



## QUALIDADE DE MUDAS DE OLERÍCOLAS BASEADA EM PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E INFLUÊNCIA DE BIOCHAR

### QUALITY OF VEGETABLE SEEDLINGS BASED ON GROWTH PARAMETERS AND INFLUENCE OF BIOCHAR

Stefany Lorryny Lima<sup>1</sup>; Charlismilã Amorim do Couto<sup>2</sup>; Eli Regina Barboza de Souza<sup>3</sup>; Ben Hur Marimon Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Goiás

<sup>2</sup>Doutorando pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás - charliscouto@hotmail.com

<sup>3</sup>Docente Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Goiás

<sup>4</sup>Docente Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação – Universidade do Estado de Mato Grosso

#### Info

Recebido: 01/2019  
Publicado: 06/2019  
ISSN: 2595-6906

#### Palavras-Chave

*rúcula, beterraba, berinjela, índice de qualidade de Dickson*

#### Keywords:

*arugula, beet, eggplant, Dickson quality index*

#### Resumo

No sistema de produção de olerícolas, a qualidade de mudas é fundamental, influenciada entre outros fatores pelo substrato. Nesse sentido, o objetivo foi avaliar a qualidade de mudas quando o substrato é incrementado com biochar. Além disso, verificar a relação entre o Índice de qualidade de Dickson e variáveis de crescimento, com o intuito de prever a qualidade das plântulas sem a necessidade de destruição. Foram produzidas mudas de rúcula, beterraba e berinjela em bandejas de poliestireno, em casa de vegetação. Os arranjos experimentais e os tratamentos foram distintos para cada espécie. A qualidade das mudas foi verificada pelas relações entre altura e diâmetro, altura e massa seca da parte aérea, massa seca da parte aérea e massa seca radicular e o índice de qualidade de Dickson. A influência dos substratos na qualidade das mudas foi verificada com análise de variância e, quando significativo, com posterior teste estatístico indicado para cada arranjo experimental. Para verificar a correlação entre o Índice de

Qualidade de Dickson e os parâmetros de crescimento foi aplicada a análise de correlação linear. O uso de biochar nos arranjos analisados não influenciou a qualidade das mudas de rúcula, beterraba e berinjela. A correlação entre o Índice de qualidade de Dickson foi forte e positiva para número de folhas e diâmetro, nas mudas de rúcula, beterraba e berinjela. Nos arranjos experimentais testados o biochar não é eficiente. Os parâmetros de crescimento podem ser usados para aferir a qualidade das mudas de beterraba, rúcula e berinjela.

#### Abstract

In the system of production of vegetable, the quality of seedlings is fundamental, influenced among other factors by the substrate. With that, the objective was to evaluate the quality of seedlings when the substrate is increased with biochar. In addition, to verify the relationship between the Dickson Quality Index and growth variables, to predict the quality of the seedlings without the need for destruction. Seedlings of arugula, beet and eggplant were produced in polystyrene trays, in a greenhouse. Experimental design and treatments were distinct for each species. The quality of the seedlings was verified by the relationships between height and diameter, height and dry mass of shoot, dry shoot mass and root dry mass, and Dickson quality index. The influence of the substrates on the quality of the seedlings was verified with analysis of variance and, when significant, with subsequent statistical test indicated for each experimental design. To verify the correlation between the Dickson Quality Index and growth parameters, linear correlation analysis was applied. The use of biochar in the analyzed design did not influence the quality of arugula, beet and eggplant seedlings. The correlation between the Dickson Quality Index was strong and positive for leaf number and diameter in the arugula, beet and eggplant seedlings. In the experimental design tested the biochar is not efficient. The growth parameters can be used to determine the quality of beet, arugula and eggplant seedlings..

## INTRODUÇÃO

O sistema produtivo de espécies olerícolas característico, por exemplo, pela necessidade de produção de mudas de algumas espécies, para garantir melhor precocidade, regularidade, qualidade e produtividade (Furlani e Purquerio, 2010). A qualidade das mudas pode ser melhorada quando produzida em cultivo protegido, principalmente visto maior padronização das plantas (Costa *et al.*, 2011). Nessa forma de produção o substrato é um dos fatores fundamentais, cuja qualidade influencia diretamente o desenvolvimento das mudas (Gomes *et al.*, 2008; Medeiros *et al.*, 2007).

O substrato envolve fatores como disponibilidade de nutrientes, água e potencial de desenvolvimento radicular (Fernandes *et al.*, 2008). Esses fatores podem ser potencializados pelo uso da matéria orgânica, principalmente em sistemas de produção mais curtos, como o de mudas, que requer mais rápida disponibilidade de nutrientes. Essa exigência tem o entrave de necessitar de incremento de material orgânico a cada ciclo, visto sua rápida decomposição (Pacheco e Petter, 2011). Um material mais estável, que funcione como liberador lento de nutrientes e água pode ser chave para esse sistema produtivo. Nesse contexto, o biochar pode ser uma alternativa, pela maior resistência e funcionalidade de reter água e nutrientes e liberar mais lentamente (Glaser *et al.*, 2002; Lehmann, 2007; Lehmann e Joseph, 2009; Major *et al.*, 2010; Gaskin *et al.*, 2010; Petter *et al.*, 2012).

