

## PROLINA E POLIHIDROXIBUTIRATO NO CULTIVO DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L)

RUSSO, G. R<sup>1</sup>; TEIXEIRA, N. T<sup>1</sup>; ARRUDA, A.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nutrição de Plantas, Curso de Engenharia Agrônômica, UniPinhal, Espírito Santo do Pinhal, SP, nilva@unipinhal.edu.br.

<sup>2</sup> Fortem Internacional, Mogi Guaçu, SP, anaclaudia@forteminternational.com

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das espécies cultivadas de maior importância no Brasil. Entre os fatores limitantes para a produtividade da referida cultura no Brasil, além de sementes de baixa qualidade, estão a suscetibilidade a pragas e doenças e a baixa tolerância a estresse hídricos severos vivenciado pela cultura no ciclo vegetativo. Quando ocorre déficit hídrico estimula-se nas plantas a formação do aminoácido Prolina na tentativa de aumentar a resistência à falta de água. Presume-se, portanto, que a aplicação exógena de Prolina, preventivamente, pode tornar as plantas mais resistentes à falta d'água e a doenças e pragas, o que certamente, as tornarão mais produtivas. Outra ferramenta que pode ser empregada, na busca de maiores produções, são os bioestimulantes; e entre eles os derivados de microrganismos. Tais formulados apresentam em sua composição substâncias que promovem maior resistência biótica e abiótica, melhor enraizamento e a produtividade vegetal. O objetivo é apresentar os resultados conduzidos para estudar o comportamento de diferentes doses de formulados comerciais contendo o aminoácido Prolina e Polihidroxibutirato (PHB), em diferentes formas de aplicação, analisando-se o enraizamento, desenvolvimento da parte aérea e número e massa de vagens. Foram dois os estudos, o primeiro com o aminoácido Prolina e o segundo com Polihidroxibutirato (PHB), ambos conduzidos com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv carioca 80, na casa de vegetação do setor de Nutrição de Plantas e Produção Orgânica do Curso de Engenharia Agrônômica "Manoel Carlos Gonçalves", Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - Unipinhal, - Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo, coordenadas geográficas 22° 12' 10" S 46° 44' 44" W, instalado no período março a julho de 2018. O delineamento estatístico, adotado nos ensaios, foi o inteiramente casualizado e 4 repetições. Cada parcela experimental constou de 2 laminados plásticos contendo 8 kg de substrato preparado com 2/3 de solo e 1/3 de areia de rio, devido ao teor elevado de argila da terra disponível. No ensaio com o formulado contendo Prolina foram 9 tratamentos, envolvendo diferentes doses e formas de aplicação (via semente e foliar). Já no estudo com o formulado composto de PHB foram 10 tratamentos, com aplicação via *drench* e foliar em diferentes doses. Os resultados obtidos permitiram concluir que, para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) cv carioca 80 e nas condições do ensaio que os formulados comerciais compostos de Prolina e PHB foram eficientes na promoção do desenvolvimento radicular e aéreo e na produção de vagens (em massa e número), nas formas e doses testadas; quanto à Prolina: análise global indica que, quanto ao desenvolvimento radicular, o emprego via sementes na dose de 0,1 g ton<sup>-1</sup> de sementes foi o mais adequado; em relação à massa de parte aérea, os destaques foram: 0,2 % via foliar e a associação via semente (0,2 g ton<sup>-1</sup>) e via foliar (0,2%); quanto ao número de vagens todas as formas e doses de aplicação se mostraram

eficientes; a avaliação da massa de vagens mostrou que a inclusão de 0,1 g ton<sup>-1</sup> via sementes, 0,2% via foliar e a associação 0,2 g ton<sup>-1</sup> formulado via sementes + 0,1 % via foliar foram as opções mais eficientes; em relação ao uso de PHB a adição de 0,75 L ha<sup>-1</sup> via foliar foi o mais adequado, considerando-se o sistema radicular, comprimento e massa; quanto à massa de parte aérea as melhores opções foram: a inclusão de 1,5 L ha<sup>-1</sup> via *drench* e o uso associado de 1,5 L ha<sup>-1</sup> via *drench* e 1,5 L ha<sup>-1</sup> via foliar; Os produtos em referência são promissores e merecem outros estudos, sendo este preliminar.

