quadratic models were tested. The selection of the model was based on the significance of the regression coefficients, using the t test at 5% probability, in the coefficient of determination ( $R^2$ ) and in the biological phenomenon. For the execution of the statistical analyzes the experimental package Designs of the software “R” was used.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The arugula presented the same demand hydric in the two crop cycles (Table 2). Although cycle 1 presented higher evapotranspometric rates (Figure 1B), cycle 2 had a duration of 12 days. Effective precipitation, according to Bernardo, Soares and Mantovani (2006), is that fraction of the precipitation used directly by the crop, that is, it is the amount of water that the plant uses in its physiological processes. The difference between the effective precipitation and the total precipitation was the amount of water that leaked superficially and percolated below the root system of the crop, after the soil immediately above reached the water content equivalent to the field capacity. In the treatment of 100% irrigation depth of the ETc of cycle 1, for example, of the 289.4 mm of water added to the soil via rainfall, only 42.2 mm was considered effective, ie it was available in soil for the culture. This low utilization was due to

the high frequency of irrigation and the precipitations occurred in periods when the arugula had lower values of  $K_c$ . In this way, the soil always remained close to the field capacity, requiring a low amount of water to reach the total storage capacity.

**Table 2:** Effective precipitation, actual irrigation required and total water depth applied at each treatment and arugula cultivation cycle. Unaí-MG, 2015.

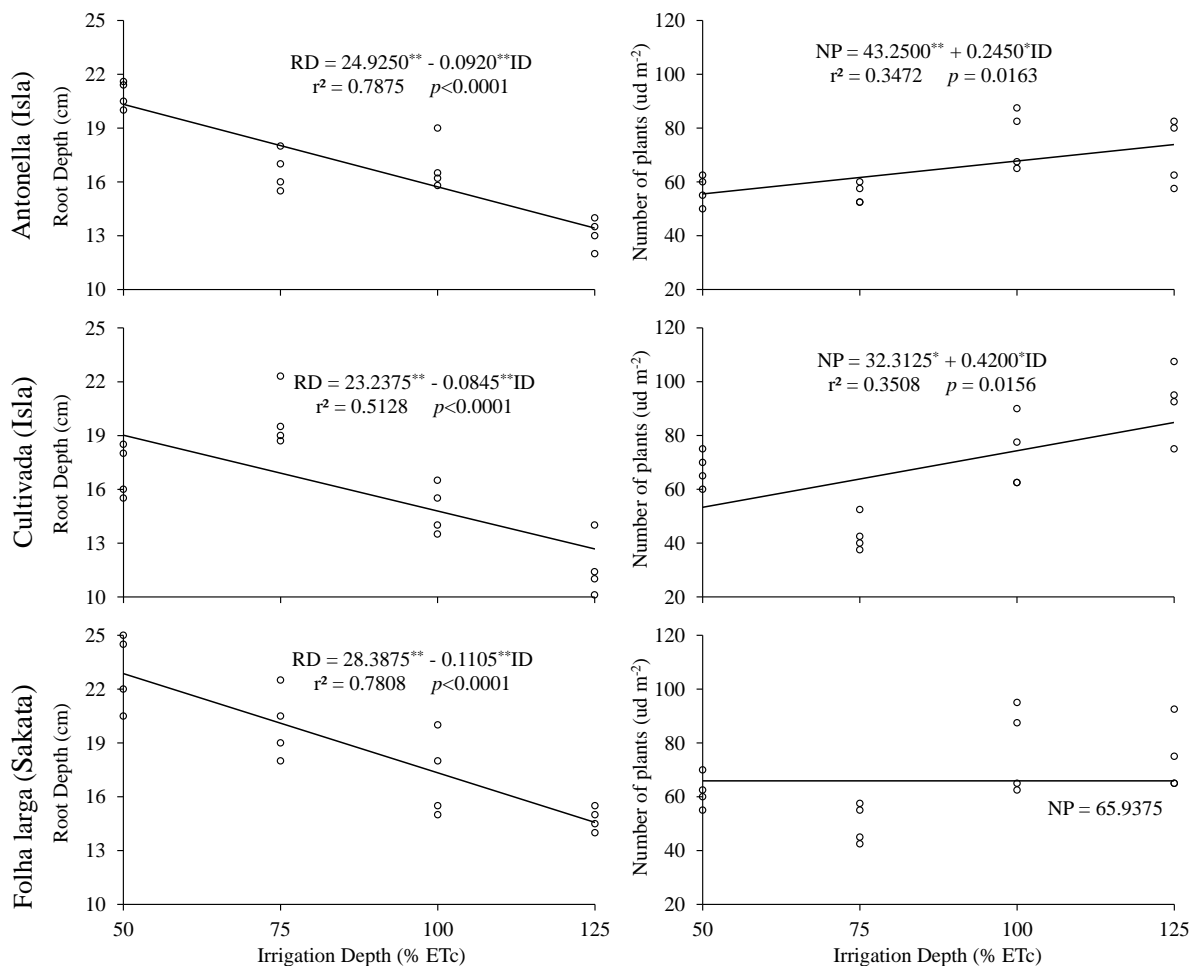
Cycle	Event	Irrigation depth			
		50% ET <sub>c</sub>	75% ET <sub>c</sub>	100% ET <sub>c</sub>	125% ET <sub>c</sub>
1	Effective precipitation (mm)	46.3	44.1	42.2	42.2
	Actual irrigation required (mm)	31.8	47.8	63.7	79.6
	Total water depth (mm)	78.1	91.9	105.9	121.8
2	Effective precipitation (mm)	5.2	4.8	4.5	4.5
	Actual irrigation required (mm)	50.8	76.2	101.6	127.0
	Total water depth (mm)	56.0	81.0	106.1	131.5

There was interaction between genotypes and irrigation depths for root depth in cycle 1 (Table 3). Regardless of the irrigation depth, the broad leaf arugula presented higher root depths. It was also verified, in cycle 1, that the irrigation depths provided root depth reduction in all arugula genotypes (Figure 2). Possibly, the crop in the treatments with smaller irrigation depth deepened its root system to extract water in lower layers of the soil.

**Table 3:** Mean values of root depth (cm), leaf chlorophyll content (LCC in SPAD), number of plants ( $pl\ m^{-2}$ ), number of leaves per plant (NLP in  $fl^{-1}$ ), plant diameter (PD in cm), aerial fresh mass (AFM in  $kg\ m^{-2}$ ) and water use efficiency (WUE in  $kg\ m^{-3}$ ) according to different genotypes (AG) and irrigation depths (ID) in two cycles of cultivation of arugula. Unaí-MG, 2015.

Factor	Cycle	Teste F			Irrigation Depth	Antonella Isla	Cultivada Isla	Folha larga Sakata
		ID	AG	ID*AG				
Root depth (cm)	1	117.2***	33.94***	11.19**	50% ET <sub>c</sub>	20.9 a	17.0 b	23.0 a
					75% ET <sub>c</sub>	16.6 b	19.9 a	20.0 a
					100% ET <sub>c</sub>	16.8 a	14.8 a	17.1 a

					125% ETc	13.3 ab	11.6 b	14.8 a
	2	15.93 <sup>ns</sup>	15.12 <sup>ns</sup>	10.00 <sup>ns</sup>			15.2	
LCC (SPAD)	2	371.6 <sup>***</sup>	7.021 <sup>ns</sup>	10.95 <sup>ns</sup>			43.1	
Number of plants (ud m <sup>-2</sup> )	1	72.82 <sup>***</sup>	1.290 <sup>ns</sup>	0.792 <sup>ns</sup>			54.7	
					50% ETc	56.9 a	67.5 a	61.9 a
					75% ETc	55.6 a	43.1 a	50.0 a
					100% ETc	75.6 a	73.1 a	77.5 a
				125% ETc	70.6 b	92.5 a	74.4 b	
NLP (fl pl <sup>-1</sup> )	1	72.82 <sup>***</sup>	1.290 <sup>ns</sup>	0.792 <sup>ns</sup>			7.96	
	2	79.70 <sup>***</sup>	5.951 <sup>ns</sup>	2.662 <sup>ns</sup>			9.51	
PD (cm)	1	67.73 <sup>***</sup>	0.080 <sup>ns</sup>	3.093 <sup>ns</sup>			10.62	
	2	20.97 <sup>***</sup>	6.309 <sup>ns</sup>	2.150 <sup>ns</sup>			12.10	
AFM (kg m <sup>-2</sup> )	1	4.319 <sup>***</sup>	0.029 <sup>ns</sup>	0.101 <sup>ns</sup>			1.73	
	2	0.467 <sup>**</sup>	0.205 <sup>*</sup>	0.095 <sup>ns</sup>		1.48 ab	1.37 b	1.60 a
WUE (kg m <sup>-3</sup> )	1	402.4 <sup>***</sup>	3.060 <sup>ns</sup>	10.19 <sup>ns</sup>			17.65	
	2	275.8 <sup>**</sup>	17.61 <sup>ns</sup>	8.377 <sup>ns</sup>			17.04	



\*\* and \* significant at 1 and 5% probability, respectively.

**Figure 2:** Estimates of root depth (RD) in cycle 1 and number of plants (NP) in cycle 2 as a function of irrigation depths (ID) for different arugula genotypes. Unaí-MG, 2015.

