

Universidade Brasil
Campus de São Paulo

MARCIA GONÇALVES DE LIMA SOUZA

**USO DE BIOFERTILIZANTES E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DO
CRESCIMENTO NO CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA E DE
RABANETE**

USE OF BIOFERTILIZERS AND GROWTH-PROMOTING BACTERIA IN THE
CULTIVATION OF ARUGULA AND RADISH PLANTS

São Paulo - SP

2016

Marcia Gonçalves de Lima Souza

**USO DE BIOFERTILIZANTES E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DO
CRESCIMENTO NO CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA E DE
RABANETE**

Orientador: Prof. Dr. Roberto Andreani Júnior

Co-orientador: Prof^a Dora Inés Kozusny-Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo – SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Souza, Marcia Gonçalves de Lima

S716u Uso de biofertilizantes e de bactérias promotoras do crescimento no cultivo de plantas de rúcula e de rabanete / Márcia Gonçalves de Lima Souza. – Fernandópolis, 2016.
39 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade de Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof^o Dr. Roberto Andreani Júnior

Co-orientador: Prof^a Dr^a Dora Inês Kozusny-Andreani

1. Endofíticas. 2. Desenvolvimento vegetal. 3. Hortaliças. 4. Rizobactéria. I.Título.

CDD 635

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

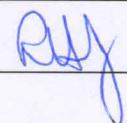
Título do Trabalho: **“USO DE BIOFERTILIZANTES E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO NO CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA E DE RABANETE”**

Autor(es):

Discente: Márcia Gonçalves de Lima Souza

Assinatura: 

Orientador: Roberto Andreani Junior

Assinatura: 

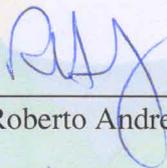
Data: 16/dezembro/2016

TERMO DE APROVAÇÃO

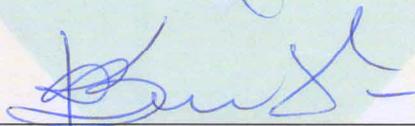
MÁRCIA GONÇALVES DE LIMA SOUZA

USO DE BIOFERTILIZANTES E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DO
CRESCIMENTO NO CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA E DE RABANETE.

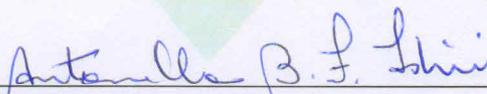
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Roberto Andreani Junior (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Käthery Brennecke



Prof(a). Dr(a). Antonella Bianchi Ferreira Ishii

São Paulo, 16 de dezembro de 2016.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Junior

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu esposo Robson Nascimento, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis, me apoiando, me incentivando, não permitindo jamais que eu desistisse, mesmo diante das grandes dificuldades. Aos meus filhos, tão pequenos ainda, Vitória e Gabriel, que mesmo sem entender, me deram forças para continuar. Ao meu mestre, Roberto Andreani Junior, por tudo o que fez por mim e por minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para trilhar e concluir mais essa etapa na minha vida.

Agradeço a minha família que esteve comigo nos momentos de alegria e de turbulência no percorrer desses anos de estudo.

Agradeço ao meu mestre, orientador, amigo, Professor Dr. Roberto Andreani Junior, que me orientou com muita paciência e carinho, e que me proporcionou a conclusão desse sonho.

Agradeço aos professores do curso, por tudo o que me ensinaram.

Agradeço ao amigo e colega de curso Wlamir Nascimento, por toda a ajuda e compreensão nos momentos que mais precisei de apoio durante essa trajetória.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para conclusão dessa jornada.

USO DE BIOFERTILIZANTES E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO NO CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA E DE RABANETE