**Palavras-chave:** Aminoácidos. Bioativador. Leguminosas.

## ABSTRACT

### PROLINE AND POLYHYDROXIBUTIRATE IN BEAN CULTURE (*Phaseolus vulgaris* L)

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important cultivated species in Brazil. Among the limiting factors for the productivity of that crop in Brazil, in addition to low quality seeds are the susceptibility to pests and diseases and the low tolerance to severe water stress experienced by the crop in the vegetative cycle. When water deficit occurs, the formation of the amino acid Proline is stimulated in plants in an attempt to increase resistance to lack of water. It is assumed, therefore, that the exogenous application of Proline, preventively, can make plants more resistant to water shortages and diseases and pests, which will certainly make them more productive. Another tool that can be used, in search of greater productions, are the biostimulants; and among them those derived from microorganisms. Such formulations have in their composition substances that promote greater biotic and abiotic resistance, better rooting and plant productivity. The objective is to present the results conducted to study the behavior of different doses of commercial formulations containing the amino acid Proline and Polyhydroxybutyrate (PHB), in different forms of application, analyzing the rooting, shoot development and number and mass of pods. There were two studies, the first with the amino acid Proline and the second with Polyhydroxybutyrate (PHB), both conducted with beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cv carioca 80, in the greenhouse of the Plant Nutrition and Organic Production sector of the Agronomic Engineering "Manoel Carlos Gonçalves", Regional University Center of Espírito Santo do Pinhal - Unipinhal, - Espírito Santo do Pinhal, state of São Paulo, geographical coordinates 22 ° 12 '10 "S 46 ° 44' 44" W, installed in the period March to July 2018. The statistical design, adopted in the tests, was completely randomized and 4 repetitions. Each experimental plot consisted of 2 plastic laminates containing 8 kg of substrate prepared with 2/3 of soil and 1/3 of river sand, due to the high clay content of the available soil. In the trial with the formulated containing proline, there were 9 treatments, involving different doses and forms of application (via seed and leaf). In the study with the formulated PHB compound there were 10 treatments, with application via *drench* and leaf in different doses. The results obtained allowed to conclude that, for common bean (*Phaseolus vulgaris* L) cv carioca 80 and under the conditions of the test, the commercial formulations composed of Proline and PHB were efficient in promoting root and aerial development and in the production of pods (in mass and number), in the tested forms and doses; as for proline: global analysis indicates that, regarding root development, the use of seeds at the dose of 0.1 g ton<sup>-1</sup>

of seeds was the most appropriate; in relation to the aerial part mass, the highlights were: 0.2% via leaf and the association via seed (0.2 g ton<sup>-1</sup>) and via leaf (0.2%); as for the number of pods, all forms and doses of application proved to be efficient; the evaluation of the pod mass showed that the inclusion of 0.1 g ton<sup>-1</sup> via seeds, 0.2% via leaf and the association 0.2 g ton<sup>-1</sup> formulated via seeds + 0.1% via leaf were the options more efficient; in relation to the use of PHB, the addition of 0.75 L ha<sup>-1</sup> via leaf was the most appropriate, considering the root system, length and mass; as for the aerial part mass, the best options were: the inclusion of 1.5 L ha<sup>-1</sup> via drench and the associated use of 1.5 L ha<sup>-1</sup> via drench and 1.5 L ha<sup>-1</sup> via leaf; The products in reference are promising and deserve further studies, being this preliminary.

**Key words:** Amino acids. Bioactivator. Legume.

## INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das espécies cultivadas de maior importância no Brasil, com expressiva representatividade na área agricultável brasileira,

Entre os fatores limitantes para a produtividade da referida cultura no Brasil, além de sementes de baixa qualidade, estão a suscetibilidade à pragas e doenças e a baixa tolerância a estresse hídricos severos vivenciado pela cultura no ciclo vegetativo. (WHITE, 1993 apud SALVADOR, 2010).

Em presença de falta de água, em tentativa de aumentar a resistência estimula-se nas plantas a formação do aminoácido Prolina. Tal aminoácido está ligado a síntese de carboidratos fibrosos (como a lignina), o que diminui as perdas de água pelos vegetais e, assim, reduz os danos causados pela falta de água no cultivo, evitando as perdas na produção (CASTRO, 2017). Por outro lado, plantas com maior concentração de lignina são mais resistentes a pragas e doenças (MALAVOLTA, 2006). Presume-se, portanto, que a aplicação exógena de Prolina, preventivamente, pode tornar as plantas mais resistentes à falta d'água e a doenças e pragas, o que

certamente, as tornarão mais produtivas.