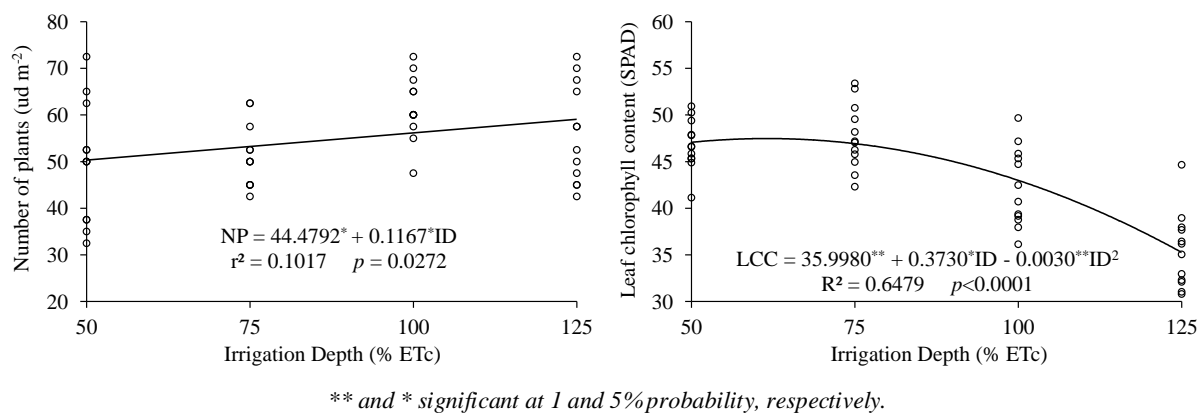


There was an isolated effect of the irrigation depth on the leaf chlorophyll content of the arugula (Table 3). Is observed in Figure 3 quadratic behavior of leaf chlorophyll content in response to irrigation depth. According to the regression equation, the 62% irrigation depth of ETc maximized the leaf chlorophyll content of the arugula resulting in the value of 47.6 SPAD. The increase in chlorophyll content results from the development of chloroplasts and consequently increase in nitrogen content in the leaf (Piekielek; Fox, 1992; Smeal; Zhang, 1994). It was demonstrated in this study that water availability is of fundamental importance in this process. Thus, it is suggested that the irrigation depth of 62% of ETc was the one that provided the best water condition at that moment when the chlorophyll index was measured. Abdalhi et al. (2016) observed the same behavior for cucumber in China, where the authors applied irrigation depth from 50 to 150% ETc and verified higher chlorophyll content for the 100% ETc. The authors also report that water deficit and excessive application of irrigation water is not a criterion for reaching high chlorophyll content. Machekposhti et al. (2017) report that the reduction of chlorophyll content caused by water deficit is due to the inhibitory effect of ions accumulated in chlorophyll biosynthesis, which according to Putti et al. (2016), trigger a low rate of photosynthesis, with lower pigmentation rate and leaf number, directly affecting productivity.

Interaction between genotype and irrigation depth was verified in the number of plants in cycle 2 of the arugula (Table 3). In the 125% ETc leaf, the genotype Cultivada arugula presented a higher number of plants than the other genotypes. In the other irrigation depths, no difference was observed between the genotypes. Possibly arugula Cultivada in situation of excess water has more efficient mechanisms to circumvent this problem. However, this fact can also be considered as a cause rather than an effect, since the higher number of plants in this

treatment resulted in a higher water withdrawal resulting in a soil with higher free porosity than the other genotypes.

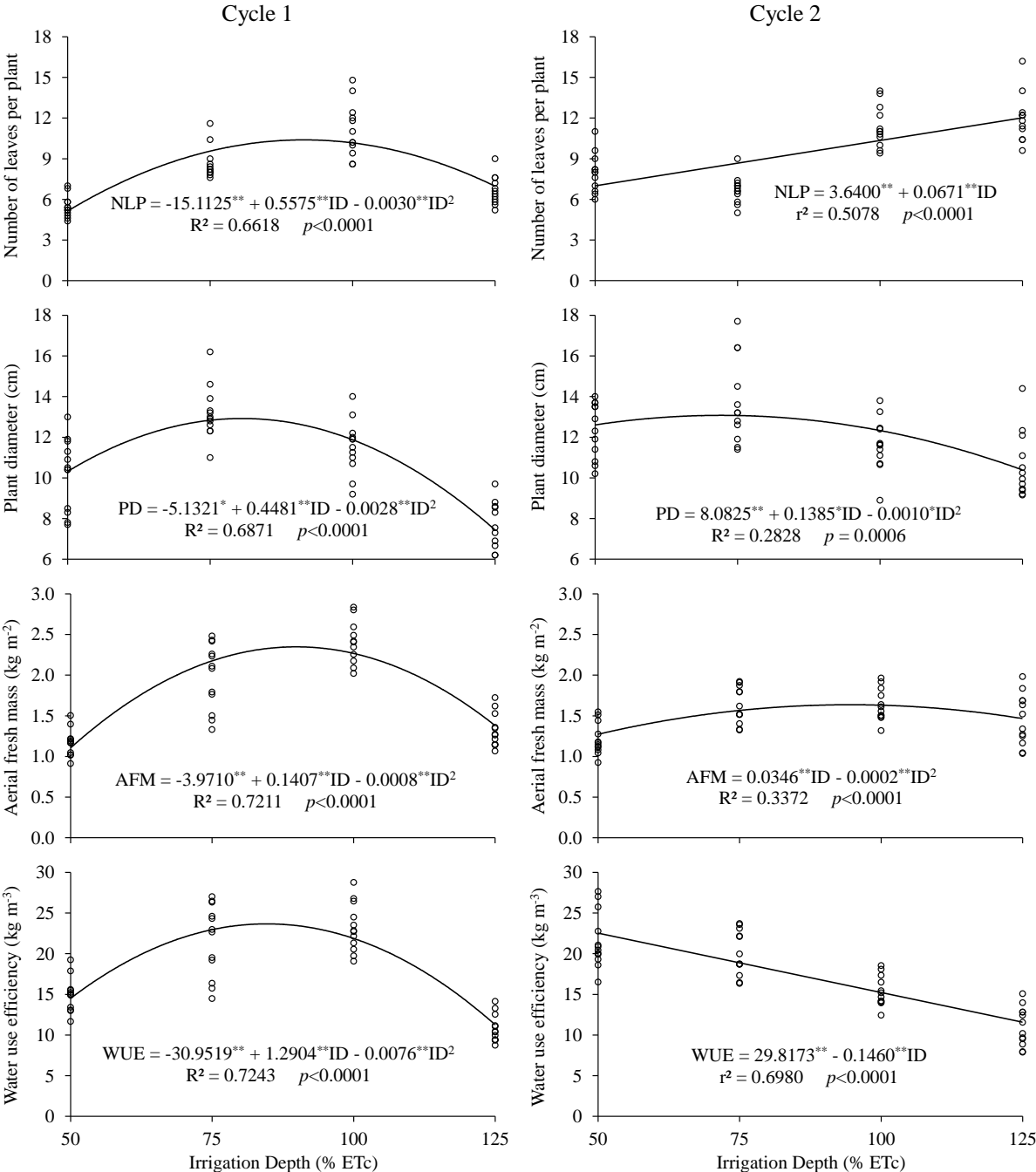
Irrigation depths provided a linear positive effect in the Antonella and Cultivada genotypes in cycle 2 (Figure 2) and in all genotypes in cycle 1 (Figure 3). Thus, it is suggested that the larger irrigation depths provided a larger plant stand.



**Figure 3:** Estimates of number of plants (NP) in cycle 1 and leaf chlorophyll content (LCC) in cycle 2 of the arugula consider the irrigation depths (ID). Unaí-MG, 2015.

The genotypes didn't confer an isolated or interaction effect on the number of leaves per plant and plant diameter in any cycle of the arugula. On the other hand, the irrigation depths provided an isolated effect in these parameters in all cycles performed (Table 3). In cycle 1, the irrigation depths provided a quadratic effect on the number of leaves of the arugula (Figure 4). According to the regression equation, the 93% ETc maximized the number of leaves per plant of the arugula resulting in the value of 10.8 leaves per plant. Moline et al. (2015) applied irrigation depths varying from 50 to 110% of ETc in the cultivated arugula in Vilhena-RO and found higher values of number of commercial leaves in the treatment with irrigation depth with 100% replacement of ETc. Vasco et al. (2011) applied different irrigation depths in the genotype Folha Larga in the city of Itabaiana-SE, verified that the irrigation depths that

maximized the number of commercial leaves of arugula was 94.9% of the ETc. In cycle 2 the irrigation depths provided a positive linear effect on the number of leaves per plant of the arugula (Figure 4).



\*\* and \* significant at 1 and 5% probability, respectively.

**Figure 4:** Estimates of number of leaves per plant (NLP), plant diameter (PD), aerial fresh mass (AFM) and water use efficiency (WUE) consider the irrigation depths (ID) for the two crop cycles of the arugula. Unaí-MG, 2015.

The irrigation depths provided a quadratic effect on the diameter of the arugula in both cycles (Figure 4). According to the regression equations, irrigation depths of 80 and 72% of ETc maximized the plant diameter of the arugula resulting in values of 12.8 and 12.9 cm for cycles 1 and 2, respectively. The plant diameter is influenced by the number of leaves and this can be observed in cycle 1, where these parameters presented the same behavior. However, in cycle 2, the number of plants presented linear behavior and the plant diameter quadratic response. Possibly, this happened due to the greater competition for radiation caused by the increase of plants in the larger irrigation depths, resulting in smaller plant diameters under these conditions. With the increase of the consumption of minimally processed arugula (washed and chopped), it is interesting to harvest larger plants, whose larger diameter of plant can represent greater profit to the producer.

There was an isolated effect of the genotype on the fresh mass of the aerial part of the arugula in cycle 2, where the genotype *Folha Larga* didn't differ from *Antonella* but was superior to the *Cultivada* (Table 3). In view of this, the *Folha Larga* arugula must be preferred in relation to the others to be cultivated in the Brazilian Cerrado. This same recommendation was made by Cunha et al. (2013) for the edaphoclimatic conditions of Chapadão do Sul-MS. Linhares et al. (2017) also found good performance of this genotype in consortium with carrot and coriander in Mossoró-RN. However, it is worth mentioning that other research should be carried out with these genotypes and others in the market for conclusion and recommendation with greater security.

The irrigation depths provided an isolated effect on the fresh mass of the aerial part of the arugula in the two cycles (Table 3). In this way, it was possible to adjust the quadratic regression equation for the two cycles (Figure 4), where the 90 and 94% ETc depths maximized the arugula productivity, resulting in values of 2.35 and 1.64 kg m<sup>-2</sup> in the cycles 1 and 2, respectively. In view of this, it is recommended to irrigate the arugula in the edaphoclimatic conditions of the Brazilian Cerrado with a depth to supply 90% of the ETc. In this way, it is expected to save water and electric energy in the production of arugula, in order to increase its economic viability.

Moline et al. (2015) applied irrigation depths varying from 50 to 110% of ETc and found greater productivities of arugula with the 100% ETc. Vasco et al. (2011) applied irrigations varying from 50 to 125% of ETc in the arugula culture and found higher yields with the irrigation depth of 94% of ETc. These results, added to those obtained in the present research, confirm that excess water is harmful to arugula culture, as well as water deficiency, which can compromise the vegetative development of the plants and, consequently, cause significant losses of productivity.