Considerando que cada plântula tem características morfológicas distintas, independente das condições ambientais e de

produção, além do uso adequado de materiais e metodologias é necessário escolher as melhores mudas para o transplante. Essa escolha, geralmente é visual, baseada em características morfológicas como altura e diâmetro. Mas existem formas técnicas para mensurar a qualidade das plantas de forma mais eficiente. Entre as formas, tem-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), desenvolvido para mudas de espécies florestais (Dickson *et al.*, 1960), mas que tem sido usado para outras espécies vegetais, como as olerícolas. Esse índice é considerado uma boa ferramenta para avaliar a qualidade de mudas, visto que considera a altura, o diâmetro e a biomassa aérea e radicular, possibilitando a análise da distribuição da biomassa e das relações alométricas (Binotto *et al.*, 2010; Fonseca *et al.*, 2002).

Um entrave para a mensuração da qualidade das mudas com esse método é o gasto de tempo e mão de obra, visto que requer a destruição de plântula para determinar a biomassa radicular e aérea. Seria possível reduzir esses problemas caso as variáveis de crescimento, altura, diâmetro e número de folhas, representassem cientificamente a qualidade das mudas. Essa relação entre parâmetros de crescimento e a qualidade das mudas já tem sido discutido para espécies florestais (Binotto *et al.*, 2010), mas pouco empregada para espécies olerícolas.

Diante dessas discussões, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do biochar na qualidade de mudas de rúcula, beterraba e berinjela, quando adicionado em diferentes substratos. Além de verificar a relação entre o Índice de qualidade de Dickson e variáveis de crescimento das plântulas,

de modo a prever a qualidade das mudas dessas olerícolas sem a necessidade de destruição.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em viveiro na Universidade do Estado de Mato Grosso, em Nova Xavantina - MT (14° 41' 25" S; 52° 20' 55" W). Foram produzidas mudas de beterraba cultivar Tall Top Early Wonder (lote: 014759; germinação: 99%), berinjela cultivar roxa comprida (lote: 014079; germinação: 88%), e rúcula cultivar 'Cultivada' (lote: 0011501030078010; germinação: 94%). As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, dispostas sobre suportes de ferro com altura de 1,20 m, em casa de vegetação com telado de 50% de sombreamento. A irrigação, por microaspersão, foi realizada conforme condições climáticas. Após germinação o desbaste foi realizando visando manter a planta mais vigorosa por célula.

O delineamento experimental de todos os experimentos foi de blocos casualizados com quatro repetições. Para as mudas de rúcula foi usado esquema fatorial, formando 16 substratos com quatro concentrações de biochar e esterco

bovino, 0, 10, 20 e 40% (v/v), adicionadas a Latossolo Vermelho distrófico. As mudas de beterraba foram testadas em dois arranjos experimentais, o primeiro (Beterraba 1) com seis tratamentos usando substratos comerciais, Germinar e Qualifibra, e acréscimo de 7,5 e 15% de biochar em cada um deles. O segundo arranjo para as mudas de beterraba (Beterraba 2) consistiu de cinco tratamentos com concentrações crescentes de biochar (0, 5, 10, 20 e 40%) adicionadas ao Latossolo Vermelho (v/v). Para berinjela os substratos foram formados por cinco doses de biochar ou esterco bovino adicionados em Latossolo vermelho (0, 5, 10, 20 e 40% v/v), além de um segundo controle representado pelo substrato comercial Germinar.

Os materiais utilizados na formação dos substratos foram analisados quanto as características químicas (Tabela 1). O carvão vegetal utilizado possuía granulometria inferior a 0,5 mm e foi obtido de madeira de espécies do Cerrado, em forno de alvenaria do tipo convencional. A mistura dos substratos foi realizada através de betoneira para perfeita homogeneização.

**Tabela 1.** Análise química dos materiais utilizados na formação dos substratos, para testes com rúcula (A), beterraba 1(B), beterraba 2(C) e berinjela (D).