Uma ferramenta que pode ser empregada, na busca de maiores produções, são os bioestimulantes; e entre eles os derivados de microrganismos, como os formulados que se compõem de Polihidroxibutirato (PHB), biopolímero microbiano, e de biomassa hidrolisada das bactérias benéficas do solo *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas aureofaciens*. Tais formulados apresentam em sua composição substâncias que promovem maior resistência biótica e abiótica, melhor enraizamento e a produtividade vegetal. O tratamento das plantas com Polihidroxibutirato (PHB) pode proporcionar benefícios ao desenvolvimento e à produtividade das plantas (ALBIT, s.d.).

De acordo com Lehninger; Nelson; Cox (2002) os aminoácidos são compostos orgânicos formadores das proteínas, clorofilas, coenzimas, ácidos nucleicos, entre outros substâncias importantes para os vegetais.

Teixeira (2015) considera que os aminoácidos, além das já citadas funções, podem contribuir como suplemento de nitrogênio e desempenhar diversas outras funções. Enfatiza, também, que os aminoácidos podem funcionar como

bioestimulantes, melhorando o enraizamento e desenvolvimento das plantas, favorecendo a qualidade e quantidade da produção, deixando a planta resistente aos agentes externos. Há comprovações de que o uso dos aminoácidos faz com que a planta economize energia e melhore a translocação de nutrientes, apresentando assim efeitos benéficos, pois se sabe que planta bem nutrida é mais tolerante às condições adversas, e usa a energia para uma mais rápida recuperação da planta.

Costa (2017) relata que os aminoácidos possuem diversos papéis importantes na vida das plantas, compondo as proteínas, conferindo maior resistência ao estresse hídrico, aos ataques de pragas e doenças e às altas temperaturas.

Na resistência da planta a agentes externos a prolina se destaca. Esse aminoácido apresenta importantes funções de osmoproteção a plantas que passaram a sofrer estresse hídrico ou com salinidade, além de estabilizar estruturas celulares (LANTMANN, 2015).

De acordo com Prolis (2018), o emprego da prolina, no tratamento de sementes e via foliar, Favorece o aumento de raízes nas plantas; melhora a germinação e regula a

circulação de água na planta, fazendo que essas plantas, possam ter maior facilidade de recuperação, após uma seca hídrica. O mesmo autor relata que, em estudos realizados em 2009 e 2010, com material *in vitro*, na Universidade Alexandro Stulginskiso Universitetas, Lituânia, o tratamento com prolina conferiu aos brotos de colza se mostraram mais resistentes à geadas, em relação aos que não receberam o referido aminoácido

De acordo com Castro et al. (2008), os bioativadores são substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento, capazes de atuar na transcrição do DNA na planta, expressão gênica, proteínas da membrana, enzimas metabólicas e nutrição mineral. Entre os bioativadores estão os de origem microbiológica (CASTRO et al., 2008). Os microrganismos responsáveis pela produção de tais bioativadores são chamados de benéficos, eficazes ou eficientes (PENTEADO, 2012).

Entre os chamados microrganismos benéficos está a bactéria *Bacillus megaterium*, ocasionalmente encontrada no solo. São seres aeróbios, gram-positivos e não são patogênicos aos humanos e compõem-se de elevados teores de polihidroxibutirato (PHB), podendo

contar em sua biomassa seca com até 77% do citado produto. Quando encontrado em sua biomassa seca (ARAUJO, 2011).

Outra bactéria, também benéfica, é a *Pseudomonas aureofaciens*, aeróbica *microrganismo* gram-negativo, encontrada normalmente no solo e que também melhoram a síntese do PHB pela bactéria *Bacillus megaterium* (KLUYVER, 1956).

O PHB, atualmente, é usado para a fabricação de bioplásticos, ou plásticos biodegradáveis, decompondo-se entre 6 a 12 meses. (COUTINHO et al., 2004). Entretanto, cita-se na literatura que pode ser empregado como bioestimulante e, também, como antidoto de fitotoxidez promovida por agentes fitossanitários e agente de resistência a fungos (ALBIT, s.d.)