There was an isolated effect of the irrigation depths on the water use efficiency (WUE) by the arugula in the cycles evaluated (Table 3). Figure 4 shows the quadratic behavior of the WUE in response to the irrigation depths, where the 85% ETc provided the highest WUE value (23.7 kg m<sup>-3</sup>). This result indicates that to produce 1 kg of fresh mass of arugula leaves, 42.2 liters of irrigation water are needed.

In cycle 2 the irrigation depths conferred negative linear effect (Table 3), because these factors are inversely proportional, corroborating with the results of Freitas et al. (2017) that applied different irrigation depths on the Cultivada in Viçosa-MG.

## CONCLUSIONS

The Folha Larga arugula genotype should be preferred by the producers of Brazilian Cerrado, and regions with similar conditions, and should be irrigated with 90% of crop evapotranspiration.

### ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank FAPEMIG, CNPq and CAPES for the financial support.

### REFERENCES

ABDALHI, M. A. M. et al. Performance of drip irrigation and nitrogen fertilizer in irrigation water saving and nitrogen use efficiency for waxy maize (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) under solar greenhouse. **Grassland Science**, 62(3): 174-187, 2016.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625p.

BISCARO, G. A. et al. Produtividade e análise econômica da cultura do espinafre em função de níveis de fertirrigação nitrogenada. **Irriga**, 18(4): 587-596, 2013.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K. et al. Selective membrane permeability and peroxidase activity response of lettuce and arugula irrigated with cyanobacterial contaminated water. **Environmental Earth Sciences**, 74(2): 1547-1553, 2015.

CUNHA, F. F. et al. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, 2(3): 131-141, 2013.

FREITAS, E. M. et al. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21(3): 197-202, 2017.

KONICA MINOLTA SENSING, INC. **Chlorophyll meter SPAD-502Plus**. Osaka: Instruction manual, 2009. 6p.

LINHARES, P. C. A. et al. Polycultures of coriander, carrot, and arugula in strip-intercropping system. **Caatinga**, 30(3): 622-632, 2017.

MOLINE, E. F. V. et al. Diferentes lâminas de irrigação na cultura da rúcula no sul de Rondônia. **Nucleus**, 12(1): 371-378, 2015.

MACHEKPOSHTI, M. F. et al. Effect of irrigation with sea water on soil salinity and yield of oleic sunflower. **Agricultural Water Management**, 188(1): 69-78, 2017.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84(1): 59-65, 1992.

PUTTI, F. F. et al. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. **African Journal of Agricultural Research**, 10(22): 2300-2308, 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; PINTO, C. L. O. **Rúcula**. In: PAULA Jr., T. J.; VENZON, M. (ed.). 101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 683-686. 2007.

SILVA, C. L.; COSTA, T. H. M. Barreiras e facilitadores do consumo de frutas e hortaliças em adultos de Brasília. **Scientia Medica**, 23(2): 68-74, 2013.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 25(9): 1495-1503, 1994.

SOUSA, D. N. et al. A dinamização dos assentamentos rurais para o desenvolvimento econômico do Noroeste de Minas Gerais. **Revista de Ciências Humanas**, 11(1): 87-97, 2011.

SOUZA, E. G. F. et al. Agronomic response of arugula to green fertilization with rooster tree during two culture times. **African Journal of Agricultural Research**, 11(48): 4931-4938, 2016.

TSIROGIANNIS, I. L. et al. Relationships between reflectance and water status in a greenhouse rocket (*Eruca sativa* Mill.) cultivation. **European Journal of Horticultural Science**, 78(6): 275-282, 2013.

VASCO, A. N. et al. Irrigation management in real time for arugula crop in Sergipe. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 13(12): 1161-1167, 2011.



ANEXO 1: Normas da Revista.

ACESSE A LIVRARIA ONLINE

[HOME](#)[A EDITORA](#)[NORMAS EDITORIAIS](#)[REVISTAS](#)[CONTATO](#)[EQUIPE](#)[APRESENTAÇÃO](#)[ARTIGOS PUBLICADOS](#)[BUSCA SCIELO](#)[CAPAS](#)[CLASSIFICAÇÃO QUALIS](#)[FATOR DE IMPACTO](#)[INDEXAÇÃO](#)[NORMAS EDITORIAIS](#)[SUBMISSÃO DE ARTIGOS](#)

VISITAS DESDE 4/4/2016

## Normas Editoriais

<a href="#">Inglês</a>
<a href="#">Português</a>

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

#### Escopo e política

A publicação de artigos dependerá da observância das Normas Editoriais, dos pareceres do Corpo Editorial e da Comissão *ad hoc*. Todos os pareceres têm caráter sigiloso e imparcial, e tanto os autores quanto os membros do Corpo Editorial e/ou Comissão *ad hoc* não obtêm informações identificadoras entre si.

#### Forma de preparação dos manuscritos

- Os conceitos e afirmações contidos nos artigos são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).
- A *Ciência e Agrotecnologia* é uma revista científica, editada bimestralmente pela Editora da Universidade Federal de Lavras (Editora UFLA). Publica artigos científicos elaborados por membros da comunidade científica nacional e internacional, nas áreas de Ciências Agrárias, Zootecnia e Medicina Veterinária, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Economia e Administração do Agronegócio e Engenharia Rural. É condição fundamental que os artigos submetidos não tenham sido e nem serão publicados simultaneamente em outro periódico. Com a aceitação do artigo para publicação, a revista adquire amplos e exclusivos direitos sobre o artigo para todas as línguas e países.

3. **Processo para publicação de artigos:** O artigo é inicialmente avaliado pelo Conselho Editorial quanto à relevância, comparativa a outros artigos da área de conhecimento submetidos para publicação. Apresentando relevância comparativa, o artigo é avaliado por consultores 'ad hoc' para emitirem seus pareceres. Aprovado por consultores, caso necessário, o artigo é enviado ao autor correspondente para atendimento das correções e/ou sugestões. Caso as correções não sejam retornadas no prazo solicitado, a tramitação do artigo será automaticamente cancelada. O não atendimento às solicitações dos consultores sem justificativas também leva ao cancelamento automático do processo de publicação do artigo. Após a aprovação das correções, o artigo é revisto quanto à nomenclatura científica, inglês, referências bibliográficas e português (resumo), sendo a seguir encaminhado para diagramação e publicação.

4. **Custo para publicação:** O custo da publicação é de R\$60,00 (sessenta reais) por página editorada (página impressa no formato final) até seis páginas e R\$120,00 (cento e vinte reais) por página adicional. No encaminhamento inicial, deve-se efetuar o pagamento de R\$120,00 (cento e vinte reais), **não reembolsável**, valor esse a ser descontado no custo final do artigo editorado (formato final). Por ocasião da submissão, deverá ser encaminhado o comprovante de depósito ou transferência bancária a favor de Fundecc/Livraria, Banco do Brasil, agência 0364-6, conta corrente 75.353-X. O comprovante de depósito ou de transferência bancária deve ser anexado no campo "**File Upload**".

5. O artigo deverá ser encaminhado via **eletrônica** ([www.editora.ufpa.br](http://www.editora.ufpa.br)), editados em **língua inglesa** e deve-se usar somente nomenclaturas oficiais e abreviaturas consagradas. O artigo deverá ser digitado no processador de texto **Microsoft Word para Windows**, tamanho A4 (21cm x 29,7cm), espaço duplo entre linhas, fonte: Times New Roman, tamanho 12, observada uma margem de 2,5 cm para o lado esquerdo e de 2,5 cm para o direito, 2,5 cm para margem superior e inferior, 2,5 cm para o cabeçalho e 2,5 cm para o rodapé. Cada artigo deverá ter no **máximo 25 páginas** e junto do mesmo deverá ser encaminhado ofício dirigido ao Editor Chefe, solicitando a publicação. Esse ofício deverá ser assinado por todos os autores, constando nome dos autores sem abreviação, a titulação e o endereço profissional completo (rua, nº, bairro, caixa postal, cep, cidade, estado, país e e-mail). Ao submeter o artigo, esse ofício deverá ser anexado no campo "**Cover Letter**". Qualquer futura inclusão, exclusão ou alteração na ordem dos autores deverá ser notificada mediante ofício assinado por todos os autores (inclusive do autor excluído, se o caso).

6. O **artigo** deverá conter os seguintes tópicos: a) **Título** (em letras maiúsculas) **em inglês e português**, escrito de maneira clara, concisa e completa, sem abreviaturas e palavras supérfluas. Recomenda-se começar pelo termo que represente o aspecto mais importante do trabalho, com os demais termos em ordem decrescente de importância; b) **NOME(S) DO(S) AUTOR(ES)** listado(s) no lado direito, um abaixo do outro, **sendo no máximo 6** (seis); c) **ABSTRACT** não deve ultrapassar **250** (duzentos e cinquenta) palavras e estar em um único parágrafo. Deve conter **pequeno, breve introdução, objetivo(s) e resultados mais importantes**; d) **INDEX TERMS** contendo entre 3 (três) e 5 (cinco) palavras-chave em inglês que identifiquem o conteúdo do artigo, diferentes daquelas constantes no título e separadas por vírgula; e) **RESUMO** (versão em português do abstract); f) **TERMOS PARA INDEXAÇÃO** (versão em português dos index terms); g) **INTRODUCTION** (incluindo a revisão de literatura e objetivo); h) **MATERIAL AND METHODS**; i) **RESULTS AND DISCUSSION** (podendo conter tabelas e figuras); j) **CONCLUSION(S)**; k) **ACKNOWLEDGEMENT(S)** (opcional) com estilo sério e claro, indicando as razões dos agradecimentos; l) **REFERENCES** (sem citações de teses, dissertações e/ou resumos de congressos e de outros eventos).

7. **RODAPÉ:** Deve constar formação, instituição de vínculo empregatício, contendo endereço profissional completo (rua, número, bairro, Cx. P., CEP, cidade, estado, país e e-mail) do autor correspondente. Os demais autores devem informar o endereço profissional, cidade, estado e país.

8. **TABELAS:** Deverão ser providas de um título claro e conciso e construídos de modo a serem auto-explicativos. Não deverão usar linhas verticais. As linhas verticais devem aparecer para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma ao final da tabela. A tabela deve ser feita utilizando-se Microsoft Word (TABELA/INSERIR TABELA), no qual cada valor deve ser inserido em células distintas, estando centralizado e alinhado.

