

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EDILAINE DELLA VALENTINA GONÇALVES**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RÚCULA (*Eruca sativa* L.) EM FUNÇÃO DOS  
ESPAÇAMENTOS E DA ÉPOCA DE CULTIVO**

**Marechal Cândido Rondon**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EDILAINE DELLA VALENTINA GONÇALVES**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RÚCULA (*Eruca sativa* L.) EM FUNÇÃO DOS  
ESPAÇAMENTOS E DA ÉPOCA DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Élcio Silvério Klosowski

Coorientadores: Marcia de Moraes Echer

Cláudio Yuji Tsutsumi

**Marechal Cândido Rondon  
2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

G635c Gonçalves, Edilaine Della Valentina  
Crescimento e produção de rúcula (*Eruca sativa* L.) em função  
dos espaçamentos e da época de cultivo / Edilaine Della  
Valentina Gonçalves. – Marechal Cândido Rondon, 2013.  
71 p.

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski  
Coorientadora: Prof. Dr. Marcia de Moraes Echer  
Coorientador; Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual  
do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2013.

1. Rúcula. 2. Hortaliças. I. Klosowski, Élcio Silvério.  
II. Echer, Marcia de Moraes. III. Tsutsumi, Cláudio Yuji.  
IV. Título.

CDD 22.ed. 635.5  
CIP-NBR 12899



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação da Bióloga **EDILAINE DELLA VALENTINA GONÇALVES**. Aos vinte e dois dias do mês de fevereiro de 2013, às 14 horas, sob a presidência do Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação da Bióloga Edilaine Della Valentina Gonçalves, discente do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia - Nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em "**PRODUÇÃO VEGETAL**", visando à obtenção do título de "**MESTRA EM AGRONOMIA**", constituída pelos membros: Prof. Dr. Roberto Rezende (UEM), Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães (Unioeste), Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia de Moraes Echer (Unioeste), Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski (Orientador).

Iniciados os trabalhos, a candidata apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: "**Crescimento e produção de rúcula (*Eruca sativa* L.) em função dos espaçamentos e da época de cultivo**".

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof. Dr. Roberto Rezende.....	Aprovada
Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães.....	Aprovada
Prof <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> . Márcia de Moraes Echer.....	Aprovada
Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski (Orientador).....	Aprovada

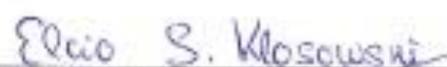
Apurados os resultados, verificou-se que a candidata foi habilitada, fazendo jus, portanto, ao título de "**MESTRA EM AGRONOMIA**", área de concentração: "**PRODUÇÃO VEGETAL**". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 22 de fevereiro de 2013.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Roberto Rezende

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia de Moraes Echer

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski (Orientador)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe Lucenir de Fátima Della Valentina Gonçalves, que incentiva e investe em mim toda a sua força e perspectiva, apesar das dificuldades.

Ao meu namorado Júlio César Felipin Trevisoli pelo companheirismo, apoio, compreensão e incentivo durante esta jornada.

À minha avó Tereza Olivo Della Valentina (madrinha) pelo seu carinho e orações.

Ao meu pai João Élcio Gonçalves pelo apoio.

A todos os amigos e familiares que presente estiveram em minha vida ao longo dessa caminhada.

A todos que acreditaram que eu seria capaz.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo sustento nas horas de dificuldades e por permitir a conclusão de mais um grande sonho.

À minha família que me incentivou nos momentos de dificuldade e que abdicaram dos momentos de lazer e convivência diária possibilitando a realização deste trabalho.

Ao Professor e orientador Dr. Élcio Silvério Klosowski pela orientação e sugestões dadas, além do profissionalismo, amizade e presteza.

Aos professores Cláudio Yuji Tsutsumi, Márcia de Moraes Echer, Vandeir Francisco Guimarães pelos ensinamentos e sugestões.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, através do Programa de Pós-Graduação, pela oportunidade.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários da Estação Experimental da Unioeste pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e considerações.

Às amigas: Denise Fabiane Baiocato Marchezoni, Silvia Marchezoni Medeiros Diba, Sabrina Mezzon da Silva, Franciely Andreacci Couto, Janaína Dartora, Heloísa Ferro Constâncio Mendonça, Mariana Pizzatto, Sidiane Coltro-Roncato, Mariane Regelmeier, Cristiane Cláudia Meinerz, Sheila Ewerling Rosa e Nilza Paula Chagas que me mostraram o verdadeiro significado das palavras amizade e companheirismo e por estarem incentivando-me constantemente a nunca desistir.

Aos amigos e colegas, Omari Dangelo Forlin Dildey, Vanessa Daniele Mattiello, Mônica Bartira da Silva, Aderson Santin, Éder Junior Mezzalira, Tatiani Alano Modolon, Emanuele Dal'Maso e Luan Fernando O. S. Rodrigues pelo auxílio nas atividades relativas a este trabalho.

E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução dessa Dissertação.

**Obstáculos são aqueles perigos que você vê quando tira os olhos de seu objetivo.**

**Henry Ford**

## RESUMO GERAL

### CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RÚCULA (*Eruca Sativa* L.) EM FUNÇÃO DOS ESPAÇAMENTOS E DA ÉPOCA DE CULTIVO

Com o objetivo de fornecer ao horticultor informações sobre a melhor época de cultivo e o melhor espaçamento entre plantas e entre linhas, visando obter maior rendimento e qualidade das plantas de rúcula cv. Bella foram conduzidos dois experimentos na União do Oeste, Marechal Cândido Rondon-PR. O primeiro experimento foi conduzido na época de primavera/2011, outono e inverno/2012, visando avaliar o crescimento das plantas de rúcula. O segundo experimento foi conduzido durante a primavera/2011, verão, outono e inverno/2012, avaliando o desempenho produtivo da mesma. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. O primeiro fator constituiu-se de três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e o segundo de dois espaçamentos entre plantas (0,05 e 0,10 m). A cultivar de rúcula utilizada foi a Bella. Primeiro experimento: os maiores valores de área foliar, massa seca total e foliar foram obtidas nas épocas de primavera e inverno e nos espaçamentos entre linhas de 0,25 e 0,30 m e entre plantas de 0,10 m. A maior razão de área foliar foi obtida no espaçamento entre plantas de 0,10 m na época de primavera, de modo que nos cultivos de outono e inverno houve somente efeito de época para esta característica. A área foliar específica foi maior no espaçamento entre plantas de 0,10 m na época de primavera, de modo que no outono e inverno houve somente efeito de época, sendo no outono obtido maior valor para a variável. A taxa de crescimento absoluto foi influenciada somente pela época de primavera. No outono verificou-se efeito dos espaçamentos entre plantas, sendo o maior valor obtido no de 0,10 m. Durante o cultivo de inverno houve efeito dos espaçamentos entre linhas de 0,25 e 0,30 m e entre plantas de 0,10 m, sendo estes os tratamentos que obtiveram melhores resultados. Para a taxa de crescimento relativo verificou-se efeito das épocas de primavera e inverno. Na época de outono os melhores resultados foram verificados para os espaçamentos entre linhas de 0,20 e 0,30 m, que apresentou efeito significativo e entre plantas de 0,10 m. Com relação à taxa de assimilação líquida houve efeito das épocas de outono e primavera, sendo que os maiores valores da taxa foram obtidos na época de outono. A maior taxa de crescimento foi obtida no espaçamento entre plantas de 0,10 m. Segundo experimento: houve efeito da época para altura de plantas, sendo verificadas plantas mais altas na primavera e inverno, cujos valores não diferiram estatisticamente. O diâmetro das plantas foi maior no cultivo de inverno, diferindo das demais épocas. A maior área foliar das plantas foi verificada durante a época de primavera. As plantas mais altas foram encontradas no espaçamento entre plantas de 0,05 m, cujos valores diferiram dos observados no espaçamento de 0,10 m. Não houve diferença de área foliar e diâmetro de planta para os diferentes espaçamentos entre plantas. Com relação ao espaçamento entre linhas não foi verificada diferença estatística para área foliar, número de folhas e diâmetro das plantas. O desdobramento de épocas dentro de espaçamentos revelou que o maior número de folhas, massa fresca total e foliar foi obtida no espaçamento entre plantas de 0,10 m, e ao desdobrar os espaçamentos dentro de épocas, as maiores médias foram obtidas na primavera. Com relação à produtividade o desdobramento de épocas dentro de espaçamentos mostrou que a maior produtividade na primavera, verão e inverno foi obtida no espaçamento entre linhas de 0,20 m, enquanto que no cultivo de outono o melhor espaçamento para o cultivo de plantas de rúcula foi no de 0,25 m. Desdobrando espaçamentos dentro de épocas, os melhores resultados de produtividade foram obtidos na primavera. A maior produtividade da cultura de rúcula foi encontrada no espaçamento entre plantas de 0,05 m.

**Palavras-chave:** Hortaliça folhosa, Brassicaceae, Densidade de plantas, Ambiente.

## ABSTRACT GENERAL

### GROWTH AND PRODUCTIVITY OF ARUGULA (*Eruca Sativa* L.) AS A FUNCTION OF SPACES AND GROWING SEASONS

With the goal of providing informations on the best growing season and the best spacing between plants and rows, and in order to achieve higher return and quality of arugula cv. Bella, two experiments were led in Unioeste Marechal Cândido Rondon – PR. The first experiment was performed in spring 2011 and autumn and winter 2012, aiming of evaluate arugula's growth. The second experiment was realized over spring 2011 and summer, autumn and winter 2012, evaluating the productive performance of arugula's plant. The experimental delineation used was a randomized block with four replications in a 3x2 factorial arrangement. The first factor was consisted of three spacings' row (0.20, 0.25 and 0.30 m) and the second factor was consisted of two spacings between the plants (0.05 and 0.10 m). The cultivar used was Bella arugula. The first experiment: the highest value of leaf area and total leaf dry mass were obtained in the spring and winter seasons with spacing between row of 0.25 and 0.30 m and between plant's spacing of 0.10 m, so that on crops of autumn and winter seasons there was only seasonal effect to this feature. The specific leaf area was higher in spacing of plants with 0.10 m in the springtime, so that in autumn and winter there was only seasonal effect and obtained greater value for the variable in autumn. The absolute growth rate was influenced only by the spring season. In the autumn was verified effect of plants' spacings, with highest value of 0.10 m. During the winter crop there was effect of row spacings of 0.25 and 0.30 m and between plants of 0.10 m. These treatments have obtained better returns. About the relative growth rate there was effect in the spring and winter. The best results were obtained for the row spacing of 0.20 and 0.30 m during the autumn and presented a significant effect in plants of 0.10 m. Concerning the rate of net assimilation there was seasonal effect of the seasons of autumn and spring, with the greatest rate values obtained in autumn. The highest growth rate was obtained in plant spacing of 0.10 m. The second experiment: there was seasonal effect in plants' height, so that was verified taller plants in the spring and winter with values that did not differ statistically. The diameter of plants was higher in the winter, differing from the other seasons. The largest leaf area was noticed during the spring. The taller plants were found in plants' spacing of 0.05 m whose values differ from those verified in the spacing of 0.10 m. There was no difference in leaf area and diameter for different spacings. There was no difference in leaf area and diameter of plants for different plants' spacing. With regard to the row spacing was not found statistically significant differences for leaf area, leaf number and diameter plants. The unfolding of the interaction between seasons and spacings revealed that the highest number of leaves and total leaf fresh weight was obtained in plant spacing of 0.10 m and in the unfolding spacings in seasons, the highest average were obtained in the spring. Regarding productivity, the unfolding in spacings showed that the greater productivity in the spring, summer and winter was obtained in the spacing of 0.20 m, while the better cultivation spacing was 0.25 m in autumn. Unfolding the spacings in seasons, the best productivity results were obtained in the spring. The greatest productivity of arugula's cultivation was obtained in plants' spacings of 0.05 m.

**KEY WORDS:** Growth analysis; plant density; enviroment; development; photosynthesis.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm do solo. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012 .....	15
Tabela 2.2 - Equações de ajuste da variável massa seca total (MST - g), massa seca foliar (MSF - g) e área foliar (AF - dm <sup>2</sup> ), de rúcula cv. Bella em função do tempo para espaçamento entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012. ....	20
Tabela 2.3 - Equações de ajuste da variável razão de área foliar (RAF - dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) e área foliar específica (AFE - dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) de rúcula cv. Bella em função do tempo para o espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012. ....	25
Tabela 2.4 - Equações de ajuste da variável taxa de crescimento absoluto (TCA - g por dia), taxa de crescimento relativo (TCR - g g <sup>-1</sup> por dia) e taxa de assimilação líquida (TAL - g dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) de rúcula cv. Bella em função do tempo para o espaçamento entre linhas (0,20; 0,25; 0,30 m) e espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.....	31
Tabela 3.1 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm do solo. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012 .....	43
Tabela 3.2 - Médias de altura de plantas (AP) diâmetro da planta (DP) e área foliar (AF) de rúcula por planta em função das épocas de cultivo e espaçamentos entre plantas e entre linhas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.....	47
Tabela 3.3 - Número de folha (NF), massa fresca total (MFT) e massa fresca foliar (MFF) por planta de rúcula em função das épocas de cultivo e espaçamentos entre plantas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.....	50
Tabela 3.4 - Produtividade de rúcula em função da época de cultivo e espaçamento entre linhas e somente para espaçamento entre plantas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012 ....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Valores médios de temperatura do ar máxima, média e mínima e umidade relativa do ar por horário de observação nas épocas de primavera (A) /2011, outono (B) /2012 e inverno(C) /2012 na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820).....	22
Figura 3.1 - Totais de precipitação pluvial diária em época de primavera (A), verão (B), outono (C) e inverno (D) na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820), 2011/2012.....	45
Figura 3.2 - Valores médios de temperatura do ar máxima, média e mínima e umidade relativa do ar por horário de observação em época de primavera (A), verão (B), outono (C) e inverno(D) na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820), 2011/2012.....	48

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	v
ABSTRACT GENERAL.....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
CAPÍTULO 1 .....	x
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RÚCULA ( <i>Eruca sativa</i> Miller) cv. BELLA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE CULTIVO.....	x
1.1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	2
1.2.1 Produção de hortaliças e considerações gerais sobre a cultura da rúcula.....	2
1.2.2 Espaçamento e densidade de plantas .....	5
1.2.3 Épocas de cultivo.....	6
1.2.4 Análise de Crescimento .....	6
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9
CAPÍTULO 2 .....	26
ANÁLISE DE CRESCIMENTO NA CULTURA DE RÚCULA ( <i>Eruca sativa</i> Miller) cv. BELLA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE CULTIVO.....	26
RESUMO. ....	27
ABSTRACT .....	27
2.1 INTRODUÇÃO.....	14
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
2.4 CONCLUSÃO.....	34
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
CAPÍTULO 3 .....	53
EFEITO DA DENSIDADE POPULACIONAL E DAS ÉPOCAS DE CULTIVO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÚCULA ( <i>Eruca sativa</i> Miller) cv. BELLA.....	53
RESUMO. ....	54
ABSTRACT .....	54
3.1 INTRODUÇÃO.....	41
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
3.4 CONCLUSÕES .....	54
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## **CAPÍTULO 1**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RÚCULA (*Eruca sativa* Miller) cv. BELLA  
EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE CULTIVO**

## 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A rúcula (*Eruca sativa* Miller) é uma hortaliça folhosa muito apreciada na forma de salada e se destaca dentro da culinária por apresentar folhas de pungência discreta, característica que a faz ser considerada uma ótima opção para cobertura de pizzas entre outras receitas. Além da sua utilização na culinária, a rúcula se caracteriza pelas suas propriedades medicinais, indispensáveis na alimentação, fazendo parte da dieta de muitas pessoas.

Diante disso, em função da mudança no hábito alimentar, o consumo e o cultivo de rúcula têm aumentando significativamente nos últimos anos. Mas esse acentuado crescimento também se deve a valorização do preço, que quando comparado às outras folhosas tem se destacado e despertado interesse dos produtores em cultivá-la.

Porém, é importante ressaltar, que mesmo com o aumento no consumo da folhosa existem muitas limitações no seu cultivo que acabam comprometendo o desempenho produtivo da mesma. Um exemplo disso é a adaptação da cultura às variações ambientais que interferem nas atividades morfofisiológicas da planta, cujas condições podem causar a depreciação do produto. Frente a essas condições, o produtor encontra dificuldades quando se trata de cultivo a campo, uma vez que sob temperaturas muito baixas o crescimento da planta pode ser retardado, ao passo que, temperaturas elevadas podem promover o encurtamento do ciclo vegetativo, induzindo o florescimento prematuro e conseqüentemente a produção de folhas rígidas e picantes.

No entanto, assim como a época de cultivo assume a sua importância, as práticas e técnicas empregadas no cultivo de hortaliças, também são fatores que desempenham papel fundamental sobre a produção. Dentre as práticas de manejo empregadas, os espaçamentos influenciam diretamente no desenvolvimento da planta, pois a densidade populacional, quando bem planejada, pode potencializar o rendimento da cultura.