RESUMO

As bactérias promotoras do crescimento de plantas demonstram mecanismos benéficos que podem promover o melhor desenvolvimento da planta, assim como a utilização de produtos alternativos como os biofertilizantes, buscando desta maneira, insumos menos agressivos ao ambiente e que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados. Diante disso, os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito da bactéria promotora de crescimento e de biofertilizantes no desenvolvimento das culturas da rúcula e do rabanete. Para preparação do inóculo bacteriano foi utilizada a estirpe UCCBc 434 Limão Cravo, isolada da rizosfera de limão cravo (*Citruslimonia* Osbeck). As sementes de rabanete e de rúcula foram submergidas nesta solução por 10 minutos, procedendo-se seguidamente à semeadura. No plantio em campo foi utilizado o biofertilizante Vetor-1000. A partir do material colhido foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento da parte aérea e raiz, número de folhas e fitomassa fresca e seca da parte aérea e de raiz. Os resultados demonstraram que a bactéria rizosférica estirpe UCCBc 434 Limão Cravo é capaz de promover o crescimento de plantas de rúcula e de rabanete e que o biofertilizante Vetor 1000 quando aplicado no plantio e cobertura favorece o desenvolvimento das plantas de rúcula e que na cultura do rabanete deve ser aplicado unicamente no plantio.

Palavras-chave: Endofíticas, desenvolvimento vegetal, hortaliças, rizobactéria.

USE OF BIOFERTILIZERS AND GROWTH-PROMOTING BACTERIA IN THE CULTIVATION OF ARUGULA AND RADISH PLANTS

ABSTRACT

Plant growth promoting bacteria demonstrate beneficial mechanisms that can promote the best development of the plant, as well as the use of alternative products such as biofertilizers, seeking in this way, inputs less aggressive to the environment and that allow the development of agriculture less dependent on industrialized products. The objective of this work was to evaluate the effect of growth promoting bacteria and biofertilizers on the development of arugula and radish cultures. To prepare the bacterial inoculum, the UCCBc 434 LimãoCravo strain was used, isolated from the rhizosphere of clove lemon (*Citrus limonia*Osbeck). The seeds of radish and arugula were submerged in this solution for 10 minutes, followed by seeding. In the field planting the biofertilizer Vetor-1000 was used. From the harvested material the following parameters were evaluated: area and root length, number of leaves and fresh and dry shoot and root dry matter. The results demonstrated that the rhizosphere bacterium strain UCCBc 434 LimãoCravo is able to promote the growth of rucula and radish plants and that the biofertilizerVetor 1000 when applied in planting and cover favors the development of the plants of arugula and that in the culture of radish should be applied only in planting.

Keywords: Endophytic, plant development, vegetables, Rhizobacteria,

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição do condicionador de solo Ribumin m1 da empresa – Technes agrícola. Registro no SP 1179 10006-6.....	18
Tabela 2: Resultados da análise química do solo antes do experimento, canteiros do campus Universidade Brasil, Fernandópolis/SP - 2016.....	25
Tabela 3. Adubação mineral de plantio de rúcula.....	26
.....	26
Tabela 4: Adubação mineral de plantio de rabanete.....	27
Tabela 5: Composição química do biofertilizante vetor 1000, fabricado por lieknin, indústria e comércio de fertilizantes orgânicos Ltda.....	28
Tabela 6: Média e desvio padrão das variáveis: comprimento da parte aérea e da raiz, fitomassa fresca das folhas e das raízes, fitomassa das folhas secas e das raízes para plantas de rúcula submetidas aos diferentes tratamentos.	30
Tabela 7: Média e desvio padrão das variáveis número de folhas, comprimento da parte aérea e da raiz, fitomassa fresca das folhas e das raízes, fitomassa das folhas secas e das raízes para plantas de rabanete submetidas às diferentes tratamentos.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

N	Nitrogênio
FBN	Fixação Biológica de nitrogênio
PH	Potencial hidrogênico
NH ₃	Amônia
N ₂ O	Óxido nitroso
NO ₃	Nitrato
DNA	Ácido desoxirribonucleico
RNA	Ácido ribonucleico
CTC	Capacidade de troca de cátions
BPCP _s	Bactérias promotoras do crescimento de plantas
Kg	Kilograma
P	Fósforo
K	Potássio
AIA	Ácido indolacético

Sumário

1- INTRODUÇÃO.....	13
2- OBJETIVO GERAL	14
2.1 Objetivos específicos.....	14
3- REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. A Cultura da Rúcula (<i>Eruca sativa</i>)	16
3.2. A Cultura do Rabanete (<i>Raphanus sativus L.</i>).....	16
3.3. Nitrogênio.....	17
3.4. Matéria Orgânica: Ribumin M1	18
3.5. Rizosfera.....	19
3.6. Biofertilizantes.....	23
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Instalação, condução do experimento e características avaliadas.....	27
4.2. Avaliação dos dados.....	29
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6- CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1- INTRODUÇÃO

Na atualidade cada vez mais a população se preocupa com qualidade de vida, e assim há uma mudança nos hábitos alimentares, onde as hortaliças se tornam alimentos fundamentais no dia a dia.