9. **Caso o artigo contenha fotografias, gráficos, figuras, símbolos e fórmulas, essas deverão obedecer às seguintes normas:**

**Observação:** Além de inseridas, no texto após a citação, foto, figura e gráficos deverão ser enviados em arquivos separados anexados no campo "manuscript files".

9.1 **Fotografias** podem ser **coloridas ou em preto e branco**, nítidas e com contraste, inseridas no texto, após a citação das mesmas, **salvas em extensão "TIFF" ou "JPEG" com resolução de 300 dpi**. Na versão impressa da revista, as fotografias sairão em **preto e branco**.

9.2 **Figuras** podem ser **coloridas ou em preto e branco**, nítidas e com contraste, inseridas no texto, após a citação das mesmas, **salvas em extensão "TIFF" ou "JPEG" com resolução de 300 dpi**. As figuras deverão ser elaboradas com letra **Times New Roman, tamanho 10, sem negrito, sem caixa de textos e agrupadas**. Na versão impressa da revista, as figuras sairão em **preto e branco**.

9.3 **Gráficos** deverão ser inseridos no texto após a citação dos mesmos. Esses deverão ser elaborados preferencialmente em Excel, com letra Times New Roman, tamanho 10, **sem negrito, salvos em extensão XLS e transformados em TIFF ou JPG**, com resolução de 300 dpi.

9.4 **Símbolos e Fórmulas Químicas** deverão ser feitos em processador que possibilite a formatação para o programa **Adobe InDesign CS6** (ex: MathType), sem perda de suas formas originais.

## 10. CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA NO CORPO DO TEXTO: PELO SISTEMA ALFABÉTICO (AUTOR-DATA)

Dois autores: Silva and Leão (2014).

Três autores: Silva, Pazeto and Vieira, (2013).

Mais de três autores: Ribeiro et al. (2014).

Obs.: Quando dois autores de uma mesma obra forem citados na sentença, deve-se separá-los por (and), se não incluídos na sentença separá-los por ponto e vírgula (;). Se houver mais de uma citação no mesmo texto, deve-se apresentar os autores em ordem alfabética dos sobrenomes, seguidos pela data e separados por ponto e vírgula (;), por exemplo: Araújo (2010); Nunes Junior (2011); Pereira (2012) and Souza (2013).

11. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:** A exatidão das referências constantes da listagem e a correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es) do artigo.

### Orientações gerais:

- O nome do periódico deve ser descrito por extenso e em negrito.

- Em todas as referências deve-se apresentar volume, número entre parênteses, página inicial e final e ano de publicação.

- As referências devem ser ordenadas alfabeticamente e "alinhadas à margem esquerda". Deve-se deixar espaçamento simples nas entrelinhas e duplo entre as referências.

### EXEMPLIFICAÇÃO (TIPOS MAIS COMUNS):

#### ARTIGO DE PERIÓDICO:

-Até três autores:

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. Sensomaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, 37(3):199-201, 2013.

-Mais de três autores:

MENEZES, M. D. de et al. Digital soil mapping approach based on fuzzy logic and field expert knowledge. **Ciência e Agrotecnologia**,

37(4):287-298, 2013.

LIVRO:

a) Livro no todo:

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. 672p.

b) Capítulo de livro com autoria específica:

BERGEN, W.G.; MERKEL, R.A. Protein accretion. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals: advances in meat research**. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.169-202.

c) Capítulo de livro sem autoria específica:

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Tecido muscular. In: \_\_\_\_\_. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

DISSERTAÇÃO E TESE:

**Não utilizar citações de dissertações e teses.**

TRABALHOS DE CONGRESSO E de OUTROS EVENTOS:

**Não utilizar citações de trabalhos de congressos e de outros eventos.**

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS:

As obras publicadas somente *online* são referenciadas conforme normas específicas para cada tipo de documento, **acrescidas de informações sobre o endereço eletrônico apresentado entre braquetes (< >), precedido da expressão "Available in:" e da data de acesso ao documento, precedida da expressão "Access in:"**. Nota: "Não se deve referenciar material eletrônico de curta duração, na internet. Segundo padrões internacionais, a divisão de endereço eletrônico, no fim da linha, deve ocorrer sempre após barra (/).

a) Livro no todo

TAKAHASHI, T. (Coord.). **Tecnologia em foco**. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. Available in: <<http://www.socinfo.org.br>>. Access in: August, 22, 2000.

b) Parte de livro

TAKAHASHI, T. Mercado, trabalho e oportunidades. In: \_\_\_\_\_. **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. cap.2. Available in: <<http://www.socinfo.gov.br>>. Access in: August, 22, 2000.

c) Artigo de periódico (acesso online):

AVELAR, A.E.de; REZENDE, D.C.de. Hábitos alimentares fora do lar: um estudo de caso em Lavras MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. 15(1):137-152, 2013. Available in: <<http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/652>> Access in: August, 18, 2014.

**SUBIR**

Home

A Editora

Organização

Histórico

Regimento Interno

Revistas

Normas Editoriais

Textos Acadêmicos

Boletins

Revistas

Livros

Contato

Editora UFLA

Universidade Federal de Lavras

Campus UFLA, Pavilhão 5, Nave 2

Caixa Postal 3037

CEP 37200-000, Lavras - MG

Telefone: (35) 3829-1532

[editora@editora.ufla.br](mailto:editora@editora.ufla.br)

Vendas on line

[www.livraria.editora.ufla.br](http://www.livraria.editora.ufla.br)

Pedidos, dúvidas e sugestões sobre a Livraria on line

Telefone: (35) 3829-1551

[vendas.editora@editora.ufla.br](mailto:vendas.editora@editora.ufla.br)

ANEXO 2: Artigo na lingua portuguesa.

# LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM GENÓTIPOS DE RÚCULA NO CERRADO BRASILEIRO

Fernando França da Cunha<sup>1\*</sup>

Ivan Pereira de Souza<sup>2</sup>

Washington de Oliveira Campos<sup>2</sup>

Valter Carvalho de Andrade Júnior<sup>3</sup>

Thiago Alves Magalhães<sup>4</sup>

Catariny Cabral Aleman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa/UFV, Departamento de Engenharia Agrícola/DEA, Viçosa, MG, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM, Instituto de Ciências Agrárias/ICA, Unaí, MG, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Departamento de Agricultura/DAG, Lavras, MG, Brasil

<sup>4</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Departamento de Biologia/DBI, Lavras, MG, Brasil

\* Autor correspondente: fernando.cunha@ufv.br

## RESUMO

Devido ao balanço hídrico no cerrado brasileiro não permitir cultivo de rúcula em sistema de sequeiro, aliado à inexistência de trabalhos de pesquisa com esta olerícola, cria-se a necessidade de estudar a resposta de genótipos à irrigação neste bioma. Assim, esse trabalho teve o objetivo de determinar a lâmina ótima de irrigação e identificar os melhores genótipos de rúcula. A rúcula foi cultivada em campo, céu aberto, durante dois ciclos com períodos de 38 (28/2 à 7/4/2015) e 50 (9/5 à 28/6/2015) dias. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura) e nas subparcelas três genótipos

de rúcula: Antonella, Cultivada e Folha Larga. O sistema de irrigação foi o gotejamento. Os parâmetros avaliados foram: profundidade de raízes, teor de clorofila foliar, número de plantas e de folhas por planta, diâmetro de planta, massa fresca da parte aérea e eficiência do uso da água. A rúcula apresentou a mesma demanda por irrigação nos dois ciclos e os genótipos e/ou lâminas de irrigações conferiram efeito nos parâmetros avaliados. Os resultados subsidiam que a rúcula Folha Larga deve ser preferida pelos produtores do cerrado brasileiro e irrigada com reposição de 90% da evapotranspiração da cultura.

**Termos para indexação:** *Euruca sativa*, manejo da irrigação, olericultura.

## INTRODUÇÃO

A área explorada com olerícolas no Brasil é estimada em 800 mil hectares, com produção de aproximadamente 16 milhões de toneladas (Biscaro et al., 2013). Geralmente a produção de olerícolas concentra-se próximo aos grandes centros consumidores, os chamados “cinturões verdes”. A produção é caracterizada pela alta perecibilidade e sazonalidade, com isso o consumo passa por variações ao longo do ano, fato este que dificulta a eficiência da distribuição destes produtos.

Um grande consumidor de olerícolas é a cidade de Brasília-DF, a capital federal e também conhecida como a capital do cerrado, segundo o IBGE a cidade possui aproximadamente 3 milhões de pessoas. Levantamento feito por Silva e Costa (2013) aponta que 82% da população de Brasília-DF consomem olerícolas mais de cinco vezes por semana, sendo que 24% do total consomem mais que três porções diárias.

Para atender essa demanda, há necessidade de maximizar a produção em regiões próximas à capital. Uma alternativa é a produção de olerícolas no noroeste do Estado de Minas Gerais, uma vez que a mesma fica próxima do Distrito Federal. Esta região também está contida

no bioma cerrado e se destaca na produção de grãos e pecuária leiteira, apresentando poucas iniciativas no cultivo de olerícolas. No entanto, devido a essa possibilidade de mercado do Distrito Federal e ao aumento no número de pequenos agricultores nessa região (Sousa et al., 2011), abrem-se boas perspectivas na produção de olerícolas, como a rúcula, que é muito utilizada em restaurantes e pizzarias do Distrito Federal.

A rúcula, *Euruca sativa L.*, também conhecida como mostarda persa, é uma olerícola folhosa de rápido crescimento que apresenta sabor picante e cheiro agradável e acentuado. A rúcula é originária da região mediterrânea (Tsirogiannis et al., 2013), muito popular nas regiões de colonização italiana no Brasil, devido à sua introdução no país ser oriunda da migração italiana. Essa olerícola é rica em potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C (Freitas et al., 2017).

O noroeste de Minas Gerais apresenta médias anuais de temperatura e precipitação pluvial de 25,0 °C e 1.200 mm, respectivamente. A topografia é levemente ondulada e o clima da região é Aw (com inverno seco e chuvas máximas no verão), segundo classificação de Köppen. Essas características fazem com que a produção de rúcula se torne uma alternativa viável (Souza et al., 2016) nesta região, principalmente para os pequenos produtores.