A capacidade produtiva de uma cultura pode sofrer redução em função da competição entre plantas por água, luz e nutrientes em cultivos mais adensados. Entretanto, para a planta apresentar um bom desenvolvimento, a população ideal de plantas é aquela considerada suficiente para que o índice de área foliar ótimo seja atingido, possibilitando maior interceptação da luminosidade, que por sua vez, maximiza o potencial produtivo da cultura (OLIVEIRA et al., 2010).

Considerando que a produção de rúcula tem aumentado, vale ressaltar que os produtores dessa hortaliça sofrem com a falta de informações quando se trata de época de cultivo e

espaçamentos. Diante dessa situação, torna-se necessário realizar estudos no sentido de fornecer ao horticultor informações quanto ao espaçamento e época de cultivo mais adequados à cultura, visando maior produção e qualidade do produto.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a possibilidade de cultivar rúcula ao longo do ano e determinar o espaçamento mais adequado entre plantas e entre linhas.

## 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

### 1.2.1 Produção de hortaliças e considerações gerais sobre a cultura da rúcula

Uma das principais atividades econômicas em destaque no Brasil é o cultivo de hortaliças. O Estado do Paraná possui uma vasta extensão territorial o que permite que sejam produzidas diversas variedades de culturas. A região paranaense que mais produz oleráceas é a Região Metropolitana de Curitiba com cerca de 34% da produção estadual. Em destaque também estão as regiões de Apucarana, Ponta Grossa, Londrina, Guarapuava, Maringá, Foz do Iguaçu entre outras. Segundo a EMATER (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) no Paraná existem cerca de 48.000 produtores de oleráceas, em que cada produtor em média, trabalha com 4 ou 5 culturas (SEAB/DERAL, 2012).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010 a produção de hortaliças no Brasil alcançou 19,3 milhões de toneladas. E segundo a CEASA/PR (Centrais de Abastecimento do Paraná) o volume de hortaliças folhosas comercializadas em junho/2011 foi de 4.948,80 toneladas, variando -12,60% para junho/2012 em que se produziu 4.325,48 toneladas.

Dentre as hortaliças folhosas, destaca-se a rúcula, que nos últimos anos vem conquistando espaço no mercado, pelos preços atrativos que tem incentivado a sua produção (MEDEIROS et al., 2007). Originária da região do mediterrâneo da Europa e da Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2008), a rúcula pertence à família Brassicaceae, e existem três espécies utilizadas no consumo humano: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) *Diplotaxis muralis* (L.) ambas perenes e a *Eruca sativa* (M.), que possui ciclo de crescimento anual (PADULOSI e PIGNONE, 1997).

A rúcula é uma hortaliça folhosa herbácea de porte baixo, possuindo normalmente altura de 15 a 20 cm, cujas folhas são de coloração verde, espessas, de formato recortadas e compridas (TRANI et al., 1992; MINAMI e TESSARIOLI NETO, 1998). Rica em vitaminas A e C, proteínas, carboidratos e sais minerais a rúcula se destaca pelas suas propriedades

medicinais, tais como diurética, digestiva e anti-inflamatória, atuando também na prevenção de algumas doenças (REGHIN et al., 2005; MEDEIROS et al., 2007;).

Em sua composição nutricional para cada 100 g de matéria fresca, há em média, 91,7 g de água; 2,58 g de proteínas; 3,65 g de carboidratos; 1,6 g de fibras; 160 mg de cálcio; 1,46 mg de ferro; 47 mg de magnésio; 52 mg de fósforo; 369 mg potássio; 27 mg de sódio; 0,47 mg de zinco; 15 mg de vitamina C; 119 µg de vitamina A; 0,073 mg de vitamina B6; 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina e 0,437 mg de ácido pantotênico (USDA, 2012). E segundo Harder et al. (2005) na Índia as sementes são utilizadas como fonte de óleo e na fitoterapia tradicional com vários propósitos.

Suas folhas são apreciadas na forma de salada (COSTA et al., 2011), e seu sabor é caracterizado pela pungência, sendo utilizada na culinária junto às folhas mais suaves como a alface. A rúcula pode ser consumida de forma refogada servindo também de complemento às refeições devido a seu sabor forte, picante e amargo (MOURA et al., 2008; GRANJEIRO et al., 2011).

Entretanto, o mercado é exigente quanto às características do produto, e para atender a essas exigências, é necessário seguir um padrão de comercialização, que envolve folhas verdes, frescas e bem desenvolvidas apresentando de 15 a 20 cm de altura, aceitando uma variação de 10% em torno dessa medida. No entanto, não se deve tomar esse padrão como único, visto que o mercado é muito variável quanto à preferência pelo tamanho das folhas (TRANI et al., 1994; MINAMI e TESSARIOLO NETO, 1998).

Com relação à semeadura, pode ser feita em bandejas com posterior transplântio das mudas ou diretamente em canteiros definitivos. Na semeadura direta é difícil obter um estande uniforme devido à falta de padronização do número de plântulas por cova, além das condições desuniformes do solo, impacto das gotas de chuva e temperaturas extremas que influenciam na emergência das plântulas (MINAMI e TESSARIOLI NETO, 1998; FILGUEIRA, 2008; REGHIN et al. 2005; PURQUERIO et al., 2007).

Quanto ao crescimento, a cultura da rúcula apresenta ciclo de 40 a 60 dias dependendo da espécie e das condições de ambiente, antecipando ou atrasando o ponto de colheita. O período de produção economicamente viável ocorre da emergência das plântulas até a iniciação floral, podendo ser comercializada na forma de maços ou embalada (PURQUERIO et al., 2007; LINHARES et al., 2011). Segundo Costa et al. (2011) o ponto ótimo de desenvolvimento vegetativo com características adequadas para comercialização ocorre aos 37 dias, após esse período as folhas tornam-se impróprias ao consumo, pois perdem qualidade ao adquirem aspecto fibroso.

A fase de desenvolvimento se encerra no estágio reprodutivo aos 110 e 130 dias após a semeadura com início da colheita das sementes (MINAMI e TESSARIOLO NETO, 1998).

Segundo Filgueira (2008), a rúcula desenvolve-se adequadamente em condições de clima ameno, sob temperaturas de 15 a 18 °C, consideradas por Trani et al. (1992) ideais para o desenvolvimento e a produção de folhas grandes e tenras. Porém, tem sido semeada ao longo do ano em várias regiões (FILGUEIRA, 2008).

Com relação à necessidade hídrica, a rúcula é uma cultura extremamente sensível principalmente em sua fase inicial de desenvolvimento, pois o excesso de umidade pode favorecer a incidência de doenças causadas por fungos, como exemplo o *Damping off* (TRANI et al., 1992; PIMPINI e ENZO, 1997). Portanto, o manejo inadequado da irrigação, também pode limitar o crescimento e o desenvolvimento da cultura, reduzindo a produtividade em condições de excesso de água, ao passo que o déficit hídrico também pode afetar a produção da hortaliça (TRANI et al., 1992; PIMPINI e ENZO, 1997).

Allen et al. (1998) e Marouelli et al. (1996) ressaltam que embora existam diversas publicações a respeito da necessidade de água das culturas e técnicas de manejo de irrigação, muitos dos produtores de hortaliças no Brasil não empregam o manejo de irrigação de forma adequada e desconhecem os prejuízos advindos da falta de controle da irrigação. Com o intuito de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do produto e, simultaneamente, minimizar os gastos com água e energia, além de reduzir condições favoráveis à ocorrência de pragas e doenças, Marouelli et al. (2010) sugerem o emprego de técnicas apropriadas para o manejo de irrigação. Segundo os mesmos autores, é possível empregar um manejo simplificado de irrigação baseando-se nos coeficientes de cultura (Kc) para o cálculo da evapotranspiração da cultura, conforme a hortaliça estudada e a sua fase de desenvolvimento. Com base nas informações obtidas para a cultura da rúcula, esta é dividida em quatro fases de desenvolvimento, com seus respectivos Kc: Inicial (0,70); Vegetativa (0,85); Produção (1,05); Pré-colheita (0,95).

Marouelli et al. (2010) sugerem ainda, que as hortaliças requerem cuidados especiais quando se trata de manejo de irrigação nas fases iniciais do desenvolvimento da planta. Diante disso, os autores ressaltam que a semeadura ou transplante devem ser feitos em solo previamente umedecido, de modo que as irrigações devem ser frequentes e de baixa intensidade a fim de elevar a umidade do solo à capacidade de campo até a profundidade de 20 a 30 cm. Entretanto, para algumas culturas, as informações sobre manejo de irrigação são escassas, de modo que na falta de informações específicas sobre a lâmina de água, podem ser

aplicados cerca de 10 mm para solos de textura grossa, 20-30 mm para solos médios e 30-50 mm para os de textura fina.

### 1.2.2 Espaçamento e densidade de plantas

Várias estratégias sobre o manejo de plantas vêm sendo estudadas com o intuito de fornecer subsídios aos sistemas de produção, buscando melhorar as práticas de cultivo, como por exemplo o emprego adequado dos espaçamentos no cultivo de hortaliças (FILGUEIRA, 2008; LIMA et al., 2007).

A carência de informações a respeito do espaçamento mais adequado no cultivo de hortaliças tem incentivado o desenvolvimento de várias propostas com relação a essa prática. O intuito de trabalhar com espaçamentos adequados é com relação à distribuição uniforme das plantas na área de cultivo, permitindo explorar com maior eficiência os elementos disponíveis no ambiente, tais como água, luz e nutrientes (PURQUERIO et al., 2007; MONDIN et al., 1989).

De acordo com Silva et al. (2000), o efeito do espaçamento é refletido nas características fisiológicas e morfológicas da planta. Oliveira et al. (2010), completam que o crescimento do vegetal depende do máximo aproveitamento dos fatores de crescimento, potencializando a produção final além de contribuir para a qualidade do produto.

Para o sistema convencional de cultivo de rúcula a campo com semeadura direta, em canteiros, recomenda-se trabalhar com espaçamentos entre linhas de 0,20 a 0,30 m e espaçamentos entre plantas de 0,05 a 0,10 m (TRANI et al., 1992; FILGUEIRA, 2008). Takaoka e Minami (1984) ainda sugerem que os espaçamentos entre linhas mais vantajosos para as plantas de rúcula são de 0,15, 0,20 e 0,25 m.

O efeito de espaçamentos entre plantas no cultivo de rúcula, estudado por Purquerio et al. (2007), mostraram que o menor espaçamento promoveu maior competição e pior desenvolvimento da planta.

No entanto, o emprego de espaçamentos mais adensados contribui para o aumento da produtividade, pois segundo Castoldi et al. (2009) a competição por luz, água e nutrientes podem refletir em maior altura das plantas, entre outras características. Essa afirmação corrobora com o resultado obtido por Pegado et al. (2004) que observaram para espaçamento de 0,05 x 0,10 m maior produção de rúcula, quando comparado ao espaçamento 0,10 x 0,10 m, resultados que podem ser justificados pelo maior número de plantas por área.

Também Mondin et al. (1989) afirmam que a redução do espaçamento, dentro de certos limites, pode ser benéfica ao desenvolvimento da planta, deixando de contribuir a partir do momento em que ocorre competição entre as plantas.

### 1.2.3 Épocas de cultivo

A adaptação das espécies de importância econômica às condições do ambiente tem demonstrado que a época de cultivo vem sendo considerada como um aspecto tecnológico para o êxito da produção, uma vez que para cada espécie existe uma condição climática ideal para o seu desenvolvimento (FREITAS et al., 2009). Filgueira (2008) sugere que o avanço de novas tecnologias, como o melhoramento genético tem propiciado o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes, principalmente para regiões de climas mais quentes, possibilitando realizar cultivo durante o ano todo.

Segundo Martins et al. (1999), o sucesso da produção esta intimamente relacionada com as práticas de manejo, dentre elas a época de semeadura associada à região de adaptação da cultura. Ainda Pôrto et al. (2012) afirmam que as condições climáticas de uma determinada estação do ano pode variar dependendo da região de cultivo devido às diferenças de latitude, altitude, umidade relativa do ar, temperatura do ar e a intensidade e duração do período de luminosidade.

Desse modo, o maior desafio da agricultura é garantir produção por períodos prolongados, o que depende de um bom planejamento. Reghin et al. (2005) complementam que em determinadas épocas do ano torna-se inviável a produção de hortaliças, devido aos períodos chuvosos e à elevada temperatura do ar, que podem reduzir o rendimento e a qualidade.

Com relação à rúcula, Trani et al. (1992) comentam que as condições ideais ao desenvolvimento da cultura com produção de folhas grandes e tenras ocorrem entre os meses de março a julho (outono/inverno), com temperaturas do ar variando entre 15 a 18°C. Entretanto, Nascimento (2000) destaca as diferenças marcantes entre espécies e entre cultivares, quanto a sua adaptabilidade ao meio.

### 1.2.4 Análise de Crescimento

O sucesso da produção de uma cultura é resultante da interação planta-solo-ambiente (PEREIRA e MACHADO, 1987), bem como práticas de manejo que são empregadas em seu cultivo. Diante disso, um dos métodos mais empregados para se avaliar o efeito do manejo

sobre as plantas é análise de crescimento, que contribui com informações fundamentais sobre o desenvolvimento da cultura, pois descrevem mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro de rendimento (URCHEI et al., 2000).

A dinâmica do crescimento vegetal pode ser acompanhada através de equações matemáticas, que são utilizadas para quantificar a produção vegetal, permitindo avaliar a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento final das plantas. A principal vantagem está na obtenção de informações a intervalos regulares, sem a necessidade de laboratórios e/ou equipamentos sofisticados, uma vez que a informação necessária para se procederem às análises, são a massa da matéria seca (fitomassa) da planta e a dimensão do aparelho fotossintetizante (área foliar) (BENINCASA, 2003).

Segundo Benincasa (2003), a análise de crescimento tem sido usada por muitos pesquisadores que objetivam estudar as diferenças no crescimento de plantas de ordem genética ou pela influência de fatores ambientais. Kvet et al. (1971) complementam que a análise de crescimento pode ser utilizada para avaliar a capacidade produtiva de diferentes genótipos, a competição interespecífica, adaptação ecológica das plantas a diferentes ambientes, além dos efeitos do sistema de manejo.

De acordo com Cardoso et al. (1987), a análise de crescimento é um método que segue a dinâmica da produção fotossintética e que busca compreender a influência do meio sobre as atividades fisiológicas e morfológicas da planta além do seu rendimento. Pode, ainda, por meio dos processos fotossintéticos, determinar a produção líquida das plantas como resultado do desempenho do sistema assimilatório durante determinado período de tempo. Benincasa (2003) sugere, ainda, que 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, durante a fase de crescimento é resultante da atividade fotossintética e o restante da absorção de nutrientes.

Através do conhecimento da acumulação de biomassa seca e área foliar durante o ciclo de desenvolvimento da cultura é possível estimar alguns parâmetros fisiológicos, dentre os quais a taxa de crescimento relativo, taxa de crescimento absoluto, taxa de assimilação líquida, razão de área foliar e área foliar específica.

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente (BENINCASA, 2003 e PEREIRA e MACHADO 1987). Ainda segundo Reis e Muller (1979) a TCR é utilizada na avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente. Este parâmetro expressa o incremento na massa de matéria seca, em um intervalo de tempo entre as amostragens.

Com relação à taxa de crescimento absoluto (TCA) é a variação da massa da matéria seca em duas amostras consecutivas tomadas nos tempos T1 e T2, ou seja, é o ganho de matéria seca de uma planta sem levar em consideração o material inicial existente que deu origem a esse ganho. Indica a variação de crescimento em um determinado intervalo de tempo ou um incremento de matéria seca neste intervalo de tempo. A TCA indica a velocidade média de crescimento da planta (g por dia ou semana) ao longo do período de avaliação.

A taxa de assimilação líquida TAL, expressa à fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida pela área foliar no intervalo entre duas amostragens. Outros órgãos fotossintéticos, além das folhas, podem ser levados em consideração para o cálculo da TAL que reflete a capacidade da planta em aumentar sua fitomassa em função de sua superfície assimilatória, em determinado intervalo de tempo. Esse parâmetro sofre variações com o decorrer do ciclo da cultura, pois pode aumentar no início do crescimento da planta e reduzir à medida que a planta cresce em função do autossombreamento (BENINCASA, 2003). Pereira e Machado (1987) ressaltam que a TAL representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido pela respiração e indica a eficiência de uma planta na produção de matéria seca.

Em relação à razão de área foliar, esta expressa a área foliar útil utilizada pela planta para realizar fotossíntese, pois é a relação entre área foliar e o que a planta produz de matéria seca. A RAF reduz enquanto a planta cresce, em função do autossombreamento, com a tendência da diminuição da área foliar útil ou fotossinteticamente ativa (responde pela interceptação da radiação luminosa e captação do CO<sub>2</sub> na fotossíntese), para a produção de matéria seca. A razão de área foliar varia com a área foliar específica (AFE) e a Razão de massa de folha (RMF). Assim, qualquer variação em um deles, ou nos dois, implicará em alterações na RAF.

Enquanto isso, a área foliar específica é o componente morfológico e anatômico da RAF (BENINCASA, 2003), e segundo Kvet et al. (1971) a área foliar específica reflete a espessura da folha e a proporção relativa da assimilação e condutividade ou funcionamento dos tecidos foliares. A superfície é o componente morfológico e a fitomassa é o componente anatômico, pois está relacionado com a composição interna formada pelo número e/ou tamanho de células do mesófilo foliar.