Materiais	pH	Ca	Mg	H+Al	CTC	P	K	V	MO
	CaCl <sub>2</sub>	-----cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup>	-----	-----	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	%	g dm <sup>-3</sup>
Latossolo Verm. (A)	5,0	2,9	1,1	5,6	10,0	24,9	15,0	43,9	49,8
Esterco bovino (A)	7,1	6,3	1,3	0,8	11,8	883,1	13,1	93,0	117,1
Biochar (A, B, C e D)	5,8	2,1	0,9	1,6	5,4	9,9	330	71,0	17,4
Germinar (B e D)	5,7	18,8	5,0	6,6	32,3	592,7	740,0	79,7	152,9
Qualifibra (B)	5,7	7,8	3,2	4,7	17,1	616,3	570,0	72,9	258,8
Latossolo Verm. (C e D)	4,5	2,5	1,2	8,7	12,5	18,5	24	30,2	55,8
Esterco bovino (D)	8,0	3,5	9,5	0,3	14,6	438,4	9,1	97,4	105,3

Os parâmetros de crescimento foram avaliados aos 30 DAS para beterraba, e aos 40 DAS

para rúcula e berinjela. O número de folhas, a altura, o diâmetro e a biomassa aérea e radicular,

foram mensurados utilizando 50 mudas centrais em cada tratamento. A altura foi obtida com régua milimétrica, o diâmetro com paquímetro digital, enquanto a biomassa foi verificada em balança de precisão após secagem do material em estufa de circulação forçada a 65°C. Para comparação da qualidade das mudas entre os tratamentos foi verificado as relações entre altura e diâmetro (H/DM), altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA), massa seca da parte aérea e massa seca radicular (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson – IQD =  $[MST/(H/D)+(MSPA/MSR)]$  (Dickson *et al.*, 1960).

Os resultados dos parâmetros de qualidade das mudas foram verificados através da análise de variância e, quando significativos a 5%, foram analisados conforme teste estatístico mais indicados para cada arranjo experimental. Assim, para rúcula foi usado o estudo de regressão polinomial (superfície de resposta), quando a interação não se mostrou significativa, efetuou-se o estudo de regressão de primeiro e segundo graus para cada fator separadamente. Para a beterraba 1 foi empregado o teste de ANOVA, com posterior teste de Tukey. Enquanto para beterraba 2 e para berinjela foi realizado o teste de regressão de primeiro grau. Para verificar se o Índice de Qualidade de Dickson apresenta correlação com os parâmetros número de folhas, altura, diâmetro e relação H/DM foi aplicada a análise de correlação linear de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as mudas de rúcula, o uso de biochar não influenciou a qualidade, uma vez que também não afetou os parâmetros de crescimento como

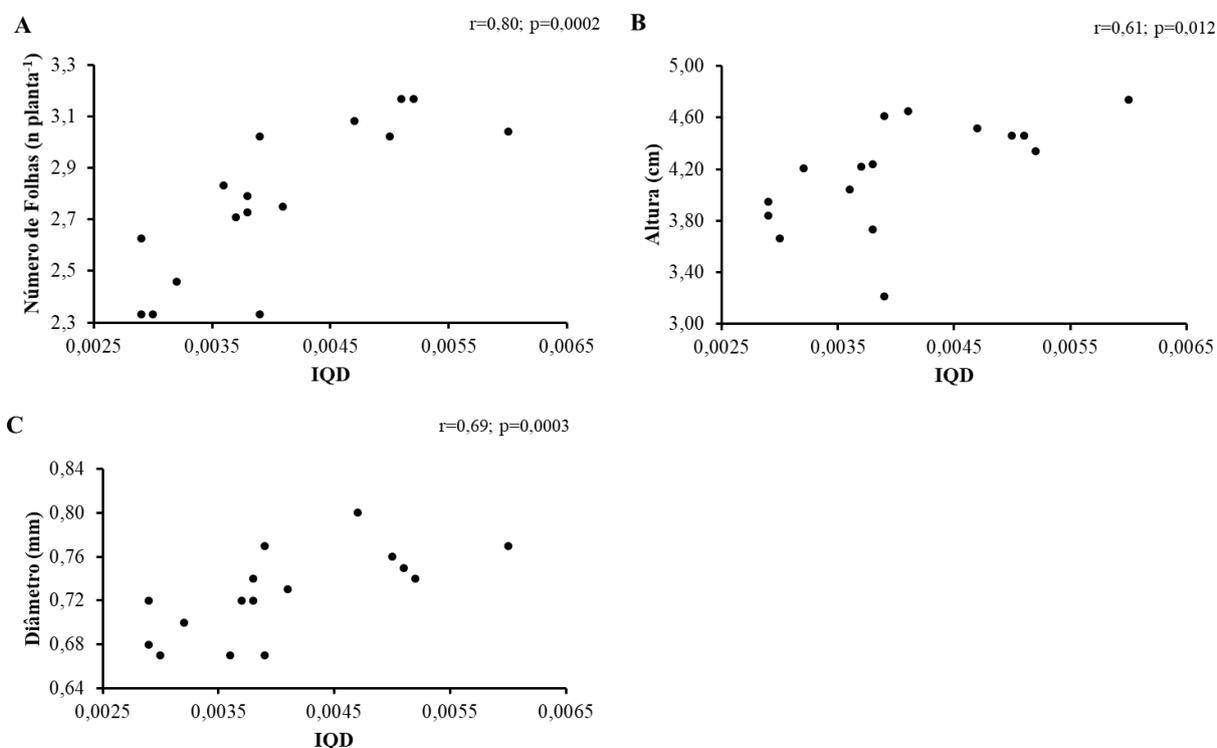
apresentado por Lima *et al.* (2017). Conforme a Tabela 2, as médias observadas foram 0,0041 para o IQD, 262,8 para H/MSPA, 5,75 para H/DM e 1,40 para MSPA/MSR. Essas médias estão abaixo do verificado por outros pesquisadores (Ensinas *et al.*, 2011; 2013), o que indica que o arranjo utilizado não foi eficiente para que as mudas apresentassem qualidade precoce. Mesmo com os resultados positivos de interação biochar e matéria orgânica ou fertilizantes já comprovadas na literatura (Gaskin *et al.*, 2010; Glaser *et al.*, 2002; Steiner *et al.*, 2007), inclusive com mudas de olerícolas (Lima *et al.*, 2013 a, b), as características químicas dos produtos bem como seu tempo de ação podem afetar a eficiência do uso. O biochar e o esterco, visto que são materiais orgânicos, podem apresentar composições químicas variadas.