Entretanto a literatura existente sobre o desempenho agrônômico da cultura da rúcula nas condições de cerrado brasileiro, especificamente no noroeste de Estado de Minas Gerais ainda é escassa, e o seu uso ainda é fundamentada em experiências empíricas dos produtores, desprovidos de referências de resultados de pesquisas científicas. Portanto, há a necessidade de estudar a adaptação de genótipos às condições edafoclimáticas da região, permitindo incrementos em produtividade de rúcula. Muitos agricultores, não sabendo deste fato, insistem em utilizar os mesmos materiais que seus antepassados utilizavam, tornando o cultivo pouco produtivo e levando ao desestímulo da atividade.

Além da escolha do genótipo adequado ao clima e solo, o sucesso na produção de olerícolas depende da utilização de irrigação para suprir de forma total ou suplementar as



necessidades hídricas da cultura. A utilização de sistemas de irrigação na olericultura é justificada pelo fato da irregularidade no regime pluvial tornar-se restritiva ao desenvolvimento agrícola, das mesmas estações chuvosas, são observados períodos de déficit hídrico devido à evapotranspiração. A evapotranspiração das olerícolas geralmente excede a precipitação pluvial, sendo assim, a distribuição adequada de água de maneira artificial por meio de irrigação tem sido a garantia para se produzir como planejado, sem que a falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos (Cunha et al., 2013).

Diante do exposto, sob a hipótese de que os indicadores agronômicos dos diferentes genótipos de rúcula poderiam ser influenciados por variadas lâminas de irrigação aplicadas, desenvolveu-se esta pesquisa visando determinar a lâmina ótima de irrigação e identificar os melhores genótipos de rúcula para as condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A cultura da rúcula foi cultivada em campo, céu aberto, durante dois ciclos com períodos de 38 (28/2 à 7/4/2015) e 50 (9/5 à 28/6/2015) dias. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Escola Estadual Juvêncio Martins Ferreira, município de Unaí-MG. As coordenadas geográficas do local são 16°22'45'' de latitude sul, 46°53'45'' de longitude oeste e altitude de 460 m. O clima é classificado como Aw, a temperatura anual fica compreendida entre 10 a 35 °C, a precipitação pluviométrica média é de 1.200 mm, com concentração de chuva no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental é classificado nas normas do Sistema Brasileiro de Classificação de solos (Embrapa 2013), como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa e com boa drenagem. O solo apresentava-se com massa específica de 1,09 g cm<sup>-3</sup> e teores de água

equivalentes à capacidade de campo e ponto de murcha permanente da planta de 0,3154 e 0,1820  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ , respectivamente.

No preparo do solo utilizou-se enxada rotativa em toda a área, em seguida, levantaram os canteiros de maneira manual, utilizando enxadas manuais, apresentando um metro de largura e oito de comprimento. Os atributos químicos do solo foram determinados antes de cada ciclo e realizados no Laboratório de Análise Química de Solos do Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental de Paracatu-MG (Tabela 1). Não houve recomendações de adubação, devido aos teores de nutrientes estarem adequados aos ciclos de cultivo da rúcula (Sediyama et al., 2007).

Tabela 1: Resultados das análises químicas do solo no início dos experimentos. Unaí-MG, 2015

Ciclo	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	CTC	V	MO
	·H <sub>2</sub> O·	·mg dm <sup>-3</sup> ·	·mg dm <sup>-3</sup> ·	·cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ·	·cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ·	·cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ·	·cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ·	·cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ·	·%	·%
1	5,4	57,5	95,4	5,2	1,8	0,1	2,5	9,7	74,7	1,1
2	5,2	35,0	64,2	5,3	1,9	0,1	1,9	9,3	79,1	1,7

P e K disponíveis extraídos com Mehlich I; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

Os experimentos foram conduzidos utilizando o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação e nas subparcelas três genótipos, com quatro repetições. As unidades amostrais foram constituídas de parcelas de 0,8 m de largura e 1,0 m de comprimento, com área total de 0,8 m<sup>2</sup>, sendo constituídas de 40 plantas por parcela.

As lâminas de irrigação foram para reposição de 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>). Os genótipos de rúcula utilizados foram: Antonella (Isla), Cultivada (Isla) e Folha Larga (Sakata).

O sistema de irrigação, operado mediante gravidade, foi por gotejamento, sistema este que não molha a parte aérea das plantas e reduz o risco de contaminação, uma vez que a rúcula é uma olerícola folhosa consumida crua (Cordeiro-Araújo et al., 2015). As fitas gotejadoras

(marca Petroisa) possuíam 16 mm de diâmetro. O espaçamento entre as fitas gotejadoras foi de 0,4, o que possibilitou a irrigação de duas fileiras de planta por linha lateral. Os emissores (gotejadores) operaram com pressão de serviço de 98 kPa (~10 mca), aplicando vazão aproximada de 1,8 L h<sup>-1</sup>, e espaçados de 0,2 m. Para a diferenciação entre os tratamentos com lâminas de irrigação fez-se uso de conectores de início de linha com registros. De acordo com o tempo necessário para aplicar as diferentes lâminas de irrigação, abria-se ou fechava-se os registros e obtinha a diferenciação das lâminas nos diferentes tratamentos.

Optou-se por semeadura direta seguindo o espaçamento de 0,2 m entre linhas e 0,05 m entre plantas. O desbaste foi realizado 12 dias após a semeadura (quando 50% das plantas apresentavam cinco folhas definitivas), mantendo um espaçamento de 0,1 m entre plantas.

O turno de rega (TR) foi fixo para cada fase da cultura, tendo TR para a primeira fase de um dia e para as fases posteriores de dois dias. A irrigação real necessária para o tratamento com reposição hídrica de 100% da ET<sub>c</sub> foi definida em função de parâmetros climáticos, do sistema de irrigação, da planta e do solo (Equação 1), representando a real necessidade de água das culturas.

$$IRN = \sum_{\text{dia } 1}^i ET_0 K_C K_S K_L - P_E \quad (1)$$

em que, IRN - irrigação real necessária (mm), ET<sub>0</sub> - evapotranspiração de referência (mm d<sup>-1</sup>), K<sub>C</sub> - coeficiente da cultura (adm.), K<sub>S</sub> - coeficiente de umidade do solo (adm.), K<sub>L</sub> - coeficiente de localização (adm.), e P<sub>E</sub> - precipitação efetiva no período (mm).

A metodologia de Penman-Monteith-FAO56 (Allen et al., 1998) foi utilizada para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>). Os dados meteorológicos diários para estimativa da ET<sub>0</sub> foram retirados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), da rede de estação de Unaí, MG. As variações dos elementos meteorológicos diários nos dois ciclos de cultivo da rúcula estão apresentadas na Figura 1. A precipitação pluvial foi obtida por meio de um pluviômetro instalado na área experimental. A precipitação efetiva foi aquela utilizada

diretamente pela cultura (Bernardo et al., 2006), sendo aquela água necessária para elevar o teor de água atual no momento da precipitação pluvial até o teor de água equivalente à capacidade de campo.

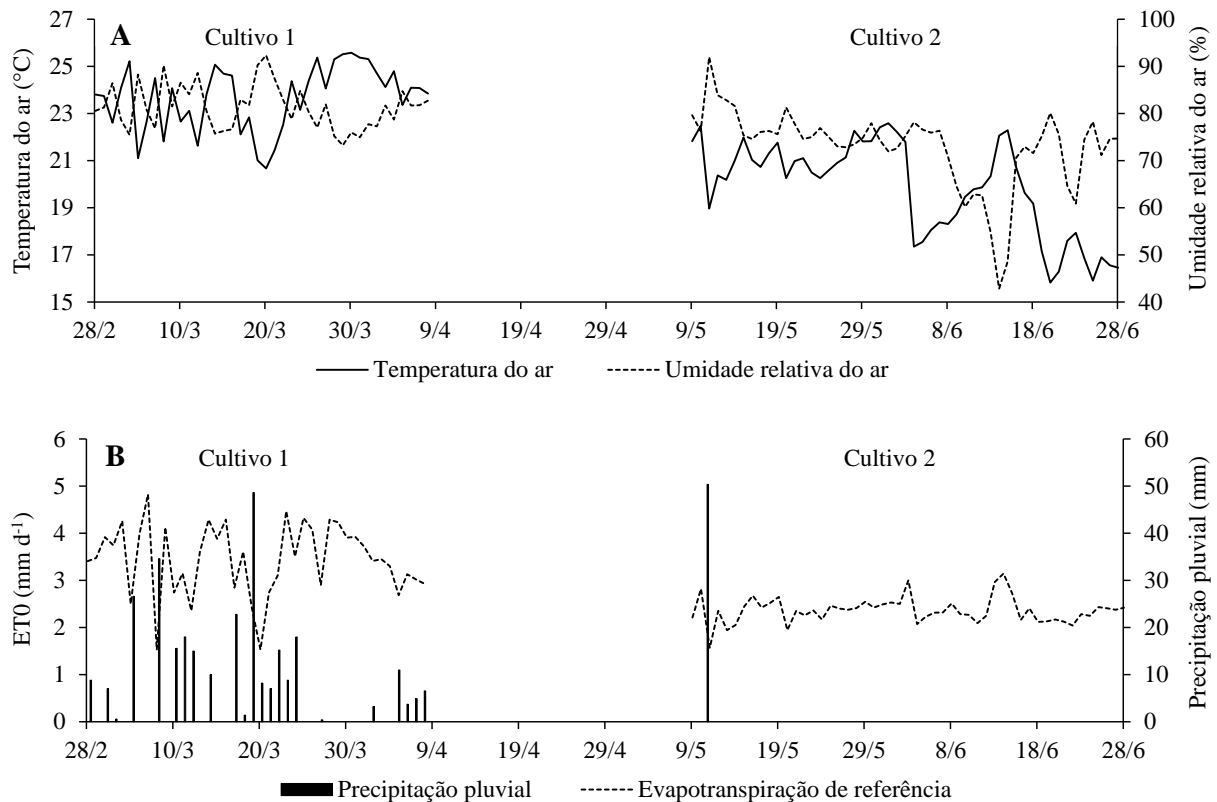


Figura 1: Variação diária da (A) temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), (B) evapotranspiração de referência (mm d<sup>-1</sup>) e precipitação pluvial (mm) referentes aos dois ciclos de cultivo da rúcula. Unaí-MG, UFVJM, 2015.