De maneira complementar, Benincasa (2003) sugere, ainda, que as informações obtidas através da análise de crescimento permitem avaliar os processos fisiológicos, os quais podem ser utilizados na tentativa de explicar e compreender o desenvolvimento das comunidades vegetais.

### 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. p. 301. **Irrigation and Drainage**. Paper, 56.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2. ed. Jaboticabal, Brasil, 2003. p. 41.

CARDOSO, M. J.; FONTES, L. A. N.; LOPES, N. F., GALVÃO, J. D. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.191, p. 71-89, 1987.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H C. de. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MENDONÇA, J. L. de. Influência do espaçamento entre plantas em características agronômicas de dois genótipos de soja-hortaliça de ciclo tardio em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 61-66, 2009.

COSTA, C. M. F. da.; SEABRA JÚNIOR, S. ARRUDA, G. R. de.; SOUZA, S. B. S. de. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina**, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008.

FREITAS, K. K. C. de.; NETO, F. B.; GRANJEIRO, L. da. C.; LIMA, J. S. S. de.; MOURA, K. H. S. Desempenho agronômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 449-454, 2009.

GRANJEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L. de.; NEGREIROS, M. Z. de.; MARROCOS, S. de. T. P.; LUCENA, R. R. M. de.; OLIVEIRA, R. A. de. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n.1, p.11-16, 2011.

HARDER, W. C.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. do. C. Produção e renda bruta de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) ‘cultivada’ e de almeirão (*Cichoriu mintybus* L.) ‘amarelo’ em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 775-785, 2005.

KVĚT, J.; ONDOCK, J. P.; NEČAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: ŠESTÁK, Z.; ČATSKÝ, J.; JAVIS, P.G. (Ed.). **Plant photosynthetic production: Manual of methods**. The Hague: 1971. p.341-391.

LIMA, S. S. J. da.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z. de.; FREITAS, K. K. C. de.; BARROS JÚNIOR, A. P. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n. 4, p. 407-413, 2007.

LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; BEZERRA, A. K. de. H.; PEREIRA, M. F. S.; PAZ, A. E. S. da. Rendimento de cultivares de rúcula adubado com diferentes doses de *Merremia aegyptia* L. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 07-12, 2011.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da.; SILVA, W. L. C. **Procedimento simplificado para o manejo de água em hortaliças irrigadas por aspersão**. Embrapa, 2010.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5.ed. Brasília : EMBRAPA, SPI, 1996. p.72.

MARTINS, M. C.; CAMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZI, P. Épocas de semeadura, densidade de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MEDEIROS, M. C. L. DE.; MEDEIROS, D. C. DE.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 85-89, 2007.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. p. 19.

MONDIN, M.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, J. R.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência de espaçamentos, métodos de plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.). **Ciência e Prática**, v. 13, n. 2, p.185-194, 1989.

MOURA, K. K. C. de. F.; NETO, F. B.; PONTES, F. S. T.; LIMA, J. S. S. de.; MOURA, K. H. S.; Avaliação econômica de rúcula sob diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p.113-118, 2008.

NASCIMENTO, W. M. Temperatura x germinação. **Seed news**, Barreiras, BA, v. 4, n. 4, p. 44-45, 2000.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SILVA, D. F.; SANTOS, R. R.; SILVA, N. V. Produção do maxixeiro em função de espaçamentos entre fileiras e entre plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 344-347, 2010.

PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: a Mediterranean crop for the world**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p. 101.

PEGADO, D. S. GUSMÃO, S. A. L. de.; SILVESTRE, W. V. D.; LOPES, P. R. de. A.; GUSMÃO, M. T. A. de.; SILVA, C. L. P. da.; FERREIRA, S. G.; SANTANA, L. F. da S. Densidade de plantio de rúcula, em sistemas de cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, 2004. Suplemento 2. CD-ROM. (Trabalho apresentado no 44<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Olericultura, 2004).

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo. 1987. 33p. (IAC Boletim técnico nº 114).

PIMPINI, F.; ENZO, M. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: PADULOSI, S, PIGNONE, D. (eds.) **Rocket: a Mediterranean crop for the world**. International Plant Genetic Resource Institute, Rome, 1997. p. 51-66.

PÔRTO, D. R. de. Q.; CECILIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S. da. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve-flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012.

PURQUEIRO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R.; JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 953-959, 2005.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas. Mensuração do crescimento**. Belém, CPATU, 1979. p. 35.

SEAB/DERAL. Secretária da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de economia rural. **Olericultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. 2012/2013. disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura\\_2012\\_13.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2012_13.pdf). Acesso em 12 julho. 2013.

SILVA, V. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; PEDROSA, J. F. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p.183-187, 2000.

TAKAOKA, M.; MINAMI, K. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a produção de rúcula (*Eruca sativa* L.). **O Solo**, v. 76, n. 2, p. 51 -55,1984.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Boletim técnico do Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. p.8. (Instituto Agrônomo, n. 146).

TRANI, P. E.; GRANJA, N. P.; BASSO, L. C.; DIAS, D. C. F. S.; MINAMI, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetada por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 25-29, 1994.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

USDA. **National Nutrient Data base for Standard Referencie. Release 25 (October 2012)**. Disponível em:<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3551>. Acesso 04 de nov. 2012. vegetais. Campinas, SP: Instituto Agrônomo. 1987. 33p. (IAC Boletim técnico nº 114)

## **CAPÍTULO 2**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO NA CULTURA DE RÚCULA (*Eruca sativa* Miller) cv.  
BELLA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE CULTIVO**

## ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE RÚCULA CV. BELLA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE CULTIVO

**RESUMO.** O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento de rúcula cv. Bella sob diferentes espaçamentos e épocas de cultivo. O experimento foi conduzido nas épocas de primavera/2011, outono e inverno/2012. O delineamento experimental foi de blocos casualizados completos, em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. O primeiro fator constituiu-se de três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e o segundo fator de dois espaçamentos entre plantas (0,05 e 0,10 m). Durante o experimento foram realizadas cinco coletas de plantas para avaliação de massa seca e área foliar, utilizadas na obtenção da taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar e área foliar específica. No espaçamento entre plantas de 0,10 m e entre linhas de 0,25 e 0,30 m as plantas apresentaram maiores taxas de crescimento. A cultivar Bella mostrou-se adaptada ao cultivo de primavera, embora as condições do ambiente, na época de outono e inverno, também tenham contribuído para o crescimento das plantas.

**Palavras-chave:** *Eruca sativa* M., práticas de manejo, hortaliça, índices fisiológicos.

## GROWTH ANALYSIS OF ARUGULA CV. BELLA AT DIFFERENT SPACING AND GROWING SEASONS

**ABSTRACT.** The aim of this academic work is estimate the arugula's growth cv. Bella in different spacing and growing seasons. The experiments were led by the spring 2011 and autumn and winter 2012. The experimental delineation used was a randomized block with four replications in a 3x2 factorial arrangement. The first factor consisted in three row spacings (0.20; 0.25 and 0.30m) and the second factor of two row spacings (0.05 and 0.10m). Throughout the experiment were performed five plants collections for assessment of dry mass and leaf area used to obtain absolute and relative growth rates, net assimilation rate, leaf area ratio and specific leaf area. In the plants spacings of 0.10m and between row of 0.24 and 0.30m the plants presented higher growth rates. The Bella cultivar was adapted to the spring cultivation, although the time conditions in the autumn and winter have also contributed to the plants growing.

**KEY WORDS:** *Eruca sativa* M.; management practices; vegetable; physiological indexes.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Miller) é uma hortaliça folhosa originária do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental, sendo introduzida no Brasil pelos imigrantes italianos (REGHIN et al., 2005), a qual passou a ser cultivada em diversas regiões. Além da sua importância econômica, a expansão no seu cultivo também pode ser atribuída às propriedades nutritivas, essenciais e indispensáveis na alimentação, bem como aos preços atrativos, que têm se mostrado mais elevado que os de outras folhosas (MEDEIROS et al., 2007; GRANJEIRO et al., 2011; PIRES et al., 2012).

Dentre os diversos fatores que afetam o desempenho produtivo de uma cultura, as práticas de manejo, tais como o emprego de espaçamentos entre plantas e entre linhas e as épocas de cultivo têm sido alvos constantes de pesquisas, uma vez que estes podem limitar a produção e a qualidade da hortaliça, deixando de conferir ao produtor rentabilidade esperada para o produto.

Para o cultivo de plantas de rúcula, Takaoka e Minami (1984) afirmam que os espaçamentos entre linhas mais vantajosos variam entre 0,15; 0,20 e 0,25 m, ao passo que Filgueira (2008) sugere uma distância entre linhas de 0,20 e 0,30 m e de 0,05 m entre plantas. Lima et al. (2007) complementam que a população ideal de plantas é aquela considerada suficiente para atingir o índice de área foliar, a fim de interceptar o máximo de radiação solar útil à fotossíntese, maximizando a produção de massa seca da planta.

Assim como os demais cultivos, as plantas de rúcula respondem aos efeitos causados pelos espaçamentos utilizados, ao passo que estes influenciam o crescimento, desenvolvimento, qualidade, arquitetura das plantas, bem como a produção que tende a aumentar à medida que se aumenta a população de plantas por unidade de área.

Outro aspecto relevante diz respeito ao desempenho produtivo da rúcula, são as épocas de cultivo que influenciam as atividades fisiológicas e morfológicas do vegetal, uma vez que para cada cultura há uma época considerada ideal para seu cultivo (FREITAS et al., 2009). Embora existam recomendações de que a rúcula possa ser semeada o ano todo, a produção de folhas grandes e tenras é favorecida por temperaturas amenas (MAIA et al., 2006), entre 15 a 18°C (TRANI et al., 1992). A elevada temperatura inviabiliza o seu cultivo, devido à antecipação da fase reprodutiva com emissão prematura do pendão floral (FILGUEIRA, 2008).

Com o intuito de avaliar a influência das práticas de manejo, o presente trabalho teve por objetivo estudar o crescimento e desenvolvimento de rúcula através da análise de crescimento cv. ‘Bella’ em diferentes espaçamentos entre plantas e entre linhas e épocas de cultivo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em três épocas de cultivo de outubro/2011 a dezembro/2011 (Primavera), maio/2012 a junho/2012 (Outono) e julho/2012 a setembro/2012 (Inverno). O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon-PR, (latitude 24° 33’S, longitude 54° 31’W e altitude de 420 metros). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Cfa, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para a caracterização química do solo na área experimental, foi realizada análise química do solo a partir de uma amostra composta retirada na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 1) e a adubação foi realizada com base na análise de solo e nas recomendações propostas por Trani e Azevedo Filho (1997). Para a adubação mineral de cobertura aplicou-se, ao longo da linha de cultivo, 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia, parcelando aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plantas (TRANI e AZEVEDO FILHO, 1997).

Tabela 2.1 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm do solo. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012

Época	MO	P	PHCaCl <sub>2</sub>	H+Al	AL <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	0,01mol l <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							
Primavera	23,24	30,93	5,75	3,87	0,00	2,03	8,13	2,92	13,08	16,95	77,17
Outono	19,14	233,50	4,97	5,66	0,00	1,36	5,44	2,06	8,86	14,52	61,02
Inverno	21,19	222,65	5,36	4,50	0,00	1,34	6,24	2,43	10,01	14,51	68,99

\* Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Unioeste.

Na época de verão, em virtude das temperaturas elevadas, não foi possível realizar a análise de crescimento devido ao número reduzido de plantas nas parcelas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e dois espaçamentos entre plantas (0,05 e 0,10 m). Cada bloco foi constituído de seis parcelas, com quatro linhas de

cultivo. As parcelas apresentaram áreas de 2,40 m<sup>2</sup> e 4,80 m<sup>2</sup>, conforme a combinação dos espaçamentos entre plantas 0,05 e 0,10 m, respectivamente. A cultivar de rúcula utilizada foi ‘Bella’, que apresenta folhas alongadas, recortadas de coloração verde médio e sabor levemente picante e ciclo de 40 a 50 dias.

A semeadura foi realizada diretamente em canteiros, nos dias 21/10/2011, 04/05/2012 e 18/07/2012. As parcelas que constaram de espaçamentos entre plantas e entre linhas de 0,05 x 0,20 cm; 0,05 x 0,25cm; 0,05 x 0,30 cm; 0,10 x 0,20 cm; 0,10 x 0,25 cm; 0,10 x 0,30 cm apresentaram 100, 80, 66, 50, 40 e 33 plantas por metro quadrado, respectivamente. O desbaste foi feito quando 50% das plantas apresentavam 0,05 m de altura, deixando-se apenas uma planta nos espaçamentos pré-estabelecidos, nos dias 04/11/2011 (primavera), 22/05/2012 (outono) e 06/08/2012 (inverno).

A medida diária do poder evaporante do ar à sombra foi realizada com o auxílio de um evaporímetro de Piche (ETpi) instalado dentro de um abrigo, a 1,5 m, situado na mesma área em que foi desenvolvido o experimento, e as leituras realizadas diariamente às 09:00 horas. Este equipamento consiste de um tubo de vidro calibrado e fechado numa das extremidades, com comprimento de 350 mm; um diâmetro externo de 15 mm; escala em 300 divisões que corresponde à décimo de milímetro de altura de água evaporada; o diâmetro do disco de papel tem aproximadamente 30 mm. O tubo é cheio de água destilada, fechado com um papel de filtro circular e preso com uma mola. O papel umedecido evapora, baixando o nível de água dentro do tubo. Medidas consecutivas permitem calcular a evaporação no período desejado, um dia no caso específico deste trabalho.

A evapotranspiração potencial (ETPi) pode ser estimada a partir das medidas tomadas em Evaporímetro de Piché (Pi) de acordo com o que sugeriram Villa Nova e Ometto em 1981 (Pereira et al., 2002) pela seguinte equação:

$$ETPi = 0,28 \times Pi \div (1 - w) \quad (1)$$

Em que:

ETPi = Evapotranspiração potencial

Pi = Evaporímetro de Piché

“w” = Termo que pode ser estimado a partir de valores de temperatura do ar (t) de acordo com as seguintes equações:

$$w = 0,407 \times 0,0145 \times T \text{ quando } T < 16,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$w = 0,483 \times 0,01 \times T < T \text{ quando } 32,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

A Evapotranspiração da cultura (ETC) foi estimada por meio da seguinte equação:

$$ETC = Kc \times ETPi \quad (4)$$

Em que:

Kc = coeficiente da cultura

ETPi = Evapotranspiração potencial

O coeficiente da cultura da rúcula (Kc) foi estimado pelos valores da fase: Inicial (0,70); Vegetativa (0,85); Produção (1,05); Pré-colheita (0,95).

A irrigação foi realizada por micro aspersão, com turno de rega diária parcelada em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água em média de 4,85 mm por dia, baseando-se em cálculo da capacidade evaporativa do ar (perda diária de água) através de dados obtidos pelo evaporímetro de Piche e pelo coeficiente da cultura (Kc).

O controle de plantas daninhas como tiririca (*Cyperus rotundus*), caruru (*Amaranthus viridis* L), picão-preto (*Bidens pilosa*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) foi realizado através de capinas manuais. Para o controle da lagarta curuquerê da couve (*Ascia monuste*) foi aplicado o Dipel<sup>®</sup> (produto biológico constituído de esporos e toxinas da bactéria (*Bacillus thuringiensis*) na dose de 10 mL para 1 L de água. Como medida de controle da larva de idiamin (*Lagria villosa*) foi aplicado o inseticida Decis 25<sup>®</sup> na dose de 1mL para 1L de água.

Na avaliação dos elementos meteorológicos foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar (UR) e totais de precipitação pluvial na Estação Meteorológica Automática (A820) da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná de Marechal Cândido Rondon.

No decorrer do experimento, foram realizadas cinco coletas de plantas, no dia do desbaste (0), 7, 14, 21 e 28 DAD (dias após o desbaste). Na avaliação realizada no dia do desbaste colheram-se oito plantas, enquanto que para as demais foram colhidas quatro plantas por parcela experimental, mantendo-se sempre uma bordadura simples.

Após coletadas, as plantas foram levadas para o laboratório, lavadas em água corrente para retirada de impurezas e seccionadas em diferentes partes para a determinação da massa seca das folhas (folhas e pecíolos) e total (folhas, raízes e pecíolos). Para tanto, essas partes foram

secas em estufa de circulação forçada de ar  $65^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ , até atingir massa constante e a pesagem foi feita em balança analítica com precisão de 0,01g.

Para quantificação da área foliar ( $AF \text{ dm}^2$ ), se utilizou o método de amostragem de acordo com a metodologia de BENINCASA (2003). A área foliar total foi feita a partir de discos foliares de área conhecida. Posteriormente o material foi seco em estufa obtendo-se assim a massa seca de amostra ( $MS \text{ amostra}$ ) e também a massa seca de folhas ( $MSF$ ). Dessa forma, obteve-se a área foliar total por meio da seguinte equação:

$$AF = [(AF \text{ amostra} \times MSF) / MS \text{ amostra}] \quad (5)$$

Em que:

$AF$  = área foliar ( $\text{dm}^2$ )

$AF_{\text{amostra}}$  = área foliar da amostra ( $\text{dm}^2$ )

$MSF$  = massa seca das folhas (g)

$MS_{\text{amostra}}$  = massa seca de amostra (g)

Na determinação dos parâmetros relativos à análise de crescimento foram calculadas as taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE).