Dentre as hortaliças, as que mais se destaca é a família *Brassicaceae* que abrange o maior número de culturas oleráceas ocupando lugar proeminente na olericultura no Centro-Sul do Brasil. Dentre elas, destacam-se a rúcula (*Eruca sativa* L.) e o rabanete (*Raphanussativus* L.) (FILGUEIRA, 2007).

Segundo Cortez (2009), as hortaliças, em sua maioria necessita de grandes quantidades de nutrientes dentro de períodos de tempo relativamente curtos, sendo por isso, exigentes do ponto de vista nutricional. Por outro lado, principalmente as espécies folhosas e tuberosas, deixam poucos restos de cultura no solo, sendo consideradas altamente esgotantes.

A disponibilidade de Nitrogênio (N) no solo é frequentemente limitante ao crescimento das plantas e à produtividade das culturas mais do que qualquer outro nutriente (CORTEZ, 2009).

Devido à exportação dos nutrientes para fora das áreas de cultivo e com a intensificação cultural, exigiu-se a utilização de produtos capazes de atuar mais rapidamente e com maior eficácia na alimentação das plantas. Estas substâncias no seu conjunto designadas por fertilizantes, podem atuar nas produções mediante uma ação essencialmente direta, proporcionando às culturas uma maior disponibilidade dos elementos nutritivos que lhes são mais necessários ou exercendo uma influência benéfica nas diferentes características do solo. Por outro lado, os fertilizantes podem ser considerados contaminantes, por causarem desvios na composição normal do meio ambiente quando fornecem quantidades variáveis de elementos traços, muitos deles reconhecidos como metais pesados e outros como micronutrientes para plantas e animais (MALAVOLTA, 2006).

A interação entre comunidade bacteriana do solo e as plantas são objetos de amplo estudo, e esta interação pode ser benéfica ocorrendo simbiose ou mutualismo, ou maléfica, quando os microorganismos ocupam os nichos causando parasitismo nos hospedeiros (RYAN, et al., 2008; HAYAT, et al., 2010; GLICK, 2012; 2015; SANTOYO, et al., 2016).

Seguindo esta linha de raciocínio, a utilização de bactérias diazotróficas como fonte alternativa de N, através da fixação biológica (FBN) é uma forma alternativa de N para suplementar ou, até mesmo, substituir a utilização de fertilizantes nitrogenados e se enquadrar nos parâmetros de sustentabilidade. Outra opção seria a de substituir ou amenizar os problemas causados pela constante utilização de N, com a utilização de biofertilizantes.

Fernandes Junior et al (2006), constataram que a maior produção da massa fresca da alface foi influenciada pela adição do biofertilizante a 1,5 litro por vaso. No entanto, constatou que se elevado para 2,0 litros por vaso, a massa fresca das plantas sofre redução, mostrando que doses elevadas do biofertilizante podem causar efeitos negativos em produção.

Diante desta situação, surge a necessidade de produzir alimentos, considerando o impacto ambiental, buscando alternativas produtivas e de baixo impacto negativo. Produtores e consumidores passam a se preocupar com o equilíbrio ambiental mediante a implantação de métodos alternativos de fertilizar as plantas de modo a não agredir o meio ambiente e a humanidade, na agricultura moderna.

Existe uma busca constante por alternativas sustentáveis, que aumentem a produtividade dos alimentos, sem elevar os prejuízos ao meio ambiente. As bactérias promotoras de crescimento de plantas, que são aquelas que podem habitar nichos específicos do hospedeiro, como a rizosfera, geralmente colonizam estes locais por serem propícios ao seu desenvolvimento.

2- OBJETIVO GERAL

O objetivo neste trabalho foi avaliar os benefícios das bactérias promotoras do crescimento de plantas e de biofertilizantes no desenvolvimento de plantas de rúcula e rabanete.

2.1 Objetivos específicos.

- avaliar o comprimento da parte aérea das folhas;
- comprimento da raiz;
- peso das folhas frescas e secas;
- peso da raiz fresca e seca;
- desenvolvimento radicular das plantas rúcula e rabanete.

3- REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A Cultura da Rúcula (*Eruca sativa*)

Em boas condições culturais e, quando no máximo desenvolvimento antes de iniciar a formação da haste floral, a planta de rúcula tem em média 12 cm de altura e 25 cm de diâmetro da projeção horizontal. O número médio de folhas por planta é 28 folhas (FILGUEIRA, 2003). Pertencente à família *Brassicaceae*.

Segundo o mesmo autor, a folha é a parte comestível e comercial da planta. A sua cor é verde-clara a verde-escura, forma alongada, profundamente recortada, tenra, sabor picante e, em condições de alta temperatura, ficam rijas, menores e amargas. Nestas condições, as plantas florescem precocemente. Elas se desenvolvem bem em condições de clima ameno, solos férteis, ricos em matéria orgânica e com boa disponibilidade de água durante todo o desenvolvimento vegetativo. Em regiões de clima ameno, consegue-se produzir o ano todo. A propagação é feita por sementes. A semeadura pode ser feita diretamente nos canteiros ou em bandejas próprias para produção de mudas e depois elas são transplantadas nos canteiros. A colheita é feita 30 a 50 dias após a semeadura, através da retirada de folhas mais velhas ou pelo corte das plantas, em torno de 2 centímetros acima do solo para permitir a rebrota.

Produz melhor no outono e inverno, quando o clima é mais ameno. Na época quente do ano, solta flores amarelas ou brancas, seu crescimento diminui e a qualidade das folhas é prejudicada. Nas áreas de verão mais suave, pode ser semeada o ano inteiro. Em regiões mais quentes, os melhores meses vão de março a agosto (FILGUEIRA, 2003).

3.2. A Cultura do Rabanete (*Raphanussativus L.*)

Para alguns autores o rabanete é proveniente da China, enquanto outros, o consideram originário do oeste asiático ou sul da Europa. Porém suas folhas já eram consumidas no antigo Egito (MINAMI & TESSARIOLI NETO, 1997).

Pertencente à família *Brassicaceae* da qual estão inclusas mais de 3.000 espécies, entre elas a couve, o repolho, o nabo e a mostarda, o rabanete é destaque por conter uma raiz tuberosa muito apreciada e cultivada em várias

regiões do mundo, principalmente no continente Asiático, onde o consumo é elevado se comparado com os países do ocidente (CORTEZ, 2009).

Os rabanetes se desenvolvem muito bem em climas amenos a frios e exigem solos férteis, que sejam bem drenados, enriquecidos com matéria orgânica e neutros (PH em torno de 6,6 a 7,5). Requerem boa luminosidade e a forma de propagação é por semente (CORTEZ, 2009). Planta anual, de ciclo curto, que varia de 25 a 37 dias (FILGUEIRA, 2003)

As raízes podem ser consumidas de variadas maneiras, principalmente cruas, cortadas em rodela, formando uma salada crocante e refrescante. Além do seu sabor levemente picante, as raízes são ricas em fibras alimentares, vitamina C, folato e minerais como o potássio e fósforo (CORTEZ, 2009).

3.3. Nitrogênio

É visto que a maioria dos solos brasileiros é considerada de baixa fertilidade natural e, devido a esta deficiência aplicações de fertilizantes nitrogenados são essenciais para o aumento e a manutenção da produção. Porém, a adubação nitrogenada, além de constituir um dos mais altos custos na agricultura, pode trazer consequências indesejáveis ao meio ambiente (DOBEREINER, 1977a, b).

Reis Junior e Mendes (2011) relataram que o N é o elemento mais caro dentre os nutrientes essenciais à planta, este é o elemento que consome a maior quantidade de energia para sua produção industrial e, potencialmente, o mais poluente, sendo geralmente um dos mais limitantes da produção vegetal.

Os mesmos autores citados acima consideram que a ureia é a forma de fertilizante mais empregada pelos agricultores, porém, menos de 50% do fertilizante aplicado é utilizado pelas plantas. Esta baixa eficiência na utilização da ureia pelas plantas é devido, principalmente, a volatilização de NH_3 , a desnitrificação e também a perdas por lixiviação. A volatilização e a desnitrificação poluem a atmosfera pela emissão de gases, que provocam o aumento do efeito estufa, tais como N_2O , NO e NH_3 . Além disso, a lixiviação de NO_3 causa poluição no lençol freático.