Os coeficientes de cultivo ( $K_C$ ) aplicados foram de 0,7 e 1,0 para os estádios I e III, respectivamente. Para o estágio II utilizou-se ponderação linear entre o final do estágio I e início do estágio III. As durações dos estádios I e II foram de 10 dias, cada, e o estágio III do 20º dia até a colheita. Os coeficientes de umidade do solo ( $K_S$ ) e de localização ( $K_L$ ) foram calculados de acordo com as Equações 2 e 3, respectivamente.

$$K_s = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)} \quad (2)$$

$$K_L = \frac{P}{100} + 0,15 \left( 1 - \frac{P}{100} \right) \quad (3)$$

em que,  $K_s$  - coeficiente de umidade do solo (adm.), LAA - lâmina atual de água no solo (mm), CTA - capacidade total de água no solo (mm),  $K_L$  - coeficiente de localização (adm.), P - maior valor entre porcentagem de área molhada ou sombreada (%).

O valor da IRN foi corrigido em função da eficiência de irrigação do sistema, definindo a irrigação total necessária (ITN), conforme Equação 4. As eficiências de irrigação nos ciclos 1 e 2 foram de 92,5 e 89,7%, respectivamente.

$$ITN = \frac{IRN}{E_i} \quad (4)$$

em que, ITN - irrigação total necessária (mm), IRN - irrigação real necessária (mm) e  $E_i$  - eficiência de irrigação (dec.).

As variáveis utilizadas para a avaliação dos tratamentos na cultura da rúcula foram:

- Profundidade de raízes (cm): obtida por meio da abertura de uma trincheira lateral as plantas utilizando enxadão. Após a retirada da maior profundidade possível da raiz, retirou-se o solo aderido às raízes, e levou-se a planta para medir a distância entre o colo e a extremidade da raiz utilizando régua com escala de 0,1 cm. Esta análise foi realizada em seis plantas previamente identificadas no início dos ciclos.
- Teor de clorofila foliar (SPAD): obtida por meio de um medidor eletrônico portátil (Clorofilômetro, modelo SPAD 502, fabricado pela KONICA MINOLTA SENSING, INC. (Konica Minolta, 2009). Em cada parcela foram realizadas 18 medições, sendo três medições por planta, em folhas totalmente desenvolvidas e saudáveis.
- Número de plantas ( $ud\ m^{-2}$ ): foi o número total de plantas colhidas em cada parcela, o valor refere a unidades de plantas nas parcelas.

- Número de folhas por planta ( $\text{ud planta}^{-1}$ ): foi o número de folhas que estavam em condições de serem comercializadas por planta, ou seja, não apresentavam danos e estavam em tamanho superior a 3 cm de comprimento. Esta análise foi realizada em seis plantas de cada parcela.
- Diâmetro de planta (cm): foi mensurado por meio de régua de uma extremidade a outra em seis plantas correspondendo ao diâmetro de uma circunferência.
- Massa fresca da parte aérea ( $\text{kg m}^{-2}$ ): foi obtida por meio da relação entre a massa de todas as plantas da parcela depois de retirada as raízes e a área da unidade experimental.
- Eficiência do uso da água ( $\text{kg m}^{-3}$ ): obtida pela relação entre massa fresca da parte aérea na parcela e a quantidade de água aplicada.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, foram testados modelos lineares e quadráticos. A seleção do modelo foi com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o pacote experimental Designs do software “R”.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A rúcula apresentou a mesma demanda hídrica nos dois ciclos de cultivo (Tabela 2). Apesar do ciclo 1 ter apresentado maiores taxas evapotranspirométricas (Figura 1B), o ciclo 2 possuiu 12 dias a mais de duração. A precipitação efetiva, segundo Bernardo et al. (2006), é aquela fração da precipitação utilizada diretamente pela cultura, ou seja, é a quantidade de água que a planta utiliza em seus processos fisiológicos. A diferença entre a precipitação efetiva e a precipitação total foi a quantidade de água que escoou superficialmente e que percolou

abaixo do sistema radicular da cultura, após o solo imediatamente acima ter atingido o teor de água equivalente à capacidade de campo. No tratamento de lâmina de irrigação de 100% da ETc do ciclo 1, por exemplo, dos 289,4 mm de água adicionada ao solo via precipitação pluvial, apenas 42,2 mm foi considerada efetiva, ou seja, que ficou disponível no solo para a cultura. Esse baixo aproveitamento foi devido à alta frequência de irrigação e as precipitações terem ocorridas em períodos em que a rúcula apresentava menores valores de Kc. Desta forma, o solo sempre permaneceu próximo à capacidade de campo, sendo necessária baixa quantidade de água para atingir a capacidade total de armazenamento.

Tabela 2: Precipitação efetiva, irrigação real necessária e lâmina de água total aplicada em cada tratamento e ciclo de cultivo da rúcula. Unaí-MG, UFVJM, 2015

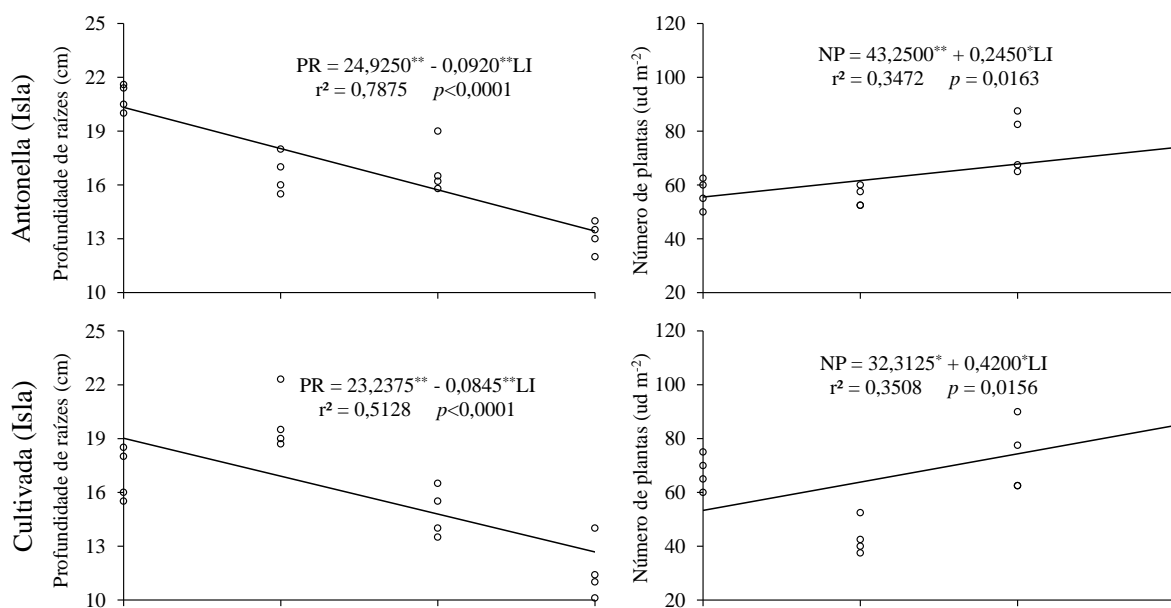
Ciclo	Evento	Lâminas de Irrigação			
		50% ETc	75% ETc	100% ETc	125% ETc
1	Precipitação Efetiva (mm)	46,3	44,1	42,2	42,2
	Irrigação Real Necessária (mm)	31,8	47,8	63,7	79,6
	Lâmina de Água Total (mm)	78,1	91,9	105,9	121,8
2	Precipitação Efetiva (mm)	5,2	4,8	4,5	4,5
	Irrigação Real Necessária (mm)	50,8	76,2	101,6	127,0
	Lâmina de Água Total (mm)	56,0	81,0	106,1	131,5

Houve interação entre genótipos e lâminas de irrigação para profundidade de raízes no ciclo 1 (Tabela 3). Independente da lâmina de irrigação, a rúcula Folha Larga apresentou maiores profundidades de raiz. Verificou-se também, no ciclo 1, que as lâminas de irrigação proporcionaram redução da profundidade de raiz em todos os genótipos de rúcula (Figura 2). Possivelmente, a cultura nos tratamentos com menores lâminas de irrigação aprofundou seu sistema radicular para extrair água em camadas mais submersas do solo.

Tabela 3: Valores médios de profundidade de raízes (cm), teor de clorofila na folha (TCF em SPAD), número de plantas (pl m<sup>-2</sup>), número de folhas por planta (NFP em fl pl<sup>-1</sup>),

diâmetro de planta (DP em cm), massa fresca da parte aérea (MFPA em kg m<sup>-2</sup>) e eficiência do uso da água (EUA em kg m<sup>-3</sup>) em função de diferentes genótipos (GR) e lâminas de irrigação (LI) em dois ciclos de cultivo de rúcula. Unaí-MG, UFVJM, 2015

Fator	Ciclo	Teste F			Lâminas de Irrigação	Antonella Isla	Cultivada Isla	Folha larga Sakata
		LI	GR	LI*GR				
Profundidade de Raízes (cm)	1				50% ETc	20,9 a	17,0 b	23,0 a
					75% ETc	16,6 b	19,9 a	20,0 a
					100% ETc	16,8 a	14,8 a	17,1 a
					125% ETc	13,3 ab	11,6 b	14,8 a
	2	15,93 <sup>ns</sup>	15,12 <sup>ns</sup>	10,00 <sup>ns</sup>		15,2		
TCF (SPAD)	2	371,6 <sup>***</sup>	7,021 <sup>ns</sup>	10,95 <sup>ns</sup>		43,1		
Número de Plantas (ud m <sup>-2</sup> )	1				50% ETc	56,9 a	67,5 a	61,9 a
					75% ETc	55,6 a	43,1 a	50,0 a
					100% ETc	75,6 a	73,1 a	77,5 a
					125% ETc	70,6 b	92,5 a	74,4 b
	2	345,3 <sup>**</sup>	436,3 <sup>**</sup>	118,6 <sup>*</sup>				
NFP (fl pl <sup>-1</sup> )	1	72,82 <sup>***</sup>	1,290 <sup>ns</sup>	0,792 <sup>ns</sup>		7,96		
	2	79,70 <sup>***</sup>	5,951 <sup>ns</sup>	2,662 <sup>ns</sup>		9,51		
DP (cm)	1	67,73 <sup>***</sup>	0,080 <sup>ns</sup>	3,093 <sup>ns</sup>		10,62		
	2	20,97 <sup>***</sup>	6,309 <sup>ns</sup>	2,150 <sup>ns</sup>		12,10		
MFPA (kg m <sup>-2</sup> )	1	4,319 <sup>***</sup>	0,029 <sup>ns</sup>	0,101 <sup>ns</sup>		1,73		
	2	0,467 <sup>**</sup>	0,205 <sup>*</sup>	0,095 <sup>ns</sup>	1,48 ab	1,37 b	1,60 a	
EUA (kg m <sup>-3</sup> )	1	402,4 <sup>***</sup>	3,060 <sup>ns</sup>	10,19 <sup>ns</sup>		17,65		
	2	275,8 <sup>**</sup>	17,61 <sup>ns</sup>	8,377 <sup>ns</sup>		17,04		