Em estudos realizados com o produto comercial Albit (composto de PHB) com *Passiflora incarnata* L. em condições de estufa, Gin et al. (2017) observaram que as flores de plantas, originadas de sementes tratadas, continham maior teor de antioxidantes, carotenoides, clorofila e apresentavam-se 10 a 15% mais desenvolvidas do que derivadas de sementes que não receberam Albit.

Em ensaios com feijoeiro Zlotnikov (2006) verificou maior rendimento em massa de grãos e maior resistência das plantas contra patógenos, como podridões radiculares, *Fusarium*, *Septoria*, *Aschochita* e manchas foliares.

O objetivo é apresentar os resultados conduzidos para estudar o comportamento de diferentes doses de formulados comerciais contendo o aminoácido Prolina e Polihidroxibutirato (PHB), em diferentes formas de aplicação, analisando-se o enraizamento, desenvolvimento da parte aérea e número e massa de vagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram dois os estudos: o primeiro com o aminoácido prolina e o segundo com Polihidroxibutirato (PHB), ambos conduzidos com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv carioca 80, na casa de vegetação do setor de Nutrição de Plantas e Produção Orgânica do Curso de Engenharia Agrônômica “Manoel Carlos Gonçalves”, Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UniPinhal, - Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo,

coordenadas geográficas 22° 12' 10" S 46° 44' 44" W.

O delineamento estatístico, adotado nos ensaios, conduzidos no período Março a Julho de 2018, foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. No estudo com prolina foram 9 tratamentos (Tabela 2) e 10 no ensaio com PHB (Tabela 3). Cada parcela experimental constou de 2

laminados de polietileno contendo 8 kg de substrato preparado com 2/3 de solo e 1/3 de areia de rio, devido ao teor elevado de argila da terra disponível. O substrato, assim preparado, foi analisado quimicamente para correção da sua fertilidade. A Tabela 1 mostra os resultados da análise do substrato empregado.

Tabela 1. Resultados da análise do substrato empregado nos estudos

Critérios	M.O g dm <sup>-3</sup>	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P	S	K	Ca	Mg	Al	SB	H+Al	CTC	V (%)
			mg dm <sup>-3</sup>		mmolc/dm <sup>3</sup>							
Valores	4	5,2	2	2	2, 1	20	6	1	28,1	18	46,1	61
Critérios	Boro		Cobre		Ferro		Manganês		Zinco			
	mg dm <sup>-3</sup>											
Valores	0,06 Baixo		1,3 Alto		4 Baixo		0,6 Baixo		0,4 Baixo			

Na calagem adicionou-se 0,50 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com 96% de PRNT, adubando-se no plantio com 10 kg N ha<sup>-1</sup> (sulfato de amônio com 20% de N), 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (superfosfato simples com 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água e 2% em ácido cítrico) e 40 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (cloreto de potássio com 60% de K<sub>2</sub>O). Em cada parcela dispôs-se 5

sementes, promovendo-se o desbaste, 10 dias após a germinação, deixando-se 3 plântulas por parcela. A adubação de cobertura, efetuada aos 15 dias de idade das plantas, foi realizado com 60 kg de N ha<sup>-1</sup>, na forma de sulfato de amônio. As Tabelas 2 e 3 mostram os tratamentos adotados nos estudos.

Tabela 2. Doses e formas de aplicação do formulado comercial composto de Prolina\*

Tratamentos	Via Semente (g ton <sup>-1</sup> de sementes)	Via Foliar (g ha <sup>-1</sup> )
1- Controle	-	-
2	0,1	-
3	0,2	-
4	-	0,1
5	-	0,2
6	0,1	0,1
7	0,1	0,2
8	0,2	0,1
9	0,2	0,2

\* Formulado Comercial Prolis, constituído de 99,5% de prolina, Fortem International.

Tabela 3. Doses e formas de aplicação do formulado comercial contendo PHB \*\*

Tratamentos	Via <i>Drench</i> (L ha <sup>-1</sup> )	Via Foliar (L ha <sup>-1</sup> )
1- Controle	-	-
2	0,75	-
3	1,0	-
4	1,5	-
5	-	0,75
6	-	1,0
7	-	1,5
8	0,75	0,75
9	1,0	1,0
10	1,5	1,5

\*\* Formulado Albit, constituído da massa das bactérias *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas aureofaciens*, Fortem International.