Para o cálculo dos parâmetros relativos à análise de crescimento, as médias de área foliar, massa seca das folhas, massa seca total foram ajustados em uma equação exponencial quadrática, que melhor representou o crescimento das plantas, em função do tempo (DAD), para os diferentes espaçamentos entre plantas e entre linhas e épocas de cultivo. Para tanto, a partir dos dados de massa seca e área foliar ajustado, foram calculadas com base nas especificações de Benincasa (2003) a taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE).

$$TCA = (MS_2 - MS_1) / (T_2 - T_1) \quad (5)$$

$$TCR = (\ln MS_2 - \ln MS_1) / (T_2 - T_1) \quad (6)$$

$$TAL = [(MS_2 - MS_1) / (AF_2 - AF_1)] * [(\ln AF_2 - \ln AF_1) / (T_2 - T_1)] \quad (7)$$

$$RAF = (AF_1 / MS_1) \quad (8)$$

$$AFE = (AF_1 - MSF) \quad (9)$$

Em que:

TCA = taxa crescimento absoluto (g por dia)

TCR = taxa crescimento relativo ( $\text{g g}^{-1}$  por dia)

TAL = taxa assimilação líquida ( $\text{g dm}^2 \text{g}^{-1}$ )

RAF = razão de área foliar ( $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ )

AFE = área foliar específica ( $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ )

$\text{MS}_1$  = massa seca total da planta na amostragem anterior (g)

$\text{MS}_2$  = massa seca total da planta na amostragem subsequente (g)

$T_2 - T_1$  = intervalo de tempo entre duas amostragens (g)

$\text{AF}_1$  = área foliar da planta na amostragem anterior ( $\text{dm}^2$ )

$\text{AF}_2$  = área foliar da planta na amostragem subsequente ( $\text{dm}^2$ )

MSF = massa seca da folha (g)

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa SAS (2002).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de crescimento das plantas de rúcula, cv. 'Bella' apresentaram diferença significativa em função dos espaçamentos entre plantas e entre linhas nas épocas de cultivo, primavera, outono e inverno.

A área foliar (AF), massa seca foliar (MSF) e total (MST) das plantas de rúcula foram crescentes para ambos os espaçamentos entre plantas e entre linhas e épocas de cultivo estudadas (Tabela 2.2). Durante a época de primavera e inverno as plantas apresentaram maior área foliar no espaçamento entre linhas de 0,25 e 0,30 m, respectivamente, valores maiores do que aqueles verificados no espaçamento de 0,20 e para as plantas avaliadas no cultivo de outono.

Concomitantemente ao aumento da AF foi verificado maior acúmulo de MSF e MST, para os mesmos tratamentos, demonstrando haver uma relação entre variáveis estudadas durante o crescimento das plantas. Os menores valores de MSF e MST foram registrados no espaçamento de 0,20 m e para o cultivo de outono.

Tabela 2.2 - Equações de ajuste da variável massa seca total (MST - g), massa seca foliar (MSF - g) e área foliar (AF - dm<sup>2</sup>), de rúcula cv. Bella em função do tempo para espaçamento entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.

Época	Espaçamentos	AF	R <sup>2</sup>	MSF	R <sup>2</sup>	MST	R <sup>2</sup>
Primavera	Entre linhas						
	0,20	$0,03794-0,01671*x+0,008838*x^2$	0,67**	$0,26595-0,01217*x+0,0191*x^2$	0,78**	$0,31374-0,03512*x+0,021*x^2$	0,79**
	0,25	$-0,06827+0,10131*x+0,00491*x^2$	0,66**	$-0,19071+0,21001*x+0,01172*x^2$	0,65**	$-0,17558+0,20419*x+0,01296*x^2$	0,65**
	0,30	$0,26567+0,12773*x+0,01613*x^2$	0,80**	$0,30333-0,20592*x+0,0341*x^2$	0,78**	$0,33379-0,22101*x+0,03594*x^2$	0,79**
	Entre plantas						
	0,05	$0,08557-0,03157*x+0,0104*x^2$	0,65**	$0,15429-0,01672*x+0,01873*x^2$	0,71**	$0,18952+0,03447*x+0,02035*x^2$	0,72**
0,10	$0,07132+0,0251*x+0,00951*x^2$	0,77**	$0,09809+0,01133*x+0,02455*x^2$	0,77**	$0,12512+0,00015924*x+0,02625*x^2$	0,77**	
Outono	Entre linhas						
	0,20	$0,22676-0,10054*x+0,00720*x^2$	0,63**	$0,17962-0,04485*x+0,00423*x^2$	0,61**	$0,19134-0,04685*x+0,0044*x^2$	0,62**
	0,25	$0,18258-0,06446*x+0,00518*x^2$	0,60**	$0,20388-0,04532*x+0,00439*x^2$	0,84**	$0,21034-0,04524*x+0,00453*x^2$	0,85**
	0,30	$0,18648-0,05959*x+0,00489*x^2$	0,72**	$0,18103-0,02583*x+0,00322*x^2$	0,78**	$0,19272-0,02709*x+0,00336*x^2$	0,78**
	Entre plantas						
	0,05	$0,22902-0,09562*x+0,00689*x^2$	0,64**	$0,20102-0,05398*x+0,00473*x^2$	0,73**	$0,21371-0,05643*x+0,00493*x^2$	0,73**
0,10	$0,16820-0,05411*x+0,00462*x^2$	0,69**	$0,17533-0,02335*x+0,00316*x^2$	0,75**	$0,18256-0,02302*x+0,00327*x^2$	0,76**	
Inverno	Entre linhas						
	0,20	$0,47741-0,211*x+0,02137*x^2$	0,74**	$1,70085-0,91769*x+0,0623*x^2$	0,78**	$1,77956-0,94905*x+0,06475*x^2$	0,78**
	0,25	$0,72229-0,39546*x+0,0302*x^2$	0,78**	$2,09132-1,20722*x+0,07928*x^2$	0,84**	$2,19568-1,25806*x+0,08273*x^2$	0,84**
	0,30	$0,74206-0,41115*x+0,03011*x^2$	0,80**	$2,05759-1,18987*x+0,07636*x^2$	0,85**	$2,17703-1,25236*x+0,08038*x^2$	0,85**
	Entre plantas						
	0,05	$0,5562-0,2763*x+0,02302*x^2$	0,80**	$1,72869-0,94151*x+0,0625*x^2$	0,82**	$1,82353-0,98492*x+0,06541*x^2$	0,82**
0,10	$0,73831-0,40211*x+0,03144*x^2$	0,78**	$2,17115-1,26835*x+0,08279*x^2$	0,86**	$2,27798-1,3214*x+0,08649*x^2$	0,86**	

\*\*significativo pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ).

Com relação ao espaçamento entre plantas e entre linhas, bem como as condições climáticas das épocas de cultivo estudadas, exercem efeito sobre as características MST, MSF e AF das plantas de rúcula.

A MST, MSF e AF foram superiores para as plantas cultivadas no espaçamento entre plantas de 0,10 m, para a época de primavera e inverno. No outono para esses parâmetros as plantas apresentaram maiores médias no espaçamento entre plantas (0,05 m), assim como observado para o menor espaçamento entre linhas (0,20 m). Essa resposta pode estar atribuída à adaptação da cultura ao ambiente de cultivo, cujas médias das temperaturas mínima e máxima de primavera e inverno 17,7 e 15,3 °C (mínima) e 28,6 e 27,1 °C (máxima) contribuíram com o crescimento das plantas (Figura 2.1A e C), não sendo, portanto, o espaçamento considerado o fator de maior influência no desenvolvimento da cultura, mas sim o ambiente. Segundo a afirmação de Filgueira (2008), as condições de temperaturas do ar mais baixas são as ideais para o crescimento e desenvolvimento de plantas de rúcula, sendo que a temperatura do ar pode variar, entre 15 a 18°C (TRANI et al., 1992), condições ideais para o desenvolvimento e a produção de folhas grandes e tenras.

Já as temperaturas registradas na época de cultivo do outono foram inferiores, apresentando valores de temperatura média da mínima de 14,4 °C e da média da máxima de 22,6 °C (Figura 2.1B). Considerando que a temperatura mínima do ar absoluta das épocas de primavera, outono e inverno foram de 12,1, 1,5 e 5,4 °C, respectivamente (dados não apresentados), é possível justificar o efeito do ambiente na redução da MST, MSF e AF, demonstrando que as baixas temperaturas afetam o crescimento da cultivar.

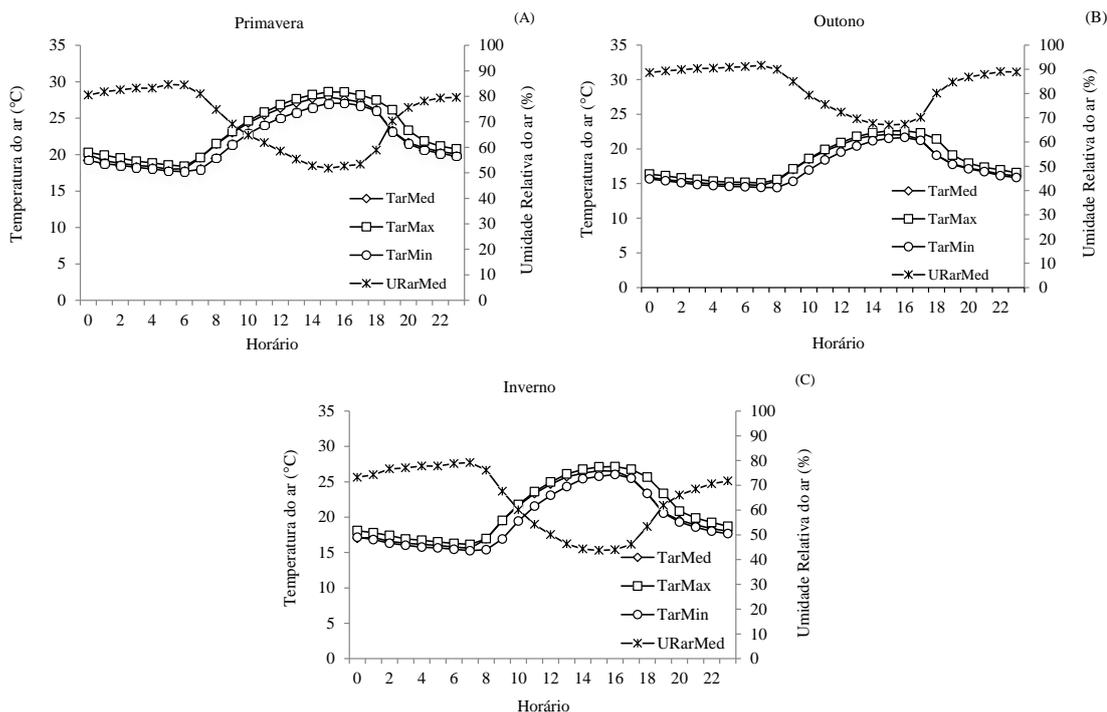


Figura 2.1 - Valores médios de temperatura do ar máxima, média e mínima e umidade relativa do ar por horário de observação nas épocas de primavera (A) /2011, outono (B) /2012 e inverno(C) /2012 na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820)

As condições de ambiente, como temperatura do ar, durante o cultivo de plantas de rúcula na primavera (17,7 e 28,6 °C) e inverno (15,3 e 27,1 °C), proporcionaram bom crescimento para a rúcula cultivar ‘Bella, sugerindo a adaptação da mesma nestas épocas de cultivo. Costa et al. (2011) também verificaram um bom crescimento de plantas de rúcula ‘Cultivada’ e a ‘Folha Larga’ em temperaturas do ar de 19,6 a 38,5 °C, adaptadas a temperaturas mais elevadas, sem ocorrer emissão prematura do pendão floral diferente do descrito por Filgueira (2008), que afirma que temperaturas mais elevadas inviabiliza o cultivo de plantas de rúcula, devido à antecipação da fase reprodutiva que promove o pendoamento. No cultivo consorciada de rúcula e alface Costa et al. (2007) verificaram que aos 14 dias após o transplântio houve dias seguidos com temperaturas máximas do ar de 34,0 a 35,6 °C, promovendo efeito negativo no desenvolvimento das plantas de rúcula, assim como sugerido por Filgueira (2008).

Temperaturas elevadas podem comprometer a produção da rúcula em função da formação de folhas menores, mais rijas, maior pungência, sabor forte, bem como, a emissão prematura do pendão floral (FILGUEIRA, 2008). Condições de ambiente térmico não observadas neste trabalho. A época de cultivo é um fator determinante na produção de hortaliças, pois a

diferença climática entre as estações influencia em todo o sistema fisiológico da planta e dependendo das condições do ambiente este pode promover alterações na respiração, abertura estomática e interceptação da radiação solar a qual está relacionada com os processos de fotorrespiração.

Embora o maior efeito sobre o crescimento das plantas de rúcula tenha sido atribuído ao ambiente, os espaçamentos também assumem importância no que diz respeito a MST, MSF e AF. Os espaçamentos entre linhas de 0,25 e 0,30 m e entre plantas de 0,10 m propiciaram maiores valores para esses parâmetros, uma vez que as práticas de manejo são fatores que exercem influência direta sobre o vegetal. Quando cultivadas em espaçamentos menores, as plantas estão sujeitas a uma menor captação de energia luminosa, e que por ser um dos principais fatores de crescimento da planta, pode limitar o desenvolvimento da mesma, assim como verificado nas plantas cultivadas nos espaçamentos entre plantas de 0,05 m e entre linhas de 0,20 m.

Em espaçamentos menos adensados, acredita-se que é possível obter melhor manejo da umidade relativa do ar e do solo, prática esta recomendada para aumentar a resistência das folhas em período pós-colheita, pois a alta umidade reduz a massa das plantas devido à rápida expansão foliar, o que a torna mais sensível e menos resistente ao período de conservação.

Em muitos casos pode haver também, um possível efeito de competição intraespecífica à medida que se aumenta a densidade populacional de plantas de rúcula, a qual se expressa por meio da redução da massa seca, assim como retratado por Minami, (1973) e Pôrto et al. (2012) em que a pressão por competição devido ao elevado número de plantas por área pode causar redução no tamanho de seus órgãos, sem reduzir o número deles, ou pode haver redução no número de órgãos sem reduzir o seu tamanho. Muito provavelmente, as plantas cultivadas no espaçamento de 0,05 m apresentaram sobreposição de folhas o que para Silva et al. (2011) é um reflexo negativo sobre a fotossíntese líquida e, conseqüentemente, no crescimento das plantas. Essas informações corroboram com Purquerio et al. (2007) que também observaram redução da área foliar de plantas de rúcula a medida que diminuiu o espaçamento entre plantas.

Resultados semelhantes foram reportados por Silva et al. (2011) que verificaram aumento significativo no número de folhas, área foliar e massa seca de folhas de repolho-roxo para o maior espaçamento entre plantas e entre linhas. Singh et al. (2006) observaram redução da área foliar de brócolos, cv. Fiesta, devida o menor espaçamento entre plantas, assim como Cecílio Filho et al. (2011) que registraram menor número de folhas por planta em decorrência do aumento da densidade populacional de plantas de repolho. A redução no número de folhas,

diâmetro do caule e na massa seca da inflorescência de plantas de couve flor, cv. Verona também foi reportado por Pôrto et al. (2012) à medida que se reduziu o espaçamento entre plantas e entre linhas.

Com relação à razão de área foliar (RAF), para as plantas cultivadas na época de primavera houve somente efeito do espaçamento entre plantas, sendo que a maior RAF foi obtida pelas plantas cultivadas no espaçamento de 0,10 m (Tabela 2.3). No espaçamento de 0,10 e 0,05 m as plantas apresentaram RAF crescente até os 18 e 15 dias após o desbaste (DAD), atingindo valores máximos de  $0,5384 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  e  $0,5201 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. Após os 18 e 15 dias do desbaste houve redução da RAF das plantas, o que pode estar relacionado com o autossombreamento que conseqüentemente reduz a área foliar útil utilizada para realizar fotossíntese, e ao aumento da competição por espaço, do sistema radicular e da parte aérea, por nutrientes e por radiação solar, respectivamente.

Tabela 2.3 - Equações de ajuste da variável razão de área foliar (RAF -  $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ ) e área foliar específica (AFE -  $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ ) de rúcula cv. Bella em função do tempo para o espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.

Época	Espaçamentos entre plantas	RAF	R <sup>2</sup>	AFE	R <sup>2</sup>
	Efeito época	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
Primavera	0,05	$0,23487+0,03181*x-0,00088668*x^2$	0,25**	$0,24684+0,0319*x-0,00086892*x^2$	0,25**
	0,10	$0,27707+0,03586*x-0,00123*x^2$	0,17**	$0,28914+0,03703*x-0,00126*x^2$	0,17**
	Efeito época	$0,60496+0,00336*x+0,00056743*x^2$	0,33**	$0,64933+0,00249*x+0,0006144*x^2$	0,32**
Outono	0,05	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,10	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	Efeito época	$0,31420+0,04761*x-0,00156*x^2$	0,19**	$0,35583+0,04849*x-0,00162*x^2$	0,18**
Inverno	0,05	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,10	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-

\*\*significativo pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ).