O N está presente em outros compostos nitrogenados importantes, como as bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), os ácidos nucleicos (DNA e RNA), que perfazem cerca de 10% do total do N na planta (PRADO, 2004).

Cerca de 90% do N da planta encontra-se na forma orgânica e é assim que desempenha as suas principais funções, como componente estrutural das mais importantes biomoléculas (CORTEZ, 2009).

3.4. Matéria Orgânica: Ribumin M1

Segundo a Empresa Technes Agrícola (2011), fabricante do produto, o Ribumin M1 é uma matéria orgânica ativa e concentrada de alta qualidade e por sua fina granulometria e baixa umidade, permite uma fácil aplicação e ao contrário de outras fontes de matéria orgânica, não necessita ser incorporado e seu efeito é rápido e duradouro. Produzido pela empresa Technes Agrícola, em Cabreúva-SP, onde tem como função aumentar a CTC do solo, melhorando a absorção de adubo, aeração, enriquecendo a parte microbiana e conseqüentemente, aumentando a produtividade. Pode ser usado pra todo tipo de cultura, pois sua função é melhorar a estruturação dos solos. Suas especificações estão na Tabela 1.

Tabela 1: Composição do condicionador de solo Ribumin m1 da empresa – Technes agrícola. Registro no SP 1179 10006-6.

RIBUMIN M1	
COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE
Matéria Orgânica (mín)	30 %
Umidade Máx.	30%
Ph	5,8 a 6,2
Relaçãode C/N	18 a 21
Matéria Orgânica (CTC)	900 mmol _c .Kg ⁻¹
Capacidade de Retenção de Água (CRA)	90% (m/m)
Carbono Orgânico Total ©	12%
Turfa	*
Óxido de Cálcio	*

* Não apresentado pelo fabricante

Sales Júnior et al (2002) realizaram três tratamentos com Ribumin em híbrido de melão AF 646 da empresa Sakata em dosagens de 100, 150 e 200 g por metro linear, constatando que os tratamentos não diferiram entre si, mas foram superiores à testemunha. Com relação ao teor de sólidos solúveis, considerando que frutos com valores acima de 9º Brix são comercializados para o mercado externo, observaram que a estimativa observada na testemunha foi muito baixa. Pelos

resultados obtidos evidenciou-se que a aplicação de qualquer uma das dosagens do produto contribui para a melhoria da qualidade dos frutos.

3.5. Rizosfera

Siqueira & Moreira (2006) definem rizosfera como a zona de influência das raízes que vai desde sua superfície até uma distância de 1 a 3 mm.

A rizosfera é considerada a zona do solo que sofre influencia direta das raízes (COMPANT, et al. 2010), muito atrativa para as bactérias, onde se encontram açúcares, aminoácidos e outros nutrientes para o seu desenvolvimento. A rizosfera é responsável por alojar grande parte dos micro-organismos endofíticos, contidos nos tecidos vegetais (BERG, 2005; DOORNBOS, 2012). No entanto, as bactérias promotoras do crescimento, podem ser afetadas por clima, tipo de solo, tipo do hospedeiro, entre outros.

O solo rizosférico tem maior concentração bacteriana, principal fonte de bactérias endofíticas que adentram o hospedeiro pela rachadura na epiderme, pelos ferimentos causados por fungos, picadas de insetos vetores e pelas partes de raízes quebradas (HARDOIM, et al., 2008).

Uma folhosa muito consumida no Brasil é a alface, e o cultivo dessa hortaliça depende muito da qualidade de suas mudas. Essa produção pode ser influenciada de modo diferente pelos micro-organismos presentes no solo. Entre os organismos, o mais estudado são as rizobactérias promotoras do crescimento de plantas, (RPCPs) e essas rizobactérias apresentam mecanismos que beneficiam o desenvolvimento das plantas. Segundo Kozusny-Andreani; Andreani Junior (2014), a inoculação de sementes com rizóbios é provavelmente a pratica agrícola mais difundida, relacionada com a colonização radicular e/ou da região do colo, por estirpes de rizóbios com a capacidade de promoção do crescimento de plântulas de alface.