Quando se empregaram os produtos via *drench* ou foliar, as aplicações foram semanais, iniciando-se 15 dias após germinação das sementes. da semente, totalizando-se 7 aplicações. Já, nos tratamentos em que a inclusão dos produtos foi nas

sementes procedeu-se da seguinte maneira: as sementes foram acondicionadas em béquer de 1 L de capacidade e imersas em 20 ml de aquosa solução contendo o formulado comercial, respeitando-se as doses empregadas no estudo (0,1 e 0,2 g ton<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de sementes). Após 5 minutos, as sementes foram retiradas, secas à temperatura ambiente e plantadas.

Ao final do ensaio, no dia 10 de julho de 2018, aos 80 dias de idade das plantas, procedeu-se a avaliação, por parcela, do comprimento e massa fresca de raízes, altura de plantas e massa fresca da parte aérea e da



**Figura 1.** Aspecto do desenvolvimento do ensaio – estudo com o produto comercial contendo Prolina.  
Fonte: acervo do autor (2018).

massa e número de vagens. Todos os resultados foram tratados estatisticamente, de acordo com o delineamento experimental, e através do *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011). As Figuras 1 e 2 mostram as plantas próximas à coleta dos resultados.



**Figura 2.** Aspecto do desenvolvimento do ensaio – estudo com o produto comercial contendo PHB.  
Fonte: acervo do autor (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1 Estudo com o produto comercial contendo Prolina

Os resultados obtidos no ensaio (Tabelas 4 e 5) mostram que o uso do formulado comercial beneficiou o enraizamento, o desenvolvimento aéreo e a produção de vagens, em número e massa.

Considerando-se o desenvolvimento radicular (Tabela 4), verifica-se que a inclusão de  $0,1 \text{ g ton}^{-1}$  de sementes (tratamento 2) foi o mais eficiente. Já, em relação ao comprimento, o mais adequado foi a aplicação de  $0,2 \text{ g ton}^{-1}$  de sementes (tratamento 3) e  $0,1\%$  via foliar (tratamento 4). Quanto a massa de parte aérea, pode-se notar que benefícios, quando o destaque foram os tratamentos 3,  $0,2 \%$  via foliar, e o 9, quando se associou a aplicação via semente ( $0,2 \text{ g ton}^{-1}$ ) e via foliar ( $0,2\%$ ).

Analisando-se as avaliações de vagens (tabela 5) verifica-se que, em relação ao número, o tratamento com o formulado testado, via sementes ou foliar, isolados ou associados foram positivos, com exceção da dose  $0,1 \text{ g ton}^{-1}$  (via sementes (tratamento 2)). Em relação a massa, observa-se que a inclusão de  $0,1 \text{ g ton}^{-1}$  formulado via

sementes (tratamento 2),  $0,2\%$  via foliar (tratamento 5) e a associação  $0,2 \text{ g ton}^{-1}$  formulado via sementes e  $0,1 \%$  via foliar (tratamento 8) promoveram aumentos superiores a  $70\%$  em relação ao controle.

Os resultados obtidos no ensaio vêm ao encontro das citações de outros autores, como Teixeira (2015) e Costa (2017), que consideram que os aminoácidos podem funcionar como bioestimulantes, melhorando o enraizamento e desenvolvimento das plantas, favorecendo a qualidade e quantidade da produção, deixando a planta resistente aos agentes externos. Também, Prolis (2018) relata que emprego da prolina, no tratamento de sementes e via foliar, favorece o aumento de raízes nas plantas, melhora a germinação e regula a circulação de água na planta.

Tabela 4. Massa fresca de raízes e de parte aérea ( $\text{g planta}^{-1}$ ), de comprimento de raízes (cm) e de altura de plantas e resumo estatístico. Médias de 4 repetições. Ensaio com produto comercial contendo Prolina.