Quanto a correlação entre o IQD e os parâmetros de crescimento das mudas de rúcula, os resultados foram significativos e positivos (Figura 1). Essas variáveis se mostram altamente correlacionadas ( $R > 0,5$ ), principalmente o número de folhas ( $R = 0,8$ ) (Figura 1A) e o diâmetro ( $R = 0,69$ ) (Figura 1C). Esses parâmetros podem ser utilizados para prever a qualidade das mudas de rúcula sem que essas sejam destuídas. Com os resultados é possível inferir que mudas com maiores valores de número de folhas, altura e diâmetro tendem a apresentar maior qualidade pelo Índice de Qualidade de Dickson. Já a relação H/DM não mostrou correlação com o IQD ( $r = 0,32$ ,  $p = 0,23$ ). Essa correlação entre parâmetros de crescimento e a qualidade de mudas também é discutida por Binotto *et al.* (2010), mostrando o potencial de uso desses parâmetros para inferior qualidade em mudas de eucalipto.

**Tabela 2.** Valores médios para os parâmetros de qualidade: relação altura e massa seca aérea (H/MSPA), altura e diâmetro (H/DM), massa seca aérea e radicular (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de rúcula cultivar ‘Cultivada’ aos 40 dias após a semeadura, com a combinação de biochar (BC) e esterco bovino curtido (EB).

BC x EB	H/MSPA (cm g <sup>-1</sup> )	H/DM (cm mm <sup>-1</sup> )	MSPA/MSR (g g <sup>-1</sup> )	IQD
0-0	350,83	6,01	1,09	0,0032
0-10	252,50	6,03	1,45	0,0036
0-20	185,83	5,95	1,60	0,0051
0-40	217,00	5,86	1,25	0,0052
10-0	178,33	4,79	2,00	0,0039
10-10	266,43	5,04	1,27	0,0038
10-20	307,33	5,99	1,15	0,0039
10-40	206,09	6,16	1,15	0,0060
20-0	384,00	5,33	1,11	0,0029
20-10	301,43	5,86	1,27	0,0037
20-20	211,36	6,37	1,83	0,0041
20-40	185,83	5,87	1,71	0,0050
40-0	366,00	5,46	1,00	0,0030
40-10	303,85	5,81	1,63	0,0029
40-20	249,41	5,89	1,55	0,0038
40-40	237,89	5,65	1,36	0,0047
<b>P</b>	0,609 <sup>ns</sup>	0,805 <sup>ns</sup>	0,456 <sup>ns</sup>	0,708 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> Não significativo, a 5% de probabilidade, pelos testes de regressão polinomial



**Figura 1.** Relações entre Índice de Qualidade de Dickson e parâmetros de crescimento de mudas de rúcula cultivar ‘Cultivada’ aos 40 dias após a semeadura.

A qualidade das mudas de beterraba no arranjo 1, com substratos comerciais e biochar, foi significativa na relação H/MSPA. Nessa relação o substrato Germinar mostrou melhor desempenho, visto o menor valor, indicando balanceamento das relações alométricas altura e diâmetro na biomassa aérea. Plantas desbalanceadas, com maior altura, tendem a estiolar e quebrar. Apesar da significância da ANOVA o teste a posteriori não mostrou diferenças entre os tratamentos para H/DM,

sendo a média nesse parâmetro de 69,6. Os parâmetros MSPA/MSR e IQD foram semelhantes entre os tratamentos com médias de 1,03 (Tabela 3). Conforme Lima *et al.* (2013b), o substrato Germinar mostrou eficiência quanto ao desenvolvimento em altura, diâmetro e biomassa aérea. Ainda, diferenças entre substratos comerciais podem ser verificadas visto diferenças de composições (Ferraz *et al.*, 2005).

**Tabela 3.** Valores médios para os parâmetros de qualidade: relação altura e massa seca aérea (H/MSPA), altura e diâmetro (H/DM), massa seca aérea e radicular (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de beterraba cv. Tall Top Early Wonder, aos 30 dias após a semeadura, com a combinação de substrato comercial (GR ou QB) e biochar (BC), ou Latossolo Vermelho (LV) e Biochar.