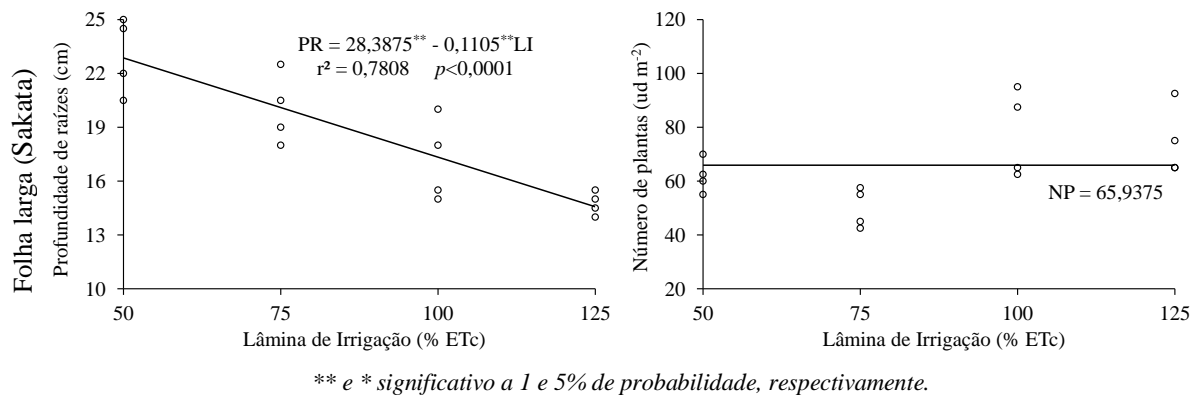


Figura 2: Estimativas da profundidade de raízes (PR) no ciclo 1 e número de plantas (NP) no ciclo 2 em função de lâminas de irrigação (LI) para diferentes genótipos de rúcula. Unai-MG, UFVJM, 2015.

Houve efeito isolado das lâminas de irrigação no teor de clorofila foliar da rúcula (Tabela 3). Verifica-se na Figura 3, o comportamento quadrático do teor de clorofila foliar em resposta a lâmina de irrigação. De acordo com a equação de regressão, a lâmina de irrigação de 62% da ETc maximizou o teor de clorofila foliar da rúcula resultando no valor de 47,6 SPAD. O aumento nos teores de clorofila é resultante do desenvolvimento de cloroplastos e consequentemente aumento no teor de nitrogênio na folha (Piekielek e Fox, 1992; Smeal e Zhang, 1994). Foi demonstrado neste estudo que a disponibilidade hídrica possui fundamental importância neste processo. Desta forma, sugere-se que a lâmina de irrigação de 62% da ETc foi a que proporcionou a melhor condição hídrica naquele momento em que o índice de clorofila foi medido. Abdalhi et al. (2016) observaram o mesmo comportamento para pepino na China, onde os autores aplicaram lâminas de irrigação de 50 a 150% da ETc e verificaram maiores índices de clorofila para a lâmina de 100% da ETc. Os autores também reportam que o déficit de água e/ou aplicação excessiva de água de irrigação não é um critério para atingir alto teor de clorofila. Machekposhti et al. (2017) relatam que a redução do teor de clorofila causado pelo déficit hídrico é devido ao efeito inibitório dos íons acumulados na biossíntese de clorofila, que

segundo Putti et al. (2016), desencadeiam uma baixa taxa de fotossíntese, com menor taxa de pigmentação e número da folha, afetando diretamente a produtividade.

Foi verificada interação entre genótipo e lâmina de irrigação no número de plantas no ciclo 2 da rúcula (Tabela 3). Na lâmina de 125% da ETc a rúcula Cultivada apresentou maior número de plantas que os outros genótipos, já nas demais lâminas de irrigação, não foi observada diferença entre os genótipos. Possivelmente a rúcula Cultivada em situação de excesso de água possui mecanismos mais eficientes para contornar este problema. Entretanto, este fato também pode ser considerado causa ao invés de efeito, pois o maior número de plantas neste tratamento acarretou maior retirada de água resultando em um solo com maior porosidade livre em relação aos demais genótipos.

As lâminas de irrigação proporcionaram efeito linear positivo nos genótipos Antonella e Cultivada no ciclo 2 (Figura 2) e em todos os genótipos no ciclo 1 (Figura 3). Desta forma, sugere-se que as maiores lâminas de irrigação proporcionaram maior estande de planta.

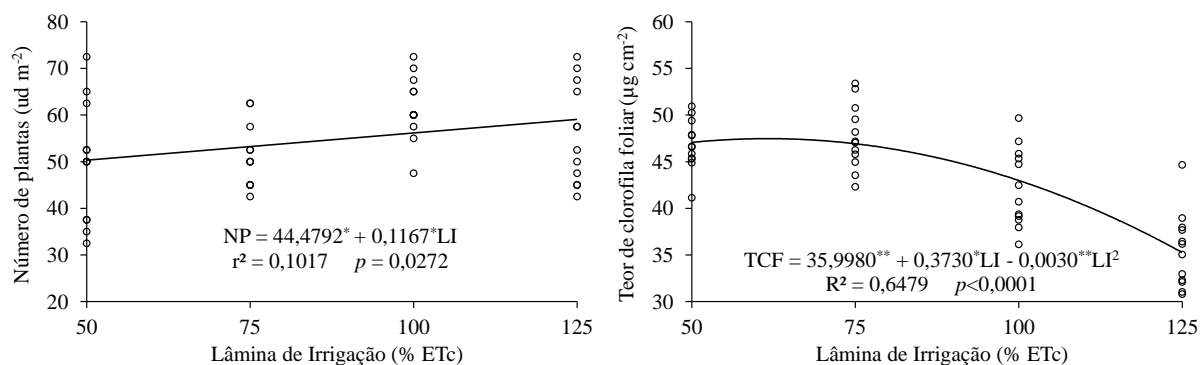
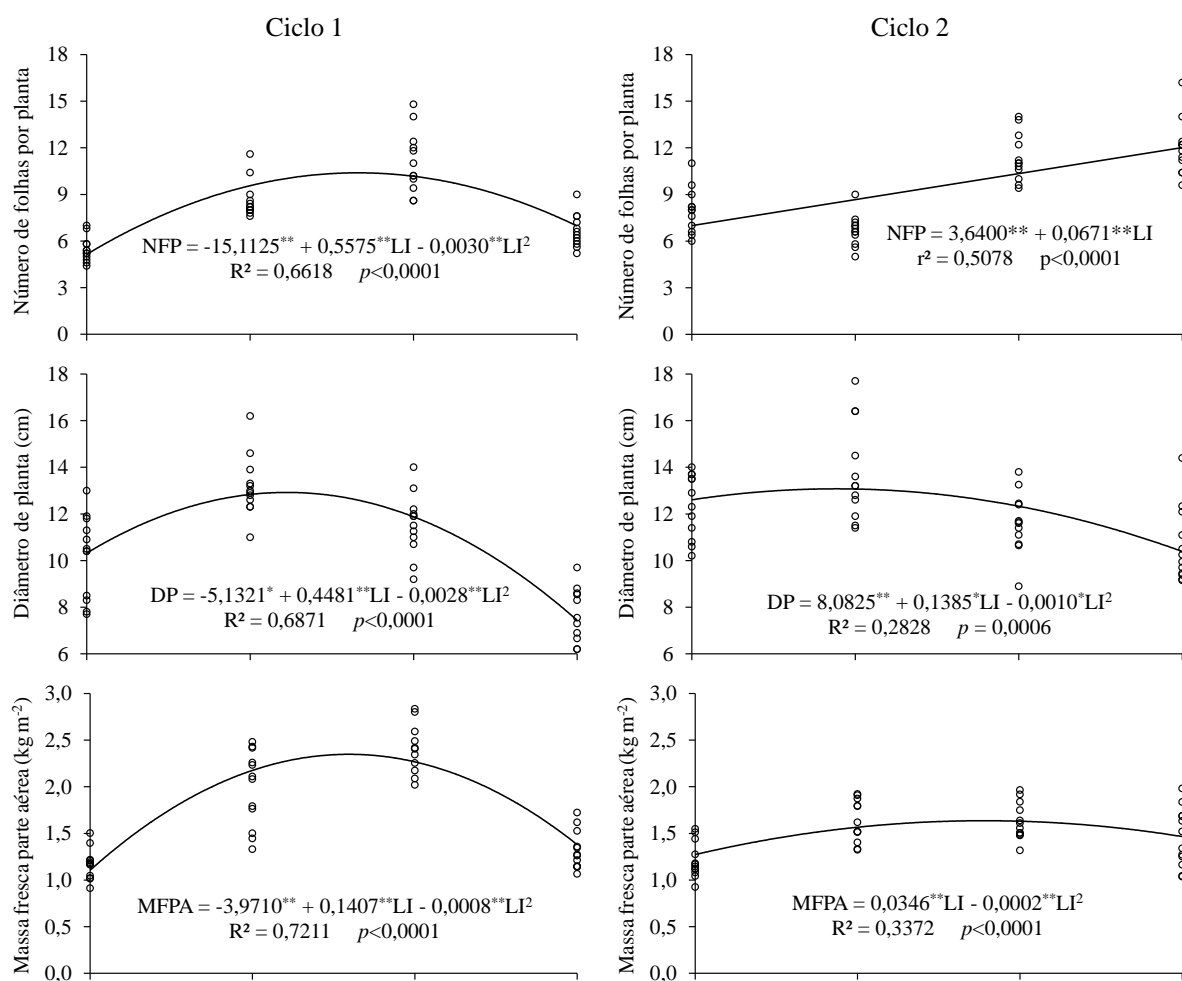
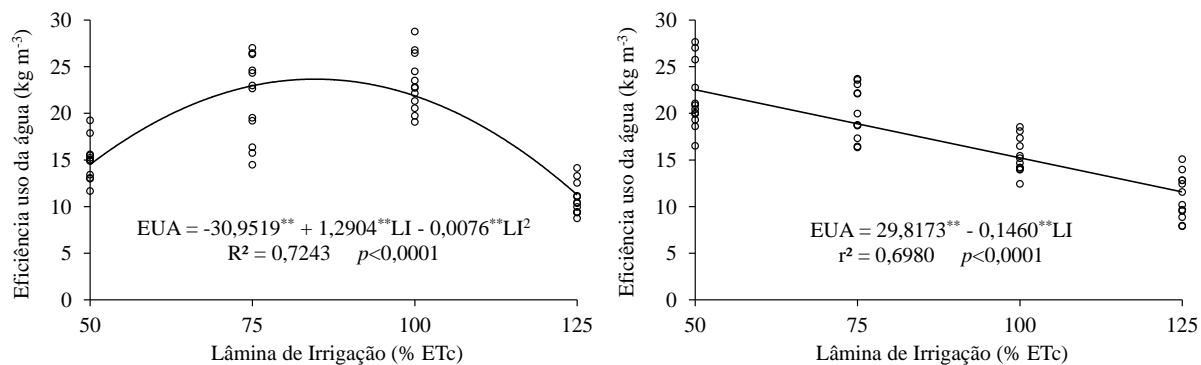