Tratamentos	Via Semente ( $\text{g ton}^{-1}$ de sementes)	Via Foliar ( $\text{g ha}^{-1}$ )	Massa de raízes (g)	Massa de parte aérea (g)	Comprimento de raízes (cm)
1	-	-	7,41b	5,83 d	5,83 d
2	0,1	-	7,95 a	8,76 b c	12,36 b
3	0,2	-	7,15 b	7,76 b c	14,73 a
4	-	0,1	6,13 c	12,02 a	15,25 a
5	-	0,2	6,27 c	10,54 a b	12,74 b
6	0,1	0,1	6,45 c	9,19 b c	10,14 d
7	0,1	0,2	5,34 d	8,69 b	11,14 b
8	0,2	0,1	6,08 c	7,27 c	12,03 b
9	0,2	0,2	4,03 e	9,38 b c	12,57 b
<b>F</b>			<b>17,23 **</b>	<b>7,53 **</b>	<b>10,25 **</b>
<b>CV %</b>			<b>10,27</b>	<b>14,91</b>	<b>8,39</b>

Obs. \*\*significativo estatisticamente a 1%; médias seguidas de mesmas letras (dentro das colunas) são iguais estatisticamente a 5% - Duncan.

Tabela 5. Massa fresca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e número de vagens e resumo estatístico. Médias de 4 repetições. Ensaio com produto comercial contendo Prolina.

Tratamentos	Via Semente ( $\text{g ton}^{-1}$ de sementes)	Via Foliar ( $\text{g ha}^{-1}$ )	Massa de vagens (g)	Número de vagens
1	-	-	5,70 b	1,84b
2	0,1	-	9,95 a	3,44 a
3	0,2	-	5,26 b	2,62 a
4	-	0,1	6,55 b	2,95 a
5	-	0,2	10,60 a	3,62 a
6	0,1	0,1	6,60 b	2,49 a
7	0,1	0,2	8,33 a b	2,88 a
8	0,2	0,1	10,38 a	3,07 a
9	0,2	0,2	7,96 b	3,48 a
<b>Fc</b>			<b>1,84 ns</b>	<b>4,60 *</b>
<b>CV %</b>			<b>17,22</b>	<b>21,29</b>

a 5%; \*significativo estatisticamente a 5%; médias seguidas de mesmas letras (dentro das colunas) são iguais estatisticamente a 5% - Duncan

## 2 Estudo com o produto comercial contendo PHB

Os resultados obtidos (Tabelas 6 e 7) mostram que a inclusão do formulado contendo PHB (retirado de microrganismos) foi eficiente no desenvolvimento das raízes, da parte aérea e na produção de vagens.

Considerando-se o sistema radicular (Tabela 6) observa-se que, a adição de 0,75 L ha<sup>-1</sup> via foliar (tratamento 5) destacou-se entre os demais tratamentos. Entretanto, todas as 3 formas de aplicação e doses se mostraram superiores ao controle. Ao se analisar os resultados de massa de parte aérea verificam-se que o uso de 1,5 L ha<sup>-1</sup> via *drench* foi a melhor opção.

Observando-se os resultados obtidos nas avaliações de vagens (Tabela 7) verifica-se que tanto quanto a massa quanto ao número a opção

mais adequada, foi o uso associado de 1,5 L ha<sup>-1</sup> via *drench* e 1,5 L ha<sup>-1</sup> via foliar (tratamento 10), embora o uso isolado de 1,5 L ha<sup>-1</sup> via *drench* (tratamento 4) tenha se mostrado eficiente.

Os resultados concordam com os obtidos por Zlotnikov (2006), em feijoeiro, que relatou maior rendimento em massa de grãos e maior resistência das plantas contra patógenos, como podridões radiculares, *Fusarium*, *Septoria*, *Aschochita* e manchas foliares, com a inclusão do produto comercial composto de PHB

Pode-se considerar, então, que o formulado testado mostrou-se eficiente na promoção do desenvolvimento radicular e aéreo do feijoeiro e, também, na formação de vagens, podendo se enquadrar no conceito de bioativador enunciado por Castro et al. (2008).

Tabela 6. Massa fresca de raízes e de parte aérea ( $\text{g planta}^{-1}$ ), de comprimento de raízes (cm) e de altura de plantas e resumo estatístico. Médias de 4 repetições. Ensaio com produto comercial contendo PHB.