Substrato Beterraba 1	H/MSPA (cm g <sup>-1</sup> )	H/DM (cm mm <sup>-1</sup> )	MSPA/MSR (g g <sup>-1</sup> )	IQD
GR	34,78 b	61,10 a	1,05	1,05
GR+BC7,5	41,19 ab	37,50 a	1,03	1,03
GR+BC15	42,37 ab	68,44 a	1,26	1,27
QB	41,49 ab	99,87 a	0,96	0,96
QB+BC7,5	53,24 a	102,63 a	0,77	0,77
QB+BC15	48,92 a	48,27 a	1,14	1,14
<b>P</b>	0,006**	0,049*	0,66 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>
Beterraba 2				
LV	423,13	67,88	1,65	0,00011
BC5	356,87	53,63	1,27	0,00017
BC10	483,20	75,4	1,29	0,00011
BC 20	393,49	53,01	1,26	0,00014
BC 40	383,93	44,49	1,32	0,00015
<b>P</b>	0,99 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>

\*significativo a 5%, \*\* significativo a 1%, <sup>ns</sup> Não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (Beterraba 1) ou pelos testes de regressão simples (Beterraba 2)

A qualidade das mudas de beterraba, no arranjo 2, quando o biochar é adicionado ao Latossolo, não foi significativa, com médias de 408,12 para H/MSPA, 60,9 para H/D, 1,36 para MSPA/MSR e 0,00014 para IQD (Tabela 3). Nesse segundo arranjo as mudas de beterraba mostraram grande desbalanceamento na biomassa aérea uma vez que os valores observados para H/MSPA

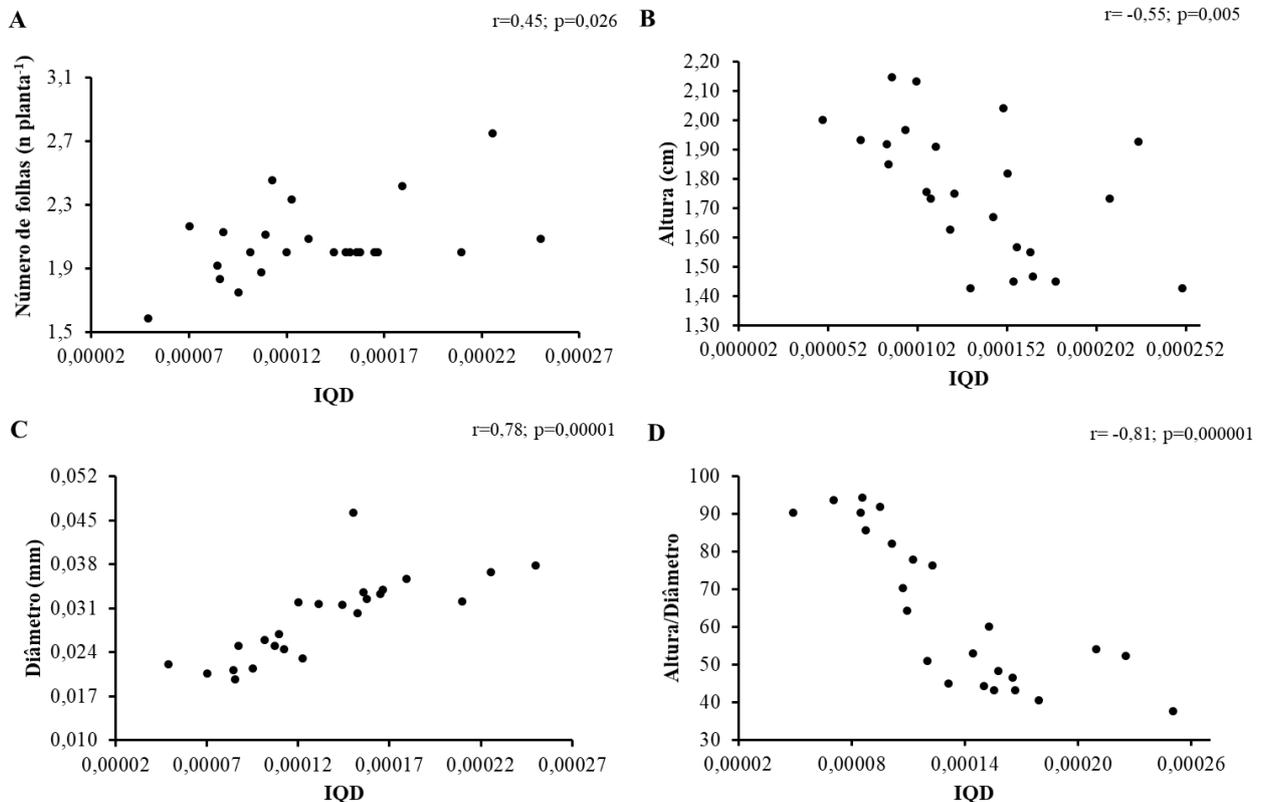
foram mais de 5 vezes o valor observado no arranjo 1. Os valores de IQD, extremamente baixos, também demonstram a fragilidade das plantas. Comparando os dois arranjos é possível inferir que apenas o Latossolo utilizado não promovia as exigências nutricionais para o bom desempenho das mudas. Essa hipótese é reforçada quando os valores da relação MSPA/MSR são

comparados aos observados por Echer *et al.* (2007), que se mostraram cerca de 53% (1,45 g) maiores.