Figura 3: Estimativas do número de plantas (NP) no ciclo 1 e teor de clorofila foliar (TCF) no ciclo 2 da rúcula em função de lâminas de irrigação (LI). Unaí-MG, UFVJM, 2015.

Os genótipos não conferiram efeito isolado ou da interação nos fatores número de folhas por planta e diâmetro de planta em nenhum ciclo da rúcula. Por outro lado, as lâminas de irrigação proporcionaram efeito isolado nestes parâmetros em todos os ciclos realizados (Tabela

3). No ciclo 1, as lâminas de irrigação proporcionaram efeito quadrático no número de folhas de rúcula (Figura 4). De acordo com a equação de regressão, a lâmina de 93% da ETc maximizou o número de folhas por planta da rúcula resultando no valor de 10,8 folhas por planta. Moline et al. (2015) aplicaram lâminas de irrigação variando de 50 a 110% da ETc na rúcula Cultivada em Vilhena-RO e encontraram maiores valores de número de folhas comerciais no tratamento com lâmina de irrigação com reposição de 100% da ETc. Vasco et al. (2011) aplicando diferentes lâminas de irrigação no genótipo 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 ETc. No ciclo 2 as lâminas de irrigação proporcionaram efeito linear positivo no número de folhas por planta da rúcula (Figura 4).





\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 4: Estimativas do número de folhas por planta (NFP), diâmetro de planta (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA) e eficiência do uso da água (EUA) em função de lâminas de irrigação (LI) para os dois ciclos de cultivo da rúcula. Unaí-MG, UFVJM, 2015.

As lâminas de irrigação proporcionaram efeito quadrático no diâmetro de planta da rúcula nos dois ciclos (Figura 4). De acordo com as equações de regressão, as lâminas de irrigação de 80 e 72% da ETc maximizaram o diâmetro de planta da rúcula resultando valores de 12,8 e 12,9 cm para os ciclos 1 e 2, respectivamente. O diâmetro de planta é influenciado pelo número de folhas e isso pode ser observado no ciclo 1, onde estes parâmetros apresentaram o mesmo comportamento. Entretanto, no ciclo 2, o número de plantas apresentou comportamento linear e o diâmetro de planta resposta quadrática. Possivelmente, isto aconteceu devido a maior competição por radiação provocado pelo aumento de plantas nas maiores lâminas de irrigação, resultando em menores diâmetros de planta nestas condições. Com o aumento do consumo de rúcula minimamente processada (lavada e picada), torna-se interessante a colheita de plantas de maior porte, cujo maior diâmetro de planta pode representar maior lucro ao produtor.

Verificou-se efeito isolado do genótipo na massa fresca da parte aérea da rúcula no ciclo 2, onde o genótipo Folha Larga não diferiu da Antonella mas foi superior a Cultivada (Tabela 3). Diante disto, a rúcula Folha Larga deve ser preferida em relação às demais para ser cultivada

no cerrado brasileiro. Esta mesma recomendação foi feita por Cunha et al. (2013) para as condições edafoclimáticas de Chapadão do Sul-MS. Linhares et al. (2017) também encontraram bom desempenho deste genótipo em consorciação com cenoura e coentro em Mossoró. Entretanto, é oportuno ressaltar que outras pesquisas deverão ser realizadas com estes genótipos e outros existentes no mercado para uma conclusão e recomendação com maior segurança.

As lâminas de irrigação proporcionaram efeito isolado na massa fresca da parte aérea da rúcula nos dois ciclos (Tabela 3). Desta forma, foi possível ajustar, para os dois ciclos, equação de regressão quadrática (Figura 4) onde as lâminas de 90 e 94% da ETc maximizaram a produtividade da rúcula resultando valores de 2,35 e 1,64 kg m<sup>-2</sup> nos ciclos 1 e 2, respectivamente. Diante disto, recomenda-se irrigar a rúcula nas condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro com lâmina para suprir 90% da ETc. Desta forma, espera-se economizar água e energia elétrica na produção da rúcula, de forma a aumentar sua viabilidade econômica.

Moline et al. (2015) aplicaram lâminas de irrigação variando de 50 a 110% da ETc e encontraram maiores produtividades de rúcula com a lâmina de 100% da ETc. Vasco et al. (2011) aplicaram lâminas variando de 50 a 125% da ETc na cultura da rúcula e encontraram maiores produtividades com a lâmina de irrigação de 94% da ETc. Esses resultados somados aos obtidos na presente pesquisa comprovam que o excesso de água é prejudicial à cultura da rúcula, assim como a deficiência hídrica, podendo comprometer o desenvolvimento vegetativo das plantas e, conseqüentemente, provocar perdas significativas de produtividade.

Houve efeito isolado das lâminas de irrigação na eficiência do uso da água (EUA) pela rúcula nos ciclos avaliados (Tabela 3). Verificou-se pelos dados constantes na Figura 4, comportamento quadrático da EUA em resposta as lâminas de irrigação, onde a lâmina de 85% da ETc proporcionou o maior valor de EUA (23,7 kg m<sup>-3</sup>). Este resultado indica que para produzir 1 kg de massa fresca de folhas de rúcula, são necessários 42,2 litros de água de irrigação.

No ciclo 2 as lâminas de irrigação conferiram efeito linear negativo (Tabela 3), devido esses fatores serem inversamente proporcionais, corroborando com os resultados de Freitas et al. (2017) aplicando diferentes lâminas de irrigação em rúcula Cultivada em Viçosa-MG.

## CONCLUSÕES

O genótipo de rúcula Folha Larga deve ser preferido pelos produtores do cerrado brasileiro, e de regiões com condições semelhantes, devendo ser irrigada com reposição de 90% da evapotranspiração da cultura.

## REFERÊNCIAS

ABDALHI, M. A. M. et al. Performance of drip irrigation and nitrogen fertilizer in irrigation water saving and nitrogen use efficiency for waxy maize (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) under solar greenhouse. **Grassland Science**, 62(3): 174-187, 2016.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625p.

BISCARO, G. A. et al. Produtividade e análise econômica da cultura do espinafre em função de níveis de fertirrigação nitrogenada. **Irriga**, 18(4): 587-596, 2013.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K. et al. Selective membrane permeability and peroxidase activity response of lettuce and arugula irrigated with cyanobacterial contaminated water. **Environmental Earth Sciences**, 74(2): 1547-1553, 2015.

CUNHA, F. F. et al. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, 2(3): 131-141, 2013.

FREITAS, E. M. et al. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21(3): 197-202, 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>. 2016.

KONICA MINOLTA SENSING, INC. **Chlorophyll meter SPAD-502Plus**. Osaka: Instruction manual, 2009. 6p.

LINHARES, P. C. A. et al. Polycultures of coriander, carrot, and arugula in strip-intercropping system. **Caatinga**, 30(3): 622-632, 2017.

MOLINE, E. F. V. et al. Diferentes lâminas de irrigação na cultura da rúcula no sul de Rondônia. **Nucleus**, 12(1): 371-378, 2015.

MACHEKPOSHTI, M. F. et al. Effect of irrigation with sea water on soil salinity and yield of oleic sunflower. **Agricultural Water Management**, 188(1): 69-78, 2017.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84(1): 59-65, 1992.

PUTTI, F. F. et al. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. **African Journal of Agricultural Research**, 10(22): 2300-2308, 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; PINTO, C. L. O. **Rúcula**. In: PAULA Jr., T. J.; VENZON, M. (ed.). 101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 683-686. 2007.

SILVA, C. L.; COSTA, T. H. M. Barreiras e facilitadores do consumo de frutas e hortaliças em adultos de Brasília. **Scientia Medica**, 23(2): 68-74, 2013.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS ... [et al.]. – 3 ed. Rev. ampl. – Brasília, DF : **Embrapa**, 2013.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 25(9): 1495-1503, 1994.

SOUSA, D. N. et al. A dinamização dos assentamentos rurais para o desenvolvimento econômico do Noroeste de Minas Gerais. **Revista de Ciências Humanas**, 11(1): 87-97, 2011.

SOUZA, E. G. F. et al. Agronomic response of arugula to green fertilization with rooster tree during two culture times. **African Journal of Agricultural Research**, 11(48): 4931-4938, 2016.

TSIROGIANNIS, I. L. et al. Relationships between reflectance and water status in a greenhouse rocket (*Eruca sativa* Mill.) cultivation. **European Journal of Horticultural Science**, 78(6): 275-282, 2013.

VASCO, A. N. et al. Irrigation management in real time for arugula crop in Sergipe. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 13(12): 1161-1167, 2011.