Tratamentos	Via <i>Drench</i> (L $\text{ha}^{-1}$ )	Via Foliar (L $\text{ha}^{-1}$ )	Massa de raízes (g)	Massa de parte aérea (g)	Comprimento de raízes (cm)
1	-	-	2,15 e	5,51 b	11,24 b
2	0,75	-	7,32c	19,62 a	12,08 b
3	1,0	-	9,36 b	14,68 a b	15,00 a
4	1,5	-	6,93 c	21,34 a	13,75 a b
5	-	0,75	12,26 a	16,63 a	14,29 a b
6	-	1,0	9,33 b	6,21 b	16,24 a
7	-	1,5	5,64 d	6,07 b	14,83 a b
8	0,75	0,75	7,74 c	10,68 b	13,37 b
9	1,0	1,0	9,30 b	16,72 a	12,95 b
10	1,5	1,5	8,04 c	18,87 a	16,50 a
Fc	-	-	111,33 **	22,60 **	8,54 **
CV%	-	-	6,50	18,66	8,27

Obs. \*\*significativo estatisticamente a 1%; médias seguidas de mesmas letras (dentro das colunas) são iguais estatisticamente a 5% - Duncan.

Tabela 7. Massa fresca de vagens ( $\text{g planta}^{-1}$ ), número de vagens e resumo estatístico. Médias de 4 repetições. Ensaio com produto comercial contendo PHB.

Tratamentos	Via <i>Drench</i>	Via Foliar	Massa de vagens (g)	Número de vagens
1	-	-	3,46 c	1,58 d
2	0,75	-	10,27 b	5,88 b
3	1,0	-	2,88 c	1,77 e
4	1,5	-	16,09 a	4,66 b c
5	-	0,75	5,79 c	3,66 c
6	-	1,0	5,67 c	1,66 d
7	-	1,5	3,40 c	2,33 d
8	0,75	0,75	3,67 c	2,11 d
9	1,0	1,0	13,46 b	4,55 b c
10	1,5	1,5	19,23 a	7,77 a
F	-	-	17,26 **	71,52 **
CV%	-	-	34,31	13,80

Obs. \*\*significativo estatisticamente a 1%; médias seguidas de mesmas letras (dentro das colunas) são iguais estatisticamente a 5% - Duncan

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que, para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) cv carioca 80 e condições do ensaio:

- 1 os formulados comerciais compostos de Prolina e PHB foram eficientes na promoção do desenvolvimento radicular e aéreo e na produção de vagens (em massa e número), nas formas e doses testadas;
- 2 quanto a Prolina: análise global indica que, quanto ao desenvolvimento radicular, o emprego via sementes na dose de  $0,1 \text{ g ton}^{-1}$  de sementes foi o mais adequado; em relação à massa de parte aérea, o destaque foram: 0,2 % via foliar e a associação via semente ( $0,2 \text{ g ton}^{-1}$ ) e via foliar (0,2%); em relação ao número de vagens todas as formas e doses de aplicação se mostraram eficientes; quanto à massa de vagens a inclusão de  $0,1 \text{ g ton}^{-1}$  formulado via sementes, 0,2% via foliar e a associação  $0,2 \text{ g ton}^{-1}$  formulado via sementes e 0,1 % via foliar foram as opções mais eficientes;
- 3 em relação ao uso de PHB a adição de  $0,75 \text{ L ha}^{-1}$  via foliar foi o mais adequado, considerando-se o sistema radicular, comprimento e massa; quanto a massa de parte aérea as melhores opções foram: a inclusão de  $1,5 \text{ L ha}^{-1}$  via *drench* e o uso associado de  $1,5 \text{ L ha}^{-1}$  via *drench* e  $1,5 \text{ L ha}^{-1}$  via foliar.
- 4 Os produtos em referência são promissores e merecem outros estudos, sendo este preliminar.

## 6 REFERÊNCIAS

ALBIT. **General information about Albit**. s.d. Disponível em: <[www.albit.com/1/1.php](http://www.albit.com/1/1.php)>. Acesso em: 6 out. 2018.

ARAÚJO, L.G. **Importância do Feijão para o Brasil**. Portal Mercado Aberto. 2011. Disponível em: <<http://www.portalmercadoaberto.com.br/blogs-categoria-det?post=3399>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

ARAÚJO, R. **A importância e as vantagens do polihidroxibutirato (plástico biodegradável)**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/276228355\\_A\\_importancia\\_e\\_as\\_vantagens\\_do\\_polihidroxibutirato\\_plastico\\_biodegradavel](https://www.researchgate.net/publication/276228355_A_importancia_e_as_vantagens_do_polihidroxibutirato_plastico_biodegradavel)>. Acesso em: 25 set. 2018

CASTRO, P. R. C. Uso de Aminoácidos na Agricultura. **Abisolo**. Disponível em: <<http://abisolo.com.br/img/7forumpdf/1%20dia/2%20-%20Efeitos%20dos%20Amino%20%C3%A1cidos%20na%20Produtividade.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2018.