A beterraba é uma espécie sensível à acidez do solo (Tivelli *et al.*, 2011) e exigente quanto a N, P, K, Ca e Mg (Grangeiro *et al.*, 2007; Gondim *et al.*, 2011), além de micronutrientes Mn, Zn e Fe (Gondim *et al.*, 2011). Assim, a adição de biochar não foi eficiente, visto que, conforme sua composição química, o mesmo não atua na disponibilidade de nutrientes, mas na retenção e liberação lenta daqueles já presentes no solo (Winsley, 2007; Lima *et al.*, 2013a). A exigência nutricional da espécie influencia na produção de biomassa principalmente o suprimento adequado de N (Trani *et al.*, 2005; Tivelli *et al.*, 2011) e P (Avalhaes *et al.*, 2009).

As correlações entre o IQD e os parâmetros de crescimento das mudas no

experimento beterraba 1 não foram significativas (IQD/NF  $r=-0,23$ ,  $p=0,28$ ; IQD/AM  $r=0,04$ ,  $p=0,85$ ; IQD/DM  $r=0,08$ ,  $p=0,72$ ; IQD/H/DM  $r=-0,16$ ,  $p=0,47$ ). Para as mudas de beterraba no arranjo 2, foi observada correlação significativa e positiva entre o IQD e os parâmetros número de folhas e diâmetro, enquanto houve correlação significativa e negativa entre o IQD e as variáveis altura e relação H/DM (Figura 2). Essas correlações foram fortes ( $R>0,5$ ) principalmente para as variáveis diâmetro ( $R=0,78$ ) (Figura 2C) e relação H/DM ( $R=0,81$ ) (Figura 2D), o que indica que esses parâmetros podem ser utilizados para prever a qualidade das mudas de beterraba. Mudanças com maiores valores de número de folhas e diâmetro tendem a apresentar melhor qualidade.



**Figura 2.** Relações entre Índice de Qualidade de Dickson e parâmetros de crescimento de mudas de beterraba (arranjo 2) cultivar Tall Top Early Wonder aos 30 dias após a semeadura.

Para os parâmetros altura e relação AM/DM, maiores valores representam menor qualidade, visto o desbalanceamento da biomassa aérea, que apresenta menor diâmetro. O período menor de avaliação, em relação as demais espécies, pode justificar o menor crescimento em diâmetro, influenciando a relação entre altura, AM/DM e IQD.

Para as mudas de berinjela, a adição de biochar não influenciou a qualidade, sendo as médias 162,7 para H/MSPA, 2,98 para H/D, 2,33

para MSPA/MSR e 0,004 para IQD (Tabela 4). Os valores de H/MSPA e IDQ, são mais distintos em relação aos observados quando as mudas são produzidas com adição de esterco bovino. Nos substratos com esterco as mudas mostraram maior qualidade pelo IQD, H/MSPA e MSPA/MSR. O aumento das doses de esterco melhora a qualidade pelo IQD e relação H/MSPA, enquanto a MSPA/MSR é prejudicada visto o desbalanceamento (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios para os parâmetros de qualidade: relação altura e massa seca aérea (H/MSPA), altura e diâmetro (H/DM), massa seca aérea e radicular (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de berinjela cv roxa comprida aos 40 dias após a semeadura, com a adição de biochar (BC) ou esterco bovino (EB) em Latossolo Vermelho.

Substrato	H/MSPA (cm g <sup>-1</sup> )	H/DM (cm mm <sup>-1</sup> )	MSPA/MSR (g g <sup>-1</sup> )	IQD
LV	168,56	2,97	2,57	0,0037
GER	166,03	2,97	1,24	0,0061
BC5	175,46	3,36	2,46	0,0038
BC10	139,78	2,62	3,02	0,0042
BC 20	177,13	3,13	3,02	0,0033
BC 40	149,00	2,85	1,67	0,0061
P	0,48 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>
EB5	83,84	2,61	2,35	0,0092
EB10	80,22	2,70	3,65	0,0077
EB20	39,33	2,66	5,41	0,0131
EB40	24,79	2,68	5,52	0,0220
P	0,03 <sup>**</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>**</sup>	0,001 <sup>*</sup>
R <sup>2</sup>	0,73	-	0,78	0,95

\* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% e <sup>ns</sup> Não significativo, pelo teste de regressão linear simples

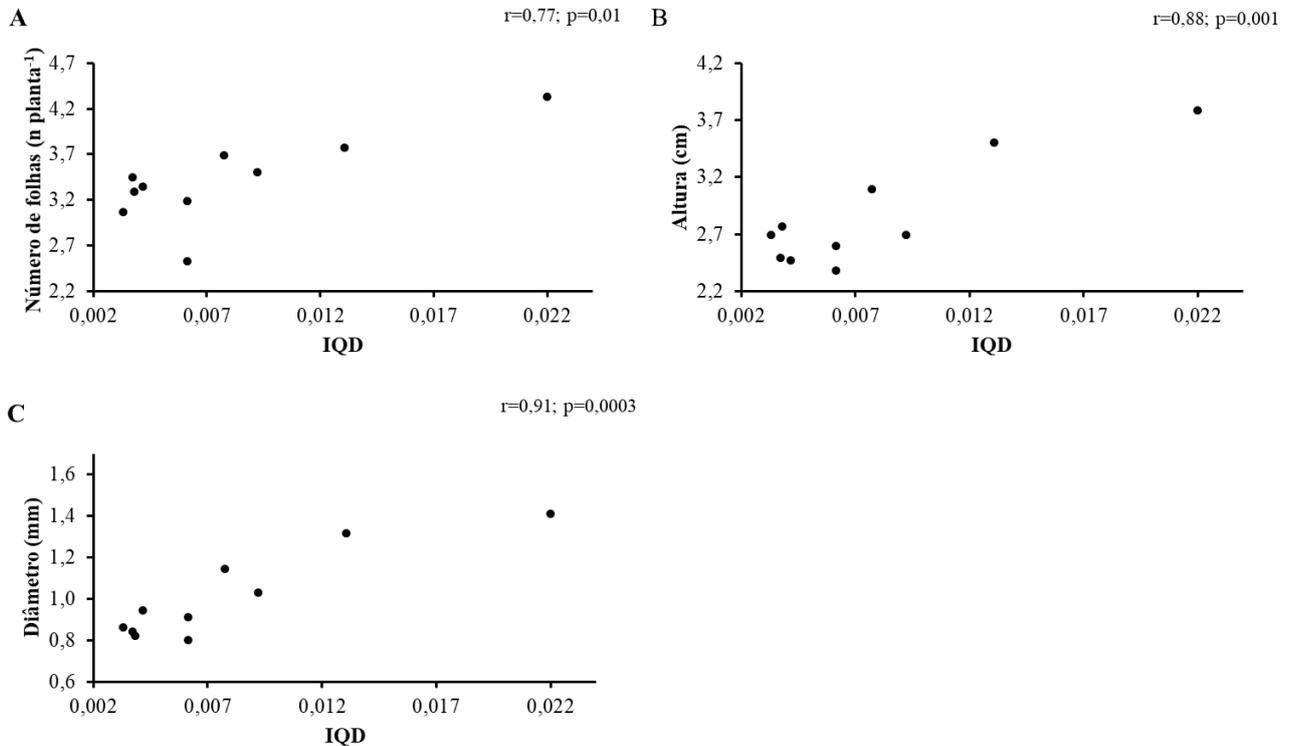
Com esses resultados, pode-se inferir que apenas a adição de biochar não é suficiente, principalmente na relação H/MSPA, que reflete no IQD, 50% menor que os resultados com esterco. Novamente os resultados apontam que é necessário substrato com maior qualidade nutricional, visto que apenas o Latossolo ou a adição de biochar não foram suficientes para

garantir a qualidade das mudas. Os valores de IQD observados são semelhantes aos demonstrados por Costa *et al.* (2011) aos 56 DAS, logo nesse arranjo as mudas mostraram semelhante qualidade em menor período de tempo.

As mudas de berinjela cultivar comprida roxa apresentaram resultados de correlação significativa e positiva entre o IQD e os parâmetros

número de folhas, altura e diâmetro (Figura 3). Essas correlações foram fortes ( $R > 0,5$ ) com  $R = 0,77$  para número de folhas (Figura 3A),  $R = 0,88$  para altura (Figura 3B) e  $R = 0,91$  para diâmetro (Figura 3C), permitindo usá-los para prever a qualidade das mudas de berinjela. Mudanças

de berinjela com maiores valores de número de folhas, altura e diâmetro tendem a apresentar melhor qualidade. Quanto a correlação entre IQD e H/DM não foi significativa ( $p = 0,12$ ;  $r = -0,53$ ).



**Figura 3.** Relações entre Índice de Qualidade de Dickson e parâmetros de crescimento de mudas de berinjela cultivar roxa comprida aos 40 dias após a semeadura.

## CONCLUSÃO

Nos arranjos experimentais testados o biochar não se mostrou eficiente no incremento da qualidade das mudas de beterraba, rúcula e berinjela. Podendo ser resposta a baixa fertilidade dos substratos e/ou ao tempo curto de observação.