A influência do espaçamento entre plantas durante a primavera sobre a RAF sugere que o aumento do espaçamento de 0,05 para 0,10 m levaram as plantas a interceptarem maior radiação luminosa e maior captação de CO<sub>2</sub> durante a fotossíntese. No espaçamento de 0,10 m entre plantas, pelo menor número de plantas por unidade de área, provavelmente, houve maior captação de energia luminosa, o que contribuiu para produzir maior quantidade de matéria seca. Porém, à medida que a planta se desenvolveu a RAF diminuiu, repercutindo no crescimento e desenvolvimento das plantas, fato este que, segundo Santos Júnior et al. (2004), ocorre, dentre outros fatores, devido ao autossombreamento que compromete a capacidade fotossintética da planta em relação ao aumento da sua massa total.

Do ponto de vista econômico, a área foliar obtida para as plantas cultivadas no espaçamento 0,05 m, foi relativamente muito próxima daquela observada pelas plantas no espaçamento 0,10 m, resultado este que pode ser vantajoso, visto que o incremento populacional possibilita maior produção por área. Esses resultados corroboram com Silva et al. (2011), que no menor espaçamento entre linhas verificaram que a massa fresca da cabeça do repolho roxo diminuiu de 1,48 kg para 1,39 kg. Entretanto, observou-se um aumento de 6,772 plantas ha<sup>-1</sup>, o que para o produtor é vantajoso, já que redução da massa foi compensada pelo aumento da população de plantas de repolhos colhidos.

Com relação às plantas cultivadas no outono e inverno a RAF não foi influenciada pelos espaçamentos, mas sim pela época de cultivo, sendo que durante o inverno a RAF alcançou ponto máximo de 0,6774 dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> aos 15 DAD, reduzindo após esta data. A redução da RAF é representada pela maior taxa fotossintética da planta o que resulta em maior quantidade de dreno para síntese de fotoassimilados. A temperatura do ar pode estar relacionada com as alterações deste parâmetro por ser um fator determinante no crescimento das plantas, de modo que as condições verificadas no período do experimento foram ideais ao cultivo de plantas de rúcula resultando em redução da área útil das folhas disponível para a fotossíntese, em função do autossombreamento, decorrente do bom desenvolvimento das plantas cultivadas nesta época.

Em relação à RAF durante o cultivo de outono, foi ajustada uma equação linear, mostrando aumento crescente da área foliar. Isso demonstra que nesta época de cultivo, em função das menores temperaturas do ar, variando entre 22,6 °C (máxima) e 14,4 °C (mínima) houve atraso no crescimento das plantas de rúcula, não havendo redução da área foliar útil disponível para a fotossíntese, até a data avaliada.

A área foliar específica (AFE) que representa o espessamento foliar (Benincasa, 2003), na época de primavera, foi influenciada pelo espaçamento entre plantas, cujos valores foram

crecentes até os 18 e 15 DAD, atingindo um ponto de máximo de  $0,5612 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  e  $0,5396 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  para os espaçamentos 0,10 e 0,05 m, respectivamente.

Os resultados da AFE foram semelhantes à RAF, para os dois espaçamentos entre plantas. Essa condição pode estar relacionada pelo fato da AFE ser o componente morfológico e anatômico da RAF (BENINCASA, 2003), de modo que as variações de um podem exercer influencia sobre o outro.

A AFE observada nas plantas cultivadas no espaçamento 0,05 e 0,10 m no presente trabalho refletem as modificações nas dimensões e forma das folhas em resposta às alterações de luminosidade, a qual é considerada uma estratégia que planta adquire durante o seu crescimento, pois o aumento do sombreamento resulta em maior superfície de área foliar, sendo também mais finas quando comparadas as folhas das plantas que se expande sob condições de alta disponibilidade de radiação solar. Esses resultados estão condizentes com os de Radin et al. (2004), observaram que, em ambiente protegido ocorreu menor disponibilidade de radiação solar incidente, resultando em folhas maiores porém, mais finas.

Para as plantas cultivadas no espaçamento de 0,10 m, estas mostraram maior AFE, indicando que para esse tratamento o acúmulo de fotoassimilados nas folhas foi menor, resultando na formação de folhas mais tenras, adequadas aos consumidores, uma vez que este parâmetro de crescimento representa a relação entre a área e a fitomassa da folha e, portanto, diferenças no espessamento foliar (RADFORD, 1967).

Com o crescimento da planta a redução da AFE foi verificada em ambos os espaçamentos entre plantas, e pode-se inferir que essa resposta se deve ao acúmulo de material estrutural, ou seja, amido nos cloroplastos, resultando em aumento da espessura em detrimento à expansão foliar, que por consequência reduz a AFE. Cabe aqui ressaltar que a menor AFE também está relacionada com o envelhecimento das folhas. Charles-Edwards (1979) complementa que as oscilações de AFE durante o ciclo de crescimento da planta estão relacionadas às variações de temperatura e da radiação solar. Radin et al. (2004) verificaram que as cultivares de alface estudadas apresentaram maior AFE sob temperaturas mais elevadas e menor AFE em condições de maior disponibilidade de radiação solar.

Deste modo, visto que a planta responde ao ambiente em função das alterações de temperatura, luminosidade e também através de estratégias adquiridas à medida que esta se desenvolve, Claussen (1996) resalta que a menor AFE e RAF beneficia as plantas sob alta intensidade de luz, diminuindo a exposição dos tecidos da planta a radiação solar, além de reduzir a perda de água pela evapotranspiração e o autossombreamento das folhas inferiores pelas superiores.

Essas respostas da AFE e RAF da planta as condições de luminosidade também foram reportados por Silva et al. (2006) ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de maracujazeiro, indicando haver diferenças entre as plantas em função dos níveis de luz, ou seja, ambos parâmetros aumentaram com a elevação dos níveis de sombreamento.

Para outono e inverno foi verificado somente efeito de época na AFE. Na época de outono, a AFE foi crescente em função do tempo, enquanto no inverno foi alcançado um ponto de máximo de  $0,7186 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  aos 15 DAD. Nota-se que quando comparada a época de primavera e inverno, as plantas apresentaram maior AFE durante a época outono, que segundo Strassburger et al. (2011) se deve possivelmente, à redução da radiação solar que influencia a expansão foliar, uma vez que a luminosidade é o fator de maior influência sobre este parâmetro de crescimento.

A radiação solar observada durante o período experimental esta em conformidade como o descrito por Strassburger et al. (2011). Em termos de valores médios diários de radiação solar global observada para primavera foi de  $23,36 \text{ MJ m}^{-2}$ , outono de  $11,29 \text{ MJ m}^{-2}$  e inverno de  $15,40 \text{ MJ m}^{-2}$ .

No cultivo de inverno, os resultados de AFE foram semelhantes à RAF. Na fase inicial do desenvolvimento das plantas, Ho (1984) sugere que as folhas novas são utilizadas como drenos de fotoassimilados, até o momento em que as mesmas passam a exportar o carbono para outras partes da planta, justificando o aumento da eficiência fotossintética à medida que a planta se desenvolve. A partir dos 15 DAD, com o surgimento de estruturas ou tecidos não assimilatórios, devido ao envelhecimento das folhas, houve redução da AFE.

A variável taxa de crescimento absoluto (TCA), que representa a velocidade de crescimento das plantas ao longo do ciclo, não foi influenciada significativamente pelo espaçamento entre linhas e entre plantas no cultivo de primavera. No entanto, houve somente efeito de época sobre a TCA. A curva da TCA mostra que, durante a primavera, as plantas apresentaram incremento de  $0,8561 \text{ g}$  por dia, até os 16 DAD (Tabela 2.4), sugerindo, que a taxa de acúmulo de massa seca pela planta, acompanhou o aumento da área foliar. Para a condição estudada, a época de cultivo foi um fator determinante na produção de biomassa de folhas, visto que o ambiente interfere diretamente na velocidade média de crescimento da planta ao longo de seu ciclo (BENINCASA, 2003), independente do espaçamento utilizado, pois sob temperatura ótima para o crescimento da cultura, pode haver a antecipação da produção da hortaliça.

Embora Padulosi e Pignone (1997) apresentem como valores térmicos ótimos para a cultura da rúcula entre  $22-24 \text{ }^\circ\text{C}$  (diurno) e  $16-18 \text{ }^\circ\text{C}$  (noturno). Durante o período de

desenvolvimento do presente experimento a temperatura média do ar foi de 25,1 °C (diurno) e 19,5 °C (noturno) demonstrando que a cultivar 'Bella' é um material que se adaptou ao cultivo de primavera. Segovia et al. (1997) ressaltam também que as temperaturas noturnas exercem influência direta sobre o desenvolvimento da planta promovendo alterações na taxa respiratória, transporte de fotoassimilados e absorção de água e nutrientes, que permitem a manutenção da atividade fisiológica.

A partir dos 16 DAD, a TCA reduziu o que representa menor taxa de produção de biomassa. Essa redução da TCA ao longo do ciclo da cultura pode estar relacionada com a menor interceptação de energia luminosa, uma vez que em função do crescimento das plantas as folhas superiores passam a sombrear as inferiores. Tal resposta foi relatada em plantas de taro (*Colocasia esculenta*) por Oliveira et al. (2011) com a TCA crescente até os 60 dias após plantio, e reduzindo com o decorrer do crescimento da planta, devido ao autossombreamento.

Em relação à TCA, na época de outono houve somente efeito do espaçamento entre plantas, de modo que os valores apresentados foram crescentes para ambos os espaçamentos. No espaçamento de 0,10 m as plantas de rúcula apresentaram um crescimento mais rápido em relação às plantas cultivadas no espaçamento de 0,05 m que apresentou menor incremento de massa, sugerindo, portanto, uma possível antecipação da colheita ao trabalhar com uma menor densidade populacional. Diante disso, é possível sugerir que, embora, se tenha menor número de plantas por área no espaçamento de 0,10 m, para o produtor pode ser vantajoso, visto que o ponto de colheita pode ser obtido antes, em função da maior velocidade de crescimento das plantas, ou seja, maior acúmulo de nutrientes em cultivos menos adensados.

Durante a época de inverno, a TCA foi influenciada pelos espaçamentos entre linhas e entre plantas. Considerando o efeito do espaçamento entre linhas nas plantas de rúcula em relação ao tempo, o incremento final da taxa foi relativamente próximo entre os tratamentos, com uma pequena redução da TCA para as plantas cultivadas no espaçamento 0,20 m. Os resultados referentes à TCA em função do efeito do espaçamento entre plantas demonstra que o crescimento das plantas no espaçamento 0,10 e 0,05 m são semelhantes, embora a taxa tenha se mostrado superior nas plantas cultivadas no espaçamento menos adensado, ou seja, 0,10 m.

Embora a variação da TCA tenha sido semelhante entre os tratamentos, para ambas as épocas de cultivo, outono e inverno, é importante salientar que no maior espaçamento entre plantas (0,10 m) e entre linhas (0,30 e 0,25 m) a TCA foi superior. No período avaliado, a velocidade de crescimento das plantas foi menor quando cultivadas no espaçamento entre plantas de 0,05 m e entre linhas 0,20 m, o que pode ser explicado pelo menor incremento em

massa seca, principalmente, pelo autossombreamento causado pela maior densidade populacional que interfere na interceptação de energia luminosa pelas folhas. No entanto, para o espaçamento entre plantas e entre linhas de 0,10 m e 0,25 e 0,30 m, respectivamente, os resultados foram superiores, ao considerar a velocidade de crescimento.

A menor TCA encontrada nas plantas cultivadas nos menores espaçamentos pode ser explicada pela maior competição entre as plantas por espaço e pelos fatores de crescimento, principalmente a radiação solar, pois segundo Silva et al. (2011) o adensamento populacional promove o intenso sombreamento das superfícies de assimilação e a interceptação da radiação pela folhagem, de modo que, não é mais suficiente manter o balanço positivo de carbono, como consequência, a produção de massa seca diminui.

Tabela 2.4 - Equações de ajuste da variável taxa de crescimento absoluto (TCA - g por dia), taxa de crescimento relativo (TCR - g g<sup>-1</sup> por dia) e taxa de assimilação líquida (TAL - g dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) de rúcula cv. Bella em função do tempo para o espaçamento entre linhas (0,20; 0,25; 0,30 m) e espaçamento entre plantas (0,05 e 0,10 m) nas épocas de primavera, outono e inverno. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012.

Época	Espaçamentos	TCA	R <sup>2</sup>	TCR	R <sup>2</sup>	TAL	R <sup>2</sup>
Primavera	Efeito época	$0,05096+0,09764*x-0,00296*x^2$	0,19**	$0,18927+0,00163*x-0,00036915*x^2$	0,37**	$0,4593-0,05826*x-0,00438*x^2$	0,16**
	Efeito época	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-	$0,0471+0,01168*x-0,00082878*x^2$	0,15**
Outono	0,20	Nenhuma função encontrada	-	$0,035+0,01499*x-0,00056703*x^2$	0,21**	Nenhuma função encontrada	-
	0,25	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,30	Nenhuma função encontrada	-	$0,02254+0,01689*x-0,00067538*x^2$	0,23**	Nenhuma função encontrada	-
	0,05	$0,01783-0,00435*x+0,00064099*x^2$	0,61**	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,10	$-0,00605+0,01074*x+0,00026514*x^2$	0,27**	$0,00810+0,02205*x-0,00092228*x^2$	0,44**	Nenhuma função encontrada	-
	Efeito época	Nenhuma função encontrada	-	$0,16281+0,00918*x-0,00060519*x^2$	0,22**	Nenhuma função encontrada	-
Inverno	0,20	$0,23513-0,14680*x+0,01299*x^2$	0,78**	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,25	$0,23644-0,17304*x+0,01578*x^2$	0,88**	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,30	$0,2232-0,17714*x+0,01578*x^2$	0,89**	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-
	0,05	$0,22266-0,14981*x+0,01316*x^2$	0,83**	Nenhuma função encontrada	-	$-0,04892+0,38338*x-0,0331*x^2$	0,67**
	0,10	$0,24052-0,18151*x+0,01654*x^2$	0,90**	Nenhuma função encontrada	-	$-0,15586+0,588*x-0,05232*x^2$	0,68**
	Efeito época	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-	Nenhuma função encontrada	-

\*\*significativo pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ).

Com relação à taxa de crescimento relativo (TCR), que reflete o aumento da massa seca das plantas em um intervalo de tempo, considerando-se a manutenção do material pré-existente, foi verificado efeito das épocas de primavera e inverno (Tabela 2.4).

Na a época de primavera a menor TCR foi de  $0,1911 \text{ g g}^{-1}$  por dia observado aos 2 DAD, enquanto no cultivo de inverno aos 7 DAD foi encontrado o ponto máximo de  $0,1976 \text{ g g}^{-1}$  por dia, porém a mesma diminuiu com o desenvolvimento da cultura, fato este que ocorre em função acréscimo de massa seca acumulada pelas plantas, o que segundo Ferrari et al. (2008) se deve ao aumento da necessidade de fotoassimilados para garantir a manutenção das estruturas já existentes, diminuindo a quantidade disponível deste para o crescimento da planta.

As plantas de rúcula apresentaram resultados para TCR semelhantes na primavera e inverno. Na primavera o maior valor de TCR foi de  $0,1911 \text{ g g}^{-1}$  por dia (2 DAD). E no inverno de  $0,1976 \text{ g g}^{-1}$  por dia (7 DAD). Essa diferença no acúmulo de massa seca observada entre as épocas se deve, provavelmente, ao efeito do ambiente, ou seja, temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e do solo, interceptação de radiação solar, bem como a disponibilidade de água e nutrientes, fatores esses que desempenham um papel importante no crescimento da planta.

Em relação à época de outono, houve efeito do espaçamento entre linhas de 0,20 e 0,30 m e entre plantas de 0,10 m para a TCR. As plantas espaçadas de 0,20 m apresentaram acréscimo em massa seca de  $0,1341 \text{ g g}^{-1}$  por dia, aos 13 DAD, enquanto as plantas espaçadas a 0,30 m apresentaram  $0,1281 \text{ g g}^{-1}$  por dia de massa seca (12 DAD). Com relação à TCR das plantas de rúcula cultivadas no espaçamento entre plantas de 0,10 m, o maior acúmulo de massa seca foi de  $0,1399 \text{ g g}^{-1}$  por dia, aos 12 DAD.

Ferreira et al. (2002) trabalhando com plantas de couve-da-malásia em diferentes espaçamentos verificaram que a maior TCR foi obtida nas plantas cultivadas nos maiores espaçamentos (0,30 x 0,20 m e 0,30 x 0,30 m), e que segundo o autor esses resultados devem-se ao menor sombreamento entre as plantas e a menor competição por água e nutrientes em relação ao menor espaçamento estudado que foi de 0,30 x 0,10 m.