Silva et al. (2003) e Queiroz et al. (2006), avaliaram a colonização radicular que mostraram que as bactérias utilizadas apresentaram formas diferentes de colonização rizosférica nas plantas de alface. Sotero et al. (2006) também observaram diferenças na colonização radicular por bactérias. Alguns isolados avaliados por esses autores colonizaram parcialmente o sistema radicular de plantas de alface ou unicamente na região do colo, enquanto outros isolados bacterianos

colonizaram totalmente o sistema radicular e a região do colo, indicando que as bactérias apresentam capacidades de colonização diferentes.

O resultado do experimento verificou que houve aumento da fitomassa fresca da parte aérea em mudas de alface, incremento da fitomassa das plântulas quando foram utilizados inóculos em forma isolada ou consorciada, e que em relação ao sistema radicular, a utilização de algumas estirpes resultou em aumento do desenvolvimento das raízes nas maiorias das mudas, aumentando a superfície de absorção, permitindo assim, maior assimilação de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da parte aérea.

Freitas et al. (2003), realizaram um trabalho de pesquisa com inoculação em sementes de alface e constataram que bactérias do grupo fluorescente do gênero *Pseudomonas* atuam como promotoras de crescimento em alface e a presença desse grupo na rizosfera na raiz frequentemente resulta em maior crescimento das plantas dessa espécie. Os autores também relataram que *Rhizobiumleguminosarum*, uma espécie bacteriana conhecida como fixadora simbiótica de N formadora de nódulos em leguminosas já foi indicada como promotora de crescimento de alface, pela produção de reguladores de crescimento. Os mesmos autores citaram trabalhos do próprio grupo em que *R. leguminosarumbv. phaseolipromoveu* aumento de matéria seca e do acúmulo de fósforo em milho e alface.

As bactérias promotoras do crescimento de plantas, também são objetos de estudo em diversas plantas, e uma delas é a violeta africana, que é uma planta florífera ornamental originária do leste da África, e que embora possa ser multiplicada por sementes, a sua propagação é realizada assexuadamente pela utilização de estacas foliares formadas por uma folha e seu pecíolo (LOPES, 2005). Em experimento com violetas africanas concluiu-se que as rizobactérias isoladas do limão cravo, do uso do biofertilizante Vetor 1000 e do fertilizante CoMo, induziram o desenvolvimento radicular e a formação de brotos (KOZUSNY-ANDREANI; ANDREANI JUNIOR, 2014).

As BPCPs colonizam diferentes órgãos das plantas e exercem efeitos benéficos sobre as mesmas, podendo promover aumentos na taxa de germinação de sementes, no desenvolvimento de órgão, na produção de flores e no rendimento das culturas em casa de vegetação e no campo (AMORIM E MELO, 2002; DEY et al., 2004; KOZUSNY-ANDREANI, et al., 2014; GUPTA et al., 2014; HAIYAMBO et al.,

2015). O crescimento ocorre de forma direta através dos fitohormônios, que melhoram a quantidade de nutrientes, a fixação do nitrogênio e o aumento na permeabilidade das raízes (MARIANO; KLOEPPR, 2000).

A resposta das plantas a inoculação com RPCPs, é um fenômeno que resulta da combinação de mecanismos que afetam vários aspectos da nutrição mineral, do metabolismo do carbono e desenvolvimento radicular das plantas (MATELIN, TORAINE, 2004).

Os efeitos benéficos das rizobactérias promotoras do crescimento de plantas podem ser observados em plantas propagadas “in vitro” e “ex vitro”, principalmente pelo aumento de área foliar, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e matéria seca, maior sobrevivência de mudas, controle de doenças e aumento de produtividade (MARIANO, 2004; TAURIAN et al., 2010. BASHAN et al., 2014).

Reis Junior & Mendes (2011) afirmam que a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é considerada, após a fotossíntese, o mais importante processo biológico. É baseada no fato de que alguns micro-organismos, conhecidos como diazotróficos, são capazes de quebrar a ligação que une os dois átomos de N atmosférico (N_2), transformando-o em amônia (NH_3), que é assimilável pelas plantas. Se a associação entre estes micro-organismos e as plantas for eficiente, o N fixado pode suprir as necessidades do vegetal, dispensando o uso de fertilizantes nitrogenados e oferecendo, assim, vantagens econômicas e ecológicas. Porém, Freitas et al (2003) concluíram que nem sempre rizobactérias promovem o crescimento de plantas, havendo mesmo diversos relatos de inconsistência nos resultados, em que um isolado ora é benéfico, ora não tem ação sobre o crescimento vegetal. Um dos motivos pelos quais ocorreria essa inconsistência pode ser a dificuldade da bactéria colonizar a rizosfera, por alterações nas condições do ambiente.