Os parâmetros de crescimento apresentam correlação com o Índice de qualidade de Dickson. É possível verificar a qualidade das mudas de beterraba, rúcula e berinjela através dos valores de número de folhas, altura e diâmetro.

Esses resultados podem contribuir para reduzir o tempo e a perda de material vegetal, uma

vez que a verificação da qualidade das mudas pelos parâmetros de crescimento não requer a destruição das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVALHAES, C. C., PRADO, R. M., GONDIM, A. R. O., ALVES, A. U., CORREIA, M. A. R. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. *Scientia Agraria*, v. 10, p. 075-080, 2009.
- BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality Index in forest seedlings. *Cerne*, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

- COSTA, E., DURANTE, L. G. Y., NAGEL, P. L., FERREIRA, C. R., SANTOS, A. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 1017-1025, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- ECHER, M. M., GUIMARÃES, V. F., ARANDA, A. N., BORTOLAZZO, E. D., BRAGA, J. S. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, p. 45-50, 2007.
- ENSINAS, S. C.; MAEKAWA JUNIOR, M. T.; ENSINAS, B. C. Desenvolvimento de mudas de rúcula em diferentes combinações de substrato. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2011.
- ENSINAS, S. C.; MONACO, K. A.; BORELLI, A. B.; SCALON, S. Q.; SILVA, E. F. Fertirrigação na formação de mudas de rúcula em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 3, p. 238-246, 2013.
- FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, D. A.; VILLAR, J. V.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, F. G. Produção de mudas de pimentão e alface em diferentes combinações de substrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 133-137, 2008.
- FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 209-214, 2005.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: Prado, R. M. et al. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal, SP, FCAV/FAPESP/CAPES/FundUnesp. pp.45-62. 2010.
- GASKIN, J. W., SPEIR, R. A., HARRIS, K., DAS, K. C., LEE, R. D., MORRIS, L. A.; FISHER, D. S. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. **Agronomy Journal**, v. 102, p. 623-633, 2010.
- GLASER, B., LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 219-230, 2002.
- GOMES, L. A. A.; RODRIGUES, A. C.; COLLIER, L. S.; FEITOSA, S. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 359-363, 2008.
- GONDIM, A. R. O., CORREIA, M. A. R., ALVES, A. U., PRADO, R. M., CECÍLIO FILHO, A. B. Crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em plantas de beterraba cultivadas em sistema hidropônico. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 526-535, 2011.
- GRANGEIRO, L. C. NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L. MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.
- LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in ecology and the environment**, v. 5, p. 381-387, 2007.
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Eds.) **Biochar for environmental management: science and technology**. London, Earthscan. p.01-09, 2009.

- LEHMANN, J.; SILVA JUNIOR, J. P.; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant and Soil**, v. 249, p. 343-357, 2003.
- LIMA, S. L.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; COUTO, C. A. **Desenvolvimento de mudas de rúcula em substratos condicionados com biochar e esterco bovino**. Resumo: Convibra, online conference. 2017.
- LIMA, S. L.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; TAMIOZZO, S.; BUCK, G. B.; MARIMON, B. S. Biochar as substitute for organic matter in the composition of substrates for seedlings. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 333-341, 2013a.
- LIMA, S. L.; MARIMON-JUNIOR, B. M.; TAMIOZZO, S.; PETTER, F. A.; MARIMON, B. S.; ABREU, M. F. Biochar adicionado em Latossolo Vermelho beneficia o desenvolvimento de mudas de beterraba? **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 97-103, 2016.
- LIMA, S. L.; TAMIOZZO, S.; PETTER, F. A.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, B. H. Desenvolvimento de mudas de beterraba em substratos comerciais tratados com biochar. **Agrotropica**, v. 25, p.181-186, 2013b.
- MAJOR, J.; RONDON, M.; MOLINA, D.; RIHA, S. J.; LEHMANN, J. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. **Plant and Soil**, v. 333, p. 117-128, 2010.
- MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 186-189, 2008.
- PACHECO, L. P.; PETTER, F. A. Benefits of cover crops in soybean plantation in Brazilian Cerrados. In: TZI-BUN, NG (Ed.). **Soybean - Applications and Technology**. INTECH. p. 67-94, 2011.
- PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; SOLER, M. A. S.; CARNEIRO, M. A. C.; CARVALHO, M. T. M.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; PACHECO, L. P. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 699-706, 2012.
- STEINER, C.; TEIXEIRA, W. G.; LEHMANN, J.; NEHLS, T.; MACÊDO, J. L. V.; WEH, B.; ZECH, W. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. **Plant and Soil**, v. 291, p. 275-290, 2007.
- TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização**. IAC, Campinas, Brasil. 51 p. 2011.
- TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 726-730, 2005.
- WINSLEY, P. Biochar and bioenergy production for climate change mitigation. **Science Review**, v. 64, p. 5-10, 2007.