No entanto, com o crescimento da cultura, a capacidade das plantas de rúcula em produzir um novo material por unidade pré-existente foi reduzida, refletindo em uma menor TCR à medida que a planta se desenvolveu, o que segundo Cometti et al. (2008) ocorre quando a taxa de assimilação líquida passa a ser negativa. Além disso, a redução da TCR esta relacionada com o aumento da atividade respiratória. Resultados semelhantes foram verificados para batata (AGUIAR NETTO et al., 2000), feijão (URCHEI et al., 2000),

manjeriço (BARREIRO et al., 2006), mudas de alface (LOPES et al., 2007) e crisântemo (FARIAS e SAAD, 2011), ao observarem que a TCR diminui com a idade das plantas.

Ainda, segundo Urchei et al. (2000) e Benincasa (2003) a atividade respiratória e o sombreamento aumentam com a idade da planta, permitindo explicar que a redução da TCR ocorre devido ao gasto de energia que a planta apresenta para manter seus tecidos vivos.

A TAL, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido pela respiração, foi influenciada pela época de cultivo e espaçamento entre plantas 0,05 e 0,10 m (Tabela 2.4). Ao comparar as épocas de cultivo observou-se que no início do ciclo, a TAL foi maior para as plantas cultivadas na época outono quando comparada à primavera, época que apresentou a maior temperatura do ar que levou as plantas a apresentar maior taxa respiratória. A temperatura do ar tem grande impacto sobre a fotossíntese e respiração da planta, pois influenciam em diversas reações bioquímicas ligadas a esses dois processos fisiológicos (TAIZ e ZEIGER, 2009). Portanto, o rendimento líquido na produção de massa seca (a diferença entre fotossíntese e respiração) varia com a temperatura, pois interfere na divisão e alongamento celular (MOTA, 1989). Além disso, a maior TAL nas plantas cultivadas durante o outono pode ser explicado, segundo Ludwig et al. (2010) pela redução do tamanho das folhas o que promove menor autossombreamento.

Para a TAL, o ponto máximo foi de  $0,088 \text{ g dm}^2 \text{ g}^{-1}$  aos 7 DAD (outono),  $0,4593 \text{ g dm}^2 \text{ g}^{-1}$  na data 0, correspondente ao primeiro dia de avaliação, (primavera). A maior TAL inicial nas plantas cultivadas em época de outono representa a elevação da fotossíntese líquida, em função, principalmente, do aumento do índice de área foliar, implicando maior interceptação e fixação de energia luminosa por unidade de área foliar (BERGAMASCHI et al., 1988). Em função da redução na capacidade fotossintética das folhas em expansão a TAL reduz, em razão do contínuo sombreamento mútuo, além do aumento da carga respiratória de manutenção dos tecidos (GOMIDE e GOMIDE, 1999).

Os resultados do presente trabalho demonstram que, possivelmente, as reduções nas taxas de crescimento das plantas de rúcula verificadas no período avaliado (primavera e outono) podem estar relacionadas a redução da fotossíntese líquida, antecipando o desenvolvimento das plantas resultando em perda de massa. Lopes et al. (2007) complementam, que também observaram que a TAL em mudas de alface diminuiu com a idade das plantas, além do efeito do sombreamento das folhas inferiores.

Com relação ao efeito que espaçamento entre plantas exerceu sobre TAL, observa-se que as plantas cultivadas no espaçamento de 0,10 m apresentaram valor máximo de  $1,4962 \text{ g dm}^2 \text{ g}^{-1}$  aos 5 DAD, enquanto nas plantas cultivadas no espaçamento 0,05 m apresentaram ponto

máximo de  $1,0612 \text{ g dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , aos 5 DAD. Possivelmente, devido a maior densidade populacional no menor espaçamento, as folhas inferiores tiveram uma redução, embora mínima, na assimilação acumulativa de carbono em função da menor disponibilidade de luz, fator que passa a ser limitante com o crescimento da planta, devido à expansão foliar.

Os resultados observados concordam com os de Ferreira et al. (2002) que também observaram maior TAL quando as plantas de couve-da-malásia foram cultivadas nos maiores espaçamentos, o que se deve, segundo Silva et al. (2011), à sobreposição de folhas, principalmente sob plantios mais adensados que apresentam reflexos negativos sobre a fotossíntese líquida, e como consequência interferência no crescimento das plantas.

De maneira complementar, Oliveira et al. (2011) ressaltam que a atividade fotossintética por unidade de área foliar pode ser menor nas plantas crescendo sob sombreamento, ou seja, resultando em menor TAL. Milla et al. (2008) sugerem ainda que a menor TAL nas plantas sob restrição de energia luminosa pode estar associada à maior área foliar específica, ou seja, a baixa luminosidade induz a produção de folhas mais finas, mas com maior área de interceptação de luz.

## 2.4 CONCLUSÃO

1. A rúcula cultivar Bella apresentou maior crescimento quando se utilizou o espaçamento entre plantas de 0,10 m e entre linhas de 0,25 ou 0,30 m, quando cultivadas na primavera e inverno. O outono pode-se constituir uma época de cultivo para os agricultores, embora as plantas de rúcula apresentem menor crescimento.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.

BARREIRO, A. P.; ZUCARELLI, V.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas Com reguladores vegetais. **Bragantia**, v. 65, n. 4, p. 563-567, 2006

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2. ed. Jaboticabal, Brasil, 2003, 41p.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L. R.; LIBARDI, P. L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento e fenologia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 7, p. 733-743, 1988.

CAVIGLIONE, J. H.; CARAMORI, P. H.; KIIHL, L. B.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000. CD-ROM.

CECÍLIO-FILHO, A. B.; CAVARIANNI, R. L.; CASTRO, J. C. C.; MENDOZA CORTEZ, J. W. Cabbage growth and production in relation to plant density and nitrogen. **Agrociência**, v. 45, n. 5, p. 573-582, 2011.

CHARLES-EDWARDS, D. A. A model for leaf growth. **Annals of Botany**, v.44, p.523-535, 1979.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura brasileira**, v.25, n. 1, p. 034-040, 2007.

COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S., ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1, p. 245-255, 1996.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.2 , p. 262-267, 2008.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p.306.

FARIAS, M. F. de.; SAAD, J. C. C. Análise de crescimento do crisântemo de vaso, cultivar Puritan, irrigado em diferentes tensões de água em ambiente protegido. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1 p. 75-79, 2011.

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2008.

FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-malásia. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 635-640, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008.

FREITAS, K. K. C. de.; NETO, F. B.; GRANJEIRO, L. da. C.; LIMA, J. S. S. de.; MOURA, K. H. S. Desempenho agrônômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 3, p. 449-454, 2009.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: Simpósio sobre a produção de bovinos de corte, 1., 1999, Viçosa. Anais. Viçosa: **Suprema**, p. 179-200, 1999.

GRANJEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L. de.; NEGREIROS, M. Z. de.; MARROCOS, S. de. T. P.; LUCENA, R. R. M. de.; OLIVEIRA, R. A. de. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 11-16, 2011.

HO, L. C. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v. 2, n. 4, p. 277-285, 1984.

LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, K. K. C., BARROS JÚNIOR, A. P. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 38, n. 4, p. 407-413, 2007.

LOPES, L. W.; BOARO, C. S. F.; PERE, M. R. GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 19-25, 2007.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L. Análise de crescimento de gérbera de vaso conduzida em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.

MAIA, A.F. C. de. A.; MEDEIROS, D. C. de.; FILHO, J. L. Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas de rúcula. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 89-95, 2006.

MEDEIROS, M. C. L. de.; MEDEIROS, D. C. de.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde**, v.2, n.1, p. 85-89, 2007.

MILLA, R.; REICH, P. B.; NIINEMETS, Ü.; CASTRO-DÍEZ, P. Environmental and developmental controls on specific leaf area are little modified by leaf allometry. **Functional Ecology**, v. 22, n. 4, p. 565-576, 2008.

MINAMI, K. A densidade e a competição em hortaliças. **Atualidades Agronômicas**. São Paulo, v.1, n. 1, p. 38-43, 1973.

MOTA, F. S. da. Meteorologia agrícola. 7. ed., 3. reimp. São Paulo: Nobel, 1989. 376 p.

OLIVEIRA, F. L.; ARAUJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 291-298, 2011.

PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket**: a Mediterranean a crop for the world. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p.101.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p.478.

PIRES, P. A.; GONÇALVES, F. M.; SANTOS, J. da. S.; HORA, R. C. da. Resposta de rúcula Folha Larga à aplicação de potássio sob diferentes parcelamentos. **Cultivando o Saber**, v. 5, n.1, p. 96-103, 2012.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve-flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, v.7, n.3, 171-175, 1967.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzida em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 178-181, 2004.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R.; JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 953-959, 2005.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; MONTEIRO, F. A.; LAVRES JUNIOR, J. Análise de Crescimento do capim-Marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.1985-1991, 2004.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System user'sguide**. Version 9.0. Cary, Statistical Analysis System Institute. 513. p. 2002.

SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p. 37-41, 1997.

SILVA, G. S. da.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C.; ALVES, A. U. Espaçamentos entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p.538-543, 2011.

SILVA, M. L. S.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. B.; AMARAL, C. L. F.; MATSUMOTO, S. N.; PELACANI, C. R. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 513-521, 2006.

SINGH, R.; CHAURASIA, S. N. S.; SINGH, S. N. Response of nutrient sources and spacing on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck). Indian Institute of Vegetable Research. **Vegetable Science**, v. 33, n. 2, p. 198-200, 2006.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A. da.; AUMONDE, T. Z.; MAUCH, C. R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 283-289, 2011

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAKAOKA, M.; MINAMI, K. Efeito do espaçamento entrelinhas sobre a produção de rúcula (*Eruca sativa*). **O Solo**, v. 76, n. 2, p. 51-55, 1984.

TRANI, P. E.; AZEVEDO FILHO, J. A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: RAI, J. B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 168. (Boletim técnico, 100).

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Boletim técnico do Instituto Agrônômico. Campinas: Instituto Agrônômico, 1992. p.8. (Instituto Agrônômico, n. 146).

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

VILLA-NOVA, N. A.; OMETTO, J. C. Adaptação e simplificação do método de Penman às condições climáticas do Estado de São Paulo. In: **Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos**, v. 4, p. 281-299, 1981.

### **CAPÍTULO 3**

**EFEITO DA DENSIDADE POPULACIONAL E DAS ÉPOCAS DE CULTIVO NO  
DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÚCULA (*Eruca sativa* Miller) cv. BELLA**

## **EFEITO DA DENSIDADE POPULACIONAL E DAS ÉPOCAS DE CULTIVO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÚCULA (*Eruca sativa* M.) CV. BELLA**

**RESUMO.** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do ambiente sobre o desempenho produtivo da rúcula cv. Bella em diferentes espaçamentos e épocas de cultivo. O experimento foi conduzido nas épocas de primavera/2011, verão, outono e inverno/2012. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. O primeiro fator constituiu-se de três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e o segundo fator de dois espaçamentos entre plantas (0,05 e 0,10 m). As características avaliadas foram altura e diâmetro das plantas, número de folhas, área foliar, massa fresca total e foliar e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a ( $p < 0,05$ ). Na época de primavera e no espaçamento entre plantas de 0,05 m foi observado maior altura de plantas. Para as variáveis diâmetro de plantas e área foliar houve somente efeito de época, cujas médias foram maiores no inverno e primavera, respectivamente. A interação entre época de cultivo e espaçamento entre plantas mostrou que o maior número de folhas, massa fresca total e foliar ocorrem na época de primavera e inverno no espaçamento entre plantas de 0,10 m. Na interação época de cultivo e espaçamento entre linhas a maior produtividade foi alcançada na primavera e no espaçamento entre linhas de 0,20 m. Quanto ao espaçamento entre plantas o melhor desempenho produtivo ocorreu para as plantas cultivadas no espaçamento de 0,05 m.

**Palavras-chave:** Ambiente, espaçamento entre plantas, espaçamento entre linhas, produção.

## **EFFECT OF POPULATION DENSITY AND GROWING SEASONS ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF ARUGULA (*Eruca sativa* M.) CV. BELLA**

**ABSTRACT.** The aim of this academic work is evaluate the effect of enviroment on the productive performance of arugula cv. Bella in different spacings and growing seasons. The experiment was conducted in the spring 2011, summer, autumn and winter 2012. The experimental delineation used was a randomized block with four replications in a 3x2 factorial arrangement. The first factor consisted in three row spacings (0.20; 0.25 and 0.30 m) and the second factor of two row spacings (0.05 and 0.10 m). The characteristics evaluated were plant height and diameter, leaf number, leaf area and total fresh weight and productivity. The data were subjected to variance analysis and the average were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). In the springtime and in the plant spacing of 0.05m were verified higher plants. For diamenter and leaf area there was only seasonal effect whose averages were higher in winter and spring. The interaction between growing season and spacing of plants showed a highest leaves number and the total leaf fresh mass occur in the spring and winter in plant spacing of 0.10 m. In the interaction of growing season and spacing of row the highest productivity was achieved in the spring with a spacing between row of 0.20 m. As for the spacing between plants, the best productive performance occurred was for plants cultivated in a spacing of 0.05 m.

**KEY WORDS:** Enviroment; spacings between plants; spacings between row; production.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A prática de cultivo de hortaliças tem apresentado uma expansão considerável nas áreas agricultáveis, estando inserida principalmente na agricultura familiar que constitui um sistema socioeconômico rentável e promissor, gerando empregos e contribuindo para o aumento da produção de alimentos em diversas regiões.

O cultivo de hortaliças faz parte das principais atividades econômicas no Brasil, e estima-se que o mercado de rúcula encontra-se estável, sendo comercializada em embalagens de 300 g, com preços variando entre R\$1,00 a 1,20 (SEAB/DERAL, 2014).

Essa prática tem gerado bons retornos em função do aumento da demanda por hortaliças, principalmente aquelas que apresentam preços atrativos e que tem proporcionado ao produtor maior rentabilidade econômica do produto comercializado.

Com o intuito de aumentar a produção de hortaliças, pesquisas a respeito do melhor espaçamento e da época de cultivo vêm sendo realizadas, em função da influência que esses fatores exibem sobre as características fisiológicas e morfológicas do vegetal.

Na literatura poucas são as recomendações sobre o espaçamento entre plantas e entre linhas para a cultura da rúcula. Espaçamentos adequados permitem as plantas uma distribuição mais uniforme, garantindo maior eficiência na interceptação da luminosidade, absorção de água e nutrientes e controle de plantas daninhas. Para tanto, diferentes propostas de espaçamentos para a cultura da rúcula foram encontradas por Reghin et al. (2005), no cultivo de outono e inverno, em que o menor espaçamento entre plantas promoveu maior rendimento em massa fresca. Porém, respostas contrárias foram observadas quando se considerou o efeito do espaçamento para a característica individual da planta, pois verificaram que os espaçamentos mais amplos favoreceram o desenvolvimento da cultura.

Purquerio et al. (2007), também observaram que o aumento na produtividade de rúcula em função do espaçamento entre plantas de 0,05 m, mostrou-se inversamente proporcional à área foliar e à massa de matéria seca, que apresentaram medidas superiores para o espaçamento entre plantas de 0,10 m.

No entanto, assim como o espaçamento assume sua importância no desempenho agrônomo da cultura, a época de cultivo influencia diretamente o seu desenvolvimento, pois de acordo com Freitas et al. (2009) existe uma época adequada para o cultivo de cada cultura. Ao avaliar diferentes épocas de cultivo de couve-flor, Pôrto et al. (2012) observaram que

houve influência das épocas para as características avaliadas, durante o crescimento da cultura e para a produtividade.

Segundo Filgueira (2008), a rúcula desenvolve-se adequadamente em condições de temperaturas do ar de 15 a 18°C, porém tem sido cultivada ao longo do ano em várias regiões (FILGUEIRA, 2008), enquanto que para Padulosi e Pignone (1997), as condições térmicas consideradas ótimas para o desenvolvimento da rúcula se situam na faixa de 22 a 24°C durante o dia e 16 a 18°C durante a noite.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do ambiente sobre o desempenho produtivo da rúcula cv. Bella em diferentes espaçamentos entre plantas e entre linhas e épocas de cultivo.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos em quatro épocas de cultivo entre outubro 2011 a dezembro 2011 (Primavera), fevereiro 2012 a março 2012 (Verão), maio 2012 a junho 2012 (Outono) e julho 2012 a setembro 2012 (Inverno). O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon-PR, (latitude 24° 33'S, longitude 54° 31'W e altitude de 420 metros). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Cfa, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para a caracterização química do solo da área experimental, foi realizada análise química a partir de uma amostra composta retirada na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 3.1). A adubação foi realizada com base na análise de solo e nas recomendações propostas por Trani e Azevedo Filho (1997). Para a adubação mineral de cobertura aplicou-se, ao longo da linha de cultivo 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia, parcelando aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plantas (TRANI e AZEVEDO FILHO, 1997).

Tabela 3.1 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm do solo. Marechal Cândido Rondon, 2011/2012

Época	MO	P	PHCaCl <sub>2</sub>	H+Al	AL <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							
Primavera	23,24	30,93	5,75	3,87	0,00	2,03	8,13	2,92	13,08	16,95	77,17
Verão	2,73	273,35	5,12	3,93	0,00	1,97	7,91	2,43	12,31	16,24	75,80
Outono	19,14	233,50	4,97	5,66	0,00	1,36	5,44	2,06	8,86	14,52	61,02
Inverno	21,19	222,65	5,36	4,50	0,00	1,34	6,24	2,43	10,01	14,51	68,99

\* Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Unioeste.