CASTRO, P.R.C.; PITELLI, A.M.C.M.; PERES, L.E.P.; ARAMAKI, P.H. Análise da atividade hormonal de tiametoxam através de biotestes. **Revista de Agricultura**, v. 83, p.208-213, 2008.

COSTA, G. C. De Influência dos aminoácidos. **Campo & Negócios – Grãos**, [S.L], jun/nov. 2017.

COUTINHO, B.CB.; MIRANDA, G. B.; SAMPAIO, G. R.; SOUZA, B.S.; SANTANA, W. J.; COUTINHO, H. D. M. A Importância e as Vantagens do Polihidroxibutirato (Plástico Biodegradável). **Holos**. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HO>

LOS/article/view/49/53>. Acesso em: 12 set. 2018.

DEPEC. **Mercado internacional – sem relevância**. 2017. Disponível em: <[https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_feijao.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf)>. Acesso em: 6 out. 2018.

DINIZ, B. L. M. **Cultura do Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris L.*)**. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvDsAF/cultura-feijao>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**: (UFLA). 35, p 1039-1045, 2011.

GINNS, M. S. Antioxidant content and growth at the initial ontogenesis stages of *Passiflora incarnata* plants under the influence of biostimulant Albit. **Crop Production**. Disponível em: <[https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367417050068?wt\\_mc=Internal.Event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst](https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367417050068?wt_mc=Internal.Event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst)>. Acesso em: 25 set. 2018.

KLUYVER, A. J. *Pseudomonas aureofaciens* nov. spec. And its pigments. **Journal of Bacteriology**. Ed., 72, 406-411, 1956.

LANTMANN, A. F. Importância do aminoácido Prolina no cultivo da soja no Brasil. **Campo & Negócio – Grãos**. Disponível em: <<http://www.dominisolo.com.br/noticias/importancia-do-aminoacido-prolina-no-cultivo-da-soja-no-brasil/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L. COX, M. G. **Princípios de**

**Bioquímica.** São Paulo: Sarvier, 2002, 868 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

PENTEADO, S.R. **Adubação no cultivo orgânico.** Campinas: Penteado, S.R., Ed., 2012, 192p.

PONPEU, A. S. **Desenvolvimento e Produção de Cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em cultivo de inverno sob diferentes espaçamentos.** Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/desenvolvimento-e-producao-de-cultivares-de-feijao-phaseolus-vulgaris-em-cultivo-de-inverno-sob-diferentes-espacamentos>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

PROLIS. **Como atua o Prolis.** Disponível em: <<http://www.prolis.eu/pt/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

SALVADOR, C. A. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2010/11.** Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao\\_2010\\_11.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2010_11.pdf)>. Acesso em: 8 maio 2018.

SALVADOR, C. A. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2017/2018.** Disponível em:

<[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/\\_feijao\\_2017\\_18.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/_feijao_2017_18.pdf)>. Acesso em: 8 maio 2018.

TEIXEIRA, N.T. Estratégias que Potencializam a Produção Cafeeira. Anuário do café, Uberlândia: **Campos & Negócios**, p. 48-63, 2015.

YOKOYAMA L. P. Desenvolvimento e produção de cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* em cultivo de inverno sob diferentes espaçamentos. **Grupo Cultivar.** Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/desenvolvimento-e-producao-de-cultivares-de-feijao-phaseolus-vulgaris-em-cultivo-de-inverno-sob-diferentes-espacamentos>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de feijão: Produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (Ed.). **Sementes de feijão: Produção e tecnologia.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000, p.249-270.

ZLOTNIKOV, A. K. How to compensate for some disadvantages of no-till technology. **Biostimulant Albit for increasing yields and protection of agricultures against diseases.** Disponível em: <[http://www.albit.com/7/5\\_09.php](http://www.albit.com/7/5_09.php)>. Acesso em: 09 out. 2018.