O delineamento experimental utilizado para cada época de cultivo foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjos em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,25 e 0,30 m) e dois espaçamentos entre plantas (0,05 e 0,10 m). Cada bloco apresentou seis parcelas, com quatro linhas de cultivo. As parcelas apresentaram áreas de 2,40 m<sup>2</sup> e 4,80 m<sup>2</sup>, conforme a combinação dos espaçamentos entre plantas de 0,05 e 0,10 m, respectivamente. A cultivar de rúcula utilizada foi 'Bella', que apresenta folhas alongadas, recortadas de coloração verde médio, sabor levemente picante e ciclo de 40 a 50 dias.

A semeadura foi realizada diretamente em canteiros, nos dias 21/10/2011, 16/02/2012, 04/05/2012 e 18/07/2012. As parcelas que constaram de espaçamentos entre plantas e entre linhas de 0,05 x 0,20 cm; 0,05 x 0,25cm; 0,05 x 0,30 cm; 0,10 x 0,20 cm; 0,10 x 0,25 cm; 0,10 x 0,30 cm apresentaram 100, 80, 66, 50, 40 e 33 plantas por metro quadrado, respectivamente. O desbaste foi realizado nos dias 04/11/2011 (primavera), 28/02/2012 (verão), 22/05/2012 (outono) e 06/08/2012 (inverno), quando 50% das plantas apresentavam-se com 0,05 m de altura, deixando-se apenas uma planta nos espaçamentos pré-estabelecidos,

A medida diária do poder evaporante do ar à sombra foi realizada com o auxílio de um evaporímetro de Piche (ETpi) instalado dentro de um abrigo, a 1,5 m, situado na mesma área em que foi desenvolvido o experimento, e as leituras realizadas diariamente às 09:00 horas. Este equipamento consiste de um tubo de vidro calibrado e fechado numa das extremidades, com comprimento de 350 mm; um diâmetro externo de 15 mm; escala em 300 divisões que corresponde à décimo de milímetro de altura de água evaporada; o diâmetro do disco de papel tem aproximadamente 30 mm. O tubo é cheio de água destilada, fechado com um papel de filtro circular e preso com uma mola. O papel umedecido evapora, baixando o nível de água dentro do tubo. Medidas consecutivas permitem calcular a evaporação no período desejado, um dia no caso específico deste trabalho.

A evapotranspiração potencial (ETPi) pode ser estimada a partir das medidas tomadas em Evaporímetro de Piché (Pi) de acordo com o que sugeriram Villa Nova e Ometto em 1981 (Pereira, et al., 2002) pela seguinte equação:

$$ETPi = 0,28 \times Pi \div (1 - w) \quad (1)$$

Em que:

ETPi = Evapotranspiração potencial

Pi= Evaporímetro de Piché

“w”= Termo que pode ser estimado a partir de valores de temperatura do ar (t) de acordo com as seguintes equações:

$$w = 0,407 \times 0,0145 \times T \text{ quando } T < 16,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$w = 0,483 \times 0,01 \times T \text{ quando } T < 32,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

A determinação da Evapotranspiração da cultura (ETC) foi determinada de acordo com a seguinte equação:

$$ETC = Kc \times ETPi \quad (4)$$

Em que:

Kc = coeficiente da cultura

ETPi = Evapotranspiração potencial

O coeficiente da cultura da rúcula (Kc) foi estimado pelos valores da fase: Inicial (0,70); Vegetativa (0,85); Produção (1,05); Pré-colheita (0,95).

A irrigação foi realizada por micro aspersão, com turno de rega diária parcelada em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água em média de 4,85 mm por dia, baseando-se em cálculo da capacidade evaporativa do ar (perda diária de água) através de dados obtidos pelo evaporímetro de Piche e pelo coeficiente da cultura (Kc).

O controle de plantas daninhas como tiririca (*Cyperus rotundus*), caruru (*Amaranthus viridis* L), picão-preto (*Bidens pilosa*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) foi realizado através de capinas manuais. Para o controle da lagarta curuquerê da couve (*Ascia monuste*) foi aplicado o Dipel® produto biológico constituído de esporos e toxinas da bactéria (*Bacillus*

*thuringiensis*) na dose de 10 mL para 10 L de água. Como medida de controle da larva de idiamin (*Lagria villosa*) foi aplicado o inseticida Decis 25<sup>®</sup> na dose de 1 mL para 1 L de água.

Para a avaliação dos elementos meteorológicos foram coletados dados de totais de precipitação pluvial (Figura 3.1) na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820).

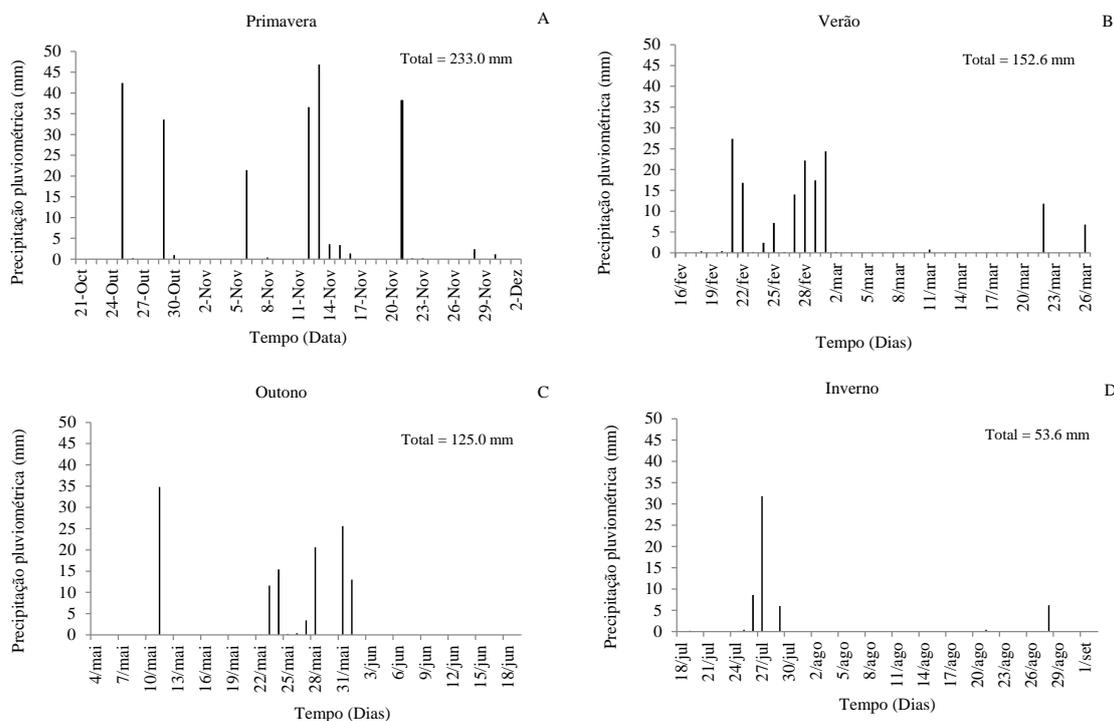


Figura 3.1 - Totais de precipitação pluvial diária em época de primavera (A), verão (B), outono (C) e inverno (D) na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820), 2011/2012

As colheitas foram realizadas quando as plantas atingiram o máximo de desenvolvimento vegetativo, aos 48 (primavera), 39 (verão), 49 (outono), 47 (inverno) dias após a semeadura (DAS). Para a determinação da produção foram colhidas aleatoriamente seis plantas da parcela útil. Antes de cada coleta, ainda a campo, foi determinada a altura das plantas com auxílio de uma régua, a partir do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas, expressa em centímetros. O diâmetro da planta foi determinado através da avaliação das plantas no sentido espaçamento entre linhas, com auxílio de uma régua graduada, e os valores expressos em centímetros.

No decorrer do experimento, foram realizadas cinco coletas de plantas, no dia do desbaste (0), 7, 14, 21 e 28 DAD (dias após o desbaste). Na avaliação realizada no dia do desbaste colheram-se oito plantas, enquanto que para as demais foram colhidas quatro plantas por parcela experimental, mantendo-se sempre uma bordadura simples.

Após coletadas, as plantas foram levadas para o laboratório, lavadas em água corrente para retirada de impurezas e seccionadas em diferentes partes para a determinação do número de folhas e área foliar, bem como a produtividade em que foi estimada a partir da massa fresca das folhas.

Para quantificação da área foliar ( $\text{dm}^2$ ), utilizou-se o método de amostragens de acordo com a metodologia de BENINCASA (2003). A estimativa da área foliar total foi feita a partir de medidas de uma amostra de folhas. Posteriormente o material foi seco em estufa obtendo-se assim a massa seca de amostra (MS amostra) e também a massa seca de folhas (MSF). Dessa forma, obteve-se a área foliar total através da seguinte equação:

$$AF = [(AF \text{ amostra} \times MSF) / MS \text{ amostra}] \quad (5)$$

Em que:

AF= área foliar ( $\text{dm}^2$ )

AFamostra = área foliar da amostra ( $\text{dm}^2$ )

MSF = massa seca das folhas (g)

MSamostra = massa seca de amostra (g)

Depois de tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional SAS (2002).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A época de cultivo apresentou efeito significativo para a característica altura de plantas (AP), cujos valores foram superiores na primavera e inverno, sem diferir estatisticamente entre si, quando comparados com verão e outono. O diâmetro das plantas (DP) foi influenciado somente pela época de cultivo, sendo que as plantas cultivadas no inverno apresentaram maior diâmetro, diferindo estatisticamente das demais épocas. O mesmo foi observado para a área foliar (AF), que foi significativamente superior para a época de primavera (Tabela 3.2).

A AP foi influenciada pelos espaçamentos entre plantas, cujas mais altas alturas ocorreram no espaçamento de 0,05 m. Não houve efeito de espaçamentos entre linhas para altura de plantas. O DP e AF não foram influenciados pelos espaçamentos entre plantas e entre linhas.

Tabela 3.2 - Médias de altura de plantas (AP) diâmetro da planta (DP) e área foliar (AF) de rúcula por planta em função das épocas de cultivo e espaçamentos entre plantas e entre linhas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012

Época	AP (cm)		DP (cm)		AF (dm <sup>2</sup> )	
Primavera	25,10	A	29,58	B	16,39	A
Verão	17,07	B	27,02	B	6,18	C
Outono	16,33	B	18,51	C	3,50	D
Inverno	24,58	A	36,14	A	12,63	B
Espaçamento entre plantas						
0,05	21,41	A	27,97	A	8,70	A
0,10	20,12	B	27,65	A	10,65	A
Espaçamento entre linhas						
0,20	22,13	A	28,14	A	9,48	A
0,25	20,06	A	27,24	A	9,65	A
0,30	20,12	A	28,05	A	9,90	A
Média	20,77		27,81		9,67	
CV(%)	13,25		13,13		22,19	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A maior altura de plantas e área foliar encontradas na época de primavera e inverno infere-se que as condições de ambiente térmico foram favoráveis ao desenvolvimento às plantas de rúcula cv. Bella, uma vez que a temperatura do ar registrada foi de 17,7 e 15,3°C (mínima) e 28,6 e 27,1°C (máxima), respectivamente (Figura 3.2A). Como resultado, do ponto de vista comercial, as plantas mostraram atributos para serem padronizados como de ótima qualidade, apresentando mais de 24 cm de altura.

O diâmetro das plantas de rúcula cultivar ‘Bella’ foi maior no inverno e diferiu daqueles observados na primavera, e estes diferiram daqueles encontrados para o verão. A temperatura do ar registrada na época de inverno foi próxima daquela observada na primavera, cuja mínima foi de 15,3°C e máxima de 27,1°C (Figura 3.2D).

Vale ressaltar que nas épocas de verão e outono as plantas mostraram-se menos desenvolvidas, cujas diferenças de crescimento em relação às plantas cultivadas na primavera e inverno são explicadas pelas variações climáticas entre as épocas do ano. Tal resposta foi constatada por Castoldi et al. (2009) ao comparar o cultivo de soja-hortaliça em setembro com outro trabalho realizado por Castoldi et al. (2006) em dezembro com a mesma cultura, sendo esta considerada a época mais propícia a semeadura, resultando em maior altura de inserção das vagens.

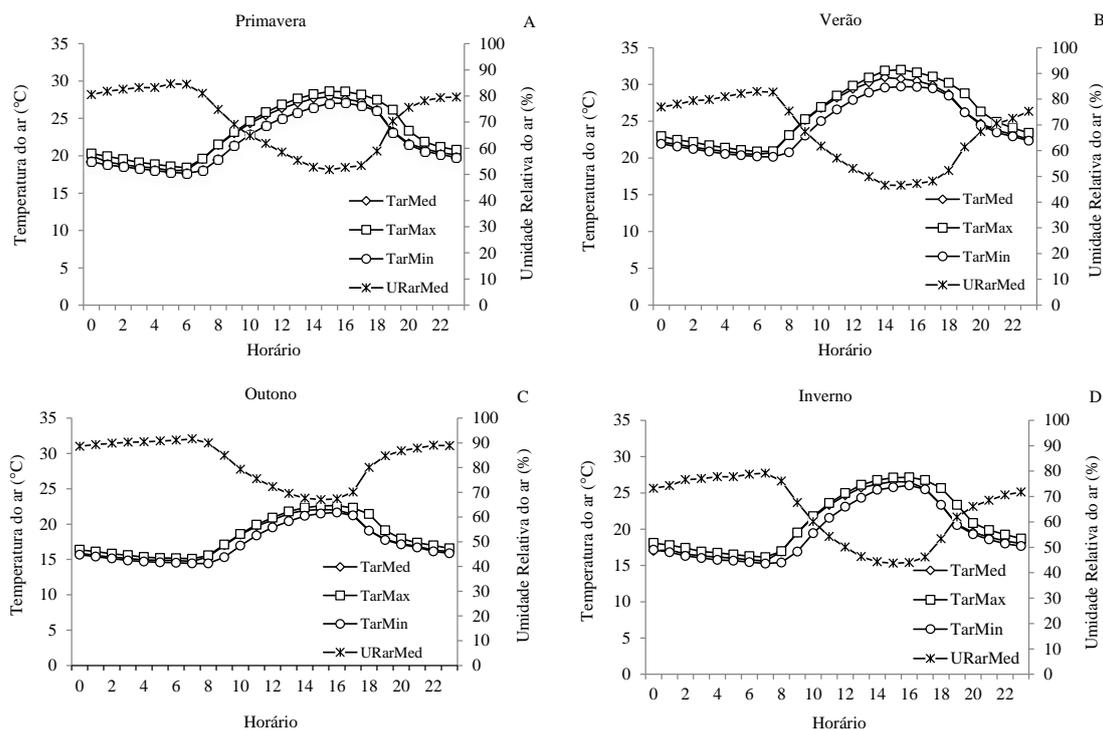


Figura 3.2 - Valores médios de temperatura do ar máxima, média e mínima e umidade relativa do ar por horário de observação em época de primavera (A), verão (B), outono (C) e inverno (D) na Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon (A820), 2011/2012

Freitas et al. (2009) verificaram que o melhor desenvolvimento das plantas de rúcula ocorreu em temperaturas do ar mais elevadas entre 35,6°C (máxima) e 22,8°C (mínima), ao contrário do que foi registrado por Reghin et al. (2005) para o cultivo de rúcula no outono, quando predominaram temperaturas médias em torno de 20°C, o desenvolvimento vegetativo da planta é favorecido

O cultivo de rúcula na primavera, mesmo com temperatura do ar mais elevada, as condições foram propícias para o desenvolvimento do maior NF e maior AF. Entretanto, é importante salientar que as elevadas temperaturas do ar observadas no verão (32 °C, Figura 3.2B), são desfavoráveis ao bom crescimento e desenvolvimento da planta. Temperaturas elevadas podem interferir no desenvolvimento vegetativo, estimulando a antecipação da fase reprodutiva, induzindo as plantas ao florescimento prematuro e depreciando sua qualidade (MAIA et al., 2006 e FILGUEIRA, 2008).

Com relação à época de outono, em virtude da menor temperatura do ar, o crescimento da cultura foi mais lento, proporcionando menor área foliar, altura e diâmetro das plantas, evidenciando que sob estas condições o ambiente se tornou desfavorável ao desenvolvimento da cultivar Bella. Embora Maia et al. (2006) tenham sugerido que o desempenho das plantas

de rúcula seja favorecido por baixas temperaturas entre 15 a 18 °C, como sugerem e Trani et al. (1992).

Cabe aqui ressaltar que as temperaturas máximas e mínimas absolutas das épocas de cultivo das plantas de rúcula durante primavera (33,5 e 12,1 °C), verão (37 e 13,9 °C), outono (28,4 e 1,5 °C) e inverno (28,4 e 1,5 °C), respectivamente (dados não apresentados). As temperaturas do ar no outono prejudicaram o crescimento das plantas, de acordo com os resultados obtidos para AP, DP e AF.

Na época de verão, durante a determinação da altura e diâmetro das plantas, realizada no dia 26/03/2012, houve ocorrência de chuvas, que interferiu na AP (17,07 cm) e DP (27,02 cm), devido ao tombamento das folhas por acúmulo de água da chuva. De acordo com Costa et al. (2011) o impacto das gotas da chuva podem danificar as folhas.

A maior altura de plantas foi constatada para o espaçamento entre plantas de 0,05 m (Tabela 3.2), podendo estar relacionadas com a maior densidade de plantas ocasionando competição por espaço. Isso se deve a um possível efeito do sombreamento das folhas causado pelo aumento da população. As plantas crescem mais em altura em busca de luz, uma vez que este é o principal elemento climático que determina o seu crescimento, além de água e nutrientes disponíveis na solução solo (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Esse resultado vem corroborar com a afirmação de Mondin et al. (1989), que a redução do espaçamento, dentro de certos limites, pode ser benéfica e resultar em plantas vigorosas, e estão condizentes com Castoldi et al. (2009) que ao estudar o cultivo de soja-hortaliça, verificaram maior altura de inserção da primeira vagem nas plantas cultivadas nos menores espaçamentos entre plantas.

O desdobramento da interação entre épocas de cultivo e espaçamentos entre plantas revelou que, no espaçamento de 0,10 m as plantas de rúcula tiveram maior número de folhas, massa fresca total e foliar (Tabela 3.3). Esta constatação é resultante do menor número de plantas por área competindo por água, nutriente e luz. Neste espaçamento a concorrência por espaço entre as plantas foi menor, contribuindo para o aumento de massa da mesma. Portanto os diferentes espaçamentos utilizados segundo Reghin et al. (2005), podem definir o tipo de produto que se objetiva produzir.

Tabela 3.3 - Número de folha (NF), massa fresca total (MFT) e massa fresca foliar (MFF) por planta de rúcula em função das épocas de cultivo e espaçamentos entre plantas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012

Época	NF		MFT(g)		MFF(g)	
	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10
Primavera	19,40 a B	31,76 a A	376,35 a B	575,19 a A	354,72 a B	545,59 a A
Verão	12,70 b A	14,11 b A	177,81 b A	193,82 c A	170,01 b A	186,89 c A
Outono	13,48 b A	14,07 b A	81,08 c A	92,61 d A	76,73 c A	88,14 d A
Inverno	15,50 ab A	16,72 b A	301,36 a A	382,49 b A	290,74 ab A	370,96 b A
Média	17,22		272,60		259,43	
CV(%)	22,20		30,52		31,17	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ainda, em conformidade com o presente trabalho estão os resultados de Freitas et al. (2009). Em espaçamento menos adensado as plantas de rúcula apresentaram maior número de folhas e massa seca da parte aérea. Lima et al. (2007) também verificaram para coentro que a redução do espaçamento prejudicou o desempenho da planta devido a maior competição por água, luz e nutrientes. Resultados de Reghin et al. (2005) corroboram com o presente estudo, em que o número de folhas das plantas de rúcula foi maior quando cultivadas nos espaçamentos entre plantas de 0,10, 0,15 e 0,20 m, e menor no de 0,05 m.

No espaçamento de 0,05 m, as plantas de rúcula apresentaram menor: número de folhas, massa fresca total e foliar, em comparação as plantas cultivadas no espaçamento de 0,10 m. Esta diferença foi de 12,4, 198,8 e 190,9 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. No espaçamento entre plantas de 0,05 m, bem como as condições climáticas das épocas de primavera e inverno proporcionaram maior número NF, MFT e MFF das plantas de rúcula. Bem como para estas variáveis foram observados maiores valores na primavera e no espaçamento entre plantas de 0,10 m

O ambiente de modo geral, exerce efeito sobre o desenvolvimento das plantas de rúcula, de tal modo que segundo Pôrto et al. (2012) a planta permanece vegetando e emitindo maior número de folhas quando a temperatura do ar é mais alta. Nas épocas de outono o desenvolvimento de plantas de rúcula, em virtude da baixa temperatura do ar, foi mais lento, considerando que a colheita ocorreu aos 49 DAD. Enquanto que no verão, a colheita ocorreu aos 39 DAD, decorrente da elevada temperatura do ar que acelerou o processo de desenvolvimento das plantas, sem, no entanto aumentar a produção de massa fresca.

Ao desdobrar a interação espaçamentos entre plantas dentro de época, houve diferença para NF, MFT e MFF durante a primavera. As plantas espaçadas entre si de 0,10 m

apresentaram maiores valores para estas variáveis. Para as demais épocas de cultivo, ainda que não tenham apresentado diferença, as maiores médias das variáveis também ocorreram para as plantas espaçadas em 0,10 m.

O fato dos diferentes espaçamentos interferirem no desenvolvimento das plantas podem proporcionar alterações nas características do produto, como o tamanho da planta, número de folhas e massa, podendo também interferir na produção e qualidade, restringindo a comercialização da hortaliça. Reghin et al. (2005) complementam que para o produtor que objetiva comercializar rúcula por unidade, os espaçamentos mais amplos, entre 0,15 e 0,20 m, promovem o maior desenvolvimento das plantas. Porém, o mesmo autor ainda ressalta que por ser, na maioria das vezes, comercializado em maços, o menor espaçamento contribui para o maior rendimento, do ponto de vista produtivo.

Avaliando o efeito do espaçamento no cultivo de repolho, Aquino et al. (2005) observaram que em função da maior competição entre as plantas, devido ao menor espaçamento, houve redução da massa fresca média, ou seja, volume e diâmetro da cabeça. Resultados semelhantes foram constatados por Cecílio Filho et al. (2011) em que o aumento da densidade populacional de plantas por área proporcionou menor número de folhas em plantas de repolho.

O efeito da interação época de cultivo e espaçamento entre linhas foi observado para a produtividade (Tabela 3.4). Ao desdobrar épocas dentro de espaçamentos entre linhas a produtividade das plantas no espaçamento de 0,20 m foi superior para o cultivo de primavera, diferindo das demais épocas. Nas plantas cultivadas no espaçamento de 0,25 e 0,30 m a produtividade também foi superior no cultivo de primavera, sem diferir das plantas cultivadas no inverno. Tal resposta pode ser justificada em função do desenvolvimento da planta ser influenciada pela combinação do espaçamento com a época de cultivo, cujas práticas de manejo estão relacionadas com interceptação de energia luminosa e a absorção de água e nutrientes, e estes relacionados com as condições climáticas de cada época de cultivo.

Ao desdobrar espaçamentos entre linhas dentro de épocas verificou-se diferença significativa apenas na primavera com redução da produtividade à medida que aumentou o espaçamento entre linhas de 0,20 para 0,25 e 0,30 m. Ao avaliar o ganho produtivo em porcentagem das plantas cultivadas no espaçamento de 0,20 m este apresentou 78,06% de incremento quando comparado ao espaçamento de 0,30 m.

Dessa maneira se pode afirmar que aos 48 DAD, na época de primavera, o aumento de número de plantas por área, associado às condições de ambiente adequado a cultura, contribuíram para o melhor desempenho produtivo da mesma. Cabe aqui ressaltar que o

aumento da produtividade está relacionado com o maior crescimento de NF, AP e DP, a qual também apresentou respostas significativas durante o cultivo de primavera, refletindo, portanto no aumento da produtividade da cultura.

Harder et al. (2005) verificaram que no espaçamento de 0,36 m entre linhas a produção de massa fresca e massa seca (11,62 e 1,00 t ha<sup>-1</sup>) das plantas de rúcula foi menor quando comparado com o espaçamento de 0,27 m entre linhas (15,66 e 1,33 t ha<sup>-1</sup>), apresentando um aumento de 4,04 e 0,33 t ha<sup>-1</sup> em relação à das cultivadas no maior espaçamento. Ainda Freitas et al. (2009) verificaram que nos espaçamentos entre linhas e entre plantas de 0,25 x 0,06 m (31,00 t ha<sup>-1</sup>) e 0,30 x 0,06 m (26,25 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente, foi possível obter maior produtividade de plantas de rúcula ‘Cultivada’. BÜLL (1993) complementa ainda que o aumento da produção esta relacionada com o número de plantas por área em função da capacidade suporte do meio e do sistema de produção adotado.

Tabela 3.4 - Produtividade de rúcula em função da época de cultivo e espaçamento entre linhas e somente para espaçamento entre plantas, Marechal Cândido Rondon, 2011/2012

Época	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )					
	<sup>1</sup> Espaçamento entre linhas					
	0,20		0,25		0,30	
Primavera	334,91	a A	259,37	a AB	188,09	a B
Verão	165,65	b A	80,10	b A	86,27	b A
Outono	53,54	c A	55,76	b A	38,64	b A
Inverno	206,75	b A	205,23	a A	167,36	a A
<sup>2</sup> Espaçamento entre plantas						
	0,05		183,60 a			
	0,10		122,51 b			
Média			153,47			
(CV%)			33,37			

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). <sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A menor produtividade observada em função do aumento do espaçamento entre linhas observado (Tabela 3.4) está em conformidade com os dados obtidos por Silva et al. (2011), para repolho-roxo e Pôrto et al. (2012) para couve-flor resultante do menor número de plantas por unidade de área.

A produtividade de rúcula Bella também sofreu influencia dos espaçamentos entre plantas, porém não foi observado interação deste fator com a época de cultivo. No espaçamento de 0,05 m, constatou-se maior produtividade, devido ao aumento do número de plantas por área.

Neste espaçamento a disponibilidade de luz, água e nutrientes não limitou o crescimento mesmo com a redução do espaço disponível a cada planta (Tabela 3.4). Resultados semelhantes foram verificados para a cultura da alface por Echer et al. (2001) e para rúcula por Purquerio et al. (2007).

Entretanto, do ponto de vista econômico, ao utilizar o espaçamento de 0,05 m (Tabela, 3.4) o aumento da densidade de plantas por área não contribuiu de maneira que a produtividade pudesse compensar o ganho de massa por planta e o número de folhas encontrado para plantas espaçadas de 0,10 m durante o cultivo de primavera (Tabela, 3.3). Ao considerar em termos de porcentagem, os valores de produtividade foi 49,87% maior para plantas espaçadas a 0,05 m do que no espaçamento de 0,10 m. Porém as médias para NF, MFT e MFF (Tabela, 3.3) foram 63,71% 52,83% e 53,81%, respectivamente, maiores no espaçamento entre plantas de 0,10 m quando comparado ao de 0,05 m. Diante disso o maior número de plantas por área pode aumentar a produtividade, mas não o número de folhas e massa fresca por planta.

Castoldi et al. (2009) verificaram que a produtividade média de vagens de soja-hortaliça não foi afetada pelos espaçamentos entre plantas (0,05; 0,08; 0,10 e 0,12 m). Os autores ressaltam que as plantas espaçadas a 0,10 e 0,12 m o número e o peso de vagens por planta foram maiores que no espaçamento de 0,05 m, demonstrando que é possível obter uma mesma produtividade quando as plantas foram cultivadas nos maiores espaçamentos, reduzindo então, os gastos com o menor número de sementes utilizadas na semeadura.

Embora as variáveis NF, MFT e MFF das plantas cultivadas nas épocas de verão (11,1%, 9,0% e 9,9%), outono (4,38%, 14,22% e 14,87%) e inverno (7,87%, 26,92% e 27,59%) (Tabela 3.3), respectivamente, tenham apresentado maiores valores nas plantas espaçadas a 0,10 m, ao avaliar o desenvolvimento das mesmas, em resposta à produtividade, as plantas espaçadas a 0,05 m apresentaram incremento de 49,87% a mais que as cultivadas no espaçamento de 0,10 m (Tabela 3.4).

Tal resposta demonstra o efeito do ambiente e das práticas de cultivo no desempenho da cultura, uma vez que foi possível obter maior produtividade em cultivos mais adensados, sugerindo, portanto que para a condição de estudo, nestas épocas de cultivo o espaçamento de 0,05 m foi ideal para aumentar a produtividade. Outro ponto a ser considerado, é que a redução dos espaçamentos também pode auxiliar no manejo do solo, diminuindo a incidência de plantas invasoras, protegendo o solo do impacto das gotas da chuva, bem como menor exposição à radiação solar, permitindo as raízes das plantas terem uma exploração efetiva do solo, resultando em uma maior capacidade produtiva.

De maneira complementar Lima et al. (2007), afirmam que o aumento da densidade populacional, dentro de certos limites, promove aumento na produção total por área. De acordo com Reghin et al. (2005), do ponto de vista da produção para a comercialização em maços, esse resultado é interessante, decorrente do efeito significativo e representativo para o rendimento de maços.

Silva et al. (2011) ao cultivar repolho roxo verificaram efeito significativo na produtividade da cultura quando cultivada no menor espaçamento e ainda ressaltam que esta condição pode promover alterações nas características quantitativas e qualitativas da planta, restringindo a sua comercialização.

Purquerio et al. (2007), complementam que não existe uma padronização para a cultura da rúcula que determine uma característica ideal para a sua comercialização, pois de acordo com Sala et al. (2004), a preferência dos atacadistas e consumidores têm sido por maços com folhas grandes, enquanto que em restaurantes a preferência são por folhas tenras e pequenas. Desse modo a característica pode variar em função da exigência do consumidor.

### **3.4 CONCLUSÕES**

1. A cultivar rúcula 'Bella se adaptou ao ambiente nas épocas de primavera e inverno, para a condição estudada.
2. O maior número de folhas, massa fresca foliar e total foram alcançados no espaçamento entre plantas de 0,10 m.
3. A maior altura de plantas foi obtida no espaçamento entre plantas de 0,05 m.
4. A maior produtividade da cultura de rúcula foi obtida nos espaçamentos entre plantas e entre linhas de 0,05 m e 0,20 m, respectivamente.
5. O manejo do espaçamento propicia ao produtor elevar a produtividade da cultura e adequar o tamanho (massa) das plantas de rúcula às exigências do mercado.
6. A rúcula cultivar Bella é recomendada para o cultivo em épocas de primavera e inverno, para a condição estudada.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Efeito de espaçamentos e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 100-104, 2005.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2. ed. Jaboticabal, Brasil, 2003. p. 41.
- BÜLL, L. T. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 301.
- CASTOLDI, R.; CHARLO, H C. de. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MENDONÇA, J. L. de. Influência do espaçamento entre plantas em características agrônômicas de dois genótipos de soja-hortaliça de ciclo tardio em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 61-66, 2009.
- CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; CHARLO, H. C. O.; CARRÃO PANIZZI, M. C.; MENDONÇA, J. L. Desempenho de genótipos de soja-hortaliça, em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, 2006. 1 CD-ROM.
- CAVIGLIONE, J. H.; CARAMORI, P. H.; KIIHL, L. B.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000. 1 CD-ROM.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; CAVARIANNI, R. L.; CASTRO, J. C. C. de.; MENDOZA CORTEZ, J. W. Crecimiento y producción de repollo em función de la densidad de población y nitrógeno. **Agrociência**, v. 45, n. 5, p. 573-582, 2011.
- COSTA, C. M. F. da.; SEABRA JÚNIOR, S. ARRUDA, G. R. de.; SOUZA, S. B. S. de. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina**, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011.
- ECHER, M. M.; SIGRIST, J. M. M.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, v.76, n. 1, p.267-275, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p.306.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008.
- FREITAS, K. K. C. de.; BEZERRA NETO, F.; GRANJEIRO, L. da. C.; LIMA, J. S. S. de.; MOURA, K. H. S. Desempenho agrônômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 449-454, 2009.
- HARDER, W. C.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. do. C. Produção e renda bruta de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) ‘cultivada’ e de almeirão (*Cichoriu mintybus* L.) ‘amarelo’ em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 775-785, 2005.

LIMA, S. S. J. de.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z. de.; FREITAS, K. K. C. de.; BARROS JÚNIOR, A. P. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 4, p. 407-413, 2007.

MAIA, A.F. C. de. A.; MEDEIROS, D. C. de.; FILHO, J. L. Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas de rúcula. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 89-95, 2006.

MONDIN, M.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, J. R.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência de espaçamentos, métodos de plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.). **Ciência e Prática**, v. 13, n. 2, p.185-194, 1989.

PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: a Mediterranean a crop for the world**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p.101.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p.478.

PÔRTO, D. R. de. Q.; CECILIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S. da. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve-flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R.; JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 953-959, 2005.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINAMI, K.; COSTA, C. P da. Caracterização varietal de rúcula. In: 44º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2004, Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 405, 2004.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System user'sguide**. Version 9.0. Cary, Statistical Analysis System Institute. 513. p. 2002.

SEAB/DERAL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Centrais de Abastecimento do Paraná, **Mercado Atacadista**, p. 6, 2014.

SILVA, G. S. da.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. ALVES, A. U. Espaçamentos entre linhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p.538-543, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TRANI, P. E.; AZEVEDO FILHO, J. A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: RAI, J. B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 168. (Boletim técnico, 100).

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Boletim técnico do Instituto Agronômico. Campinas: Instituto Agronômico, 1992. p.8. (Instituto Agronômico, n. 146).

VILLA-NOVA, N. A.; OMETTO, J. C. Adaptação e simplificação do método de Penman às condições climáticas do Estado de São Paulo. In: **Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos**, v. 4, p. 281-299, 1981.