As bactérias endofíticas são definidas como aquelas que habitam o interior de órgãos e tecidos de plantas saudáveis, sem causar sintomas de doenças, não causando danos ao seu hospedeiro (RYAN, et al., 2008).

Alem disso podem habitar o interior de diversos órgãos vegetais, como óvulos, pólen, flores, caules, frutos, raízes e sementes (COMPANT, et al. 2010; ASSUMPÇÃO, et al. 2009). Ainda podem ser transmitidas de geração para geração, principalmente via sementes e também por insetos vetores (CARROLL, 2014; TRUYENS, et al. 2015).

As BPCPs (bactérias promotoras do crescimento de plantas) são denominadas assim por produzirem substâncias ou disponibilizarem nutrientes que geram incrementos no desenvolvimento do vegetal.

Existem mecanismos diretos e indiretos que podem estimular a atividade das bactérias endofíticas e rizosféricas, estimulando assim o crescimento das plantas (HAYAT, et al. 2010; SAHARAN, et al. 2011).

Os mecanismos diretos afetam o desenvolvimento vegetal, principalmente pela produção de hormônios, semelhantes aos fitohormônios, que regulam o crescimento e o desenvolvimento (HAYAT, et al., 2010).

Santoyo et al. (2016) afirmam que os mecanismos diretos estão ligados na facilitação da aquisição de nutrientes como nitrogênio, fósforo e ferro, normalizando os níveis hormonais.

As formas indiretas ocorrem quando a bactéria previne ou ameniza os danos causados por algum fitopatógeno, como fungos.

Esses mecanismos utilizados pelas bactérias promotoras do crescimento de plantas podem ser substâncias antibióticas, bacteriocinas, que funcionam como agentes de controle biológico, limitando a quantidade de ferro para o fitopatogênico, aumentando a resistência na planta, por meio do ácido cianídrico, e pela produção de substâncias degradadoras da parede celular (LUGTENBERG, et al. 2009; GLICK, 2015; SANTOYO, et al., 2016).

Para Araújo (2008), estas rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) que habitam o solo exercem grandes efeitos sobre o desenvolvimento das plantas, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas e crescimento das plantas. Como exemplo dos efeitos de RPCPs na produtividade, podemos citar aumentos de até 150% em plantas de rabanete com inoculação de *Pseudomonas spp.* Além de disponibilizar o N para a planta ainda disponibiliza o N a todos os indivíduos da cadeia alimentar.

É visto que a maioria dos solos brasileiros é considerada de baixa fertilidade natural e, devido a esta deficiência aplicações de fertilizantes nitrogenados são essenciais para o aumento e a manutenção da produção. Porém, a adubação nitrogenada, além de constituir um dos mais altos custos na agricultura, pode trazer consequências indesejáveis ao meio ambiente (DOBEREINER, 1977a, b).

3.6. Biofertilizantes

A utilização de produtos alternativos como os biofertilizantes vêm crescendo em todo o Brasil. Buscando insumos menos agressivos ao ambiente e que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, vários produtos têm sido lançados no mercado (DELEITO, et al, 2000). Para Bettiol, et al. (1998), a presença de micro-organismos é uma das principais características do biofertilizante, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, especialmente antibióticos e hormônios.

Segundo Fernandes Junior (2006), a produção de inoculantes utilizando veículos biodegradáveis, atóxicos, hidrossolúveis, obtidos de fontes renováveis e de baixo custo, associada com estirpes de rizóbio competitivas, deve ser o objetivo de estudos para o desenvolvimento de novos inoculantes, inseridos no contexto atual da indústria, da responsabilidade ambiental e social, economia de recursos e inovação tecnológica.

Os biofertilizantes além de conter bactérias fixadoras de nitrogênio, podem ser compostos contendo diversos tipos de micro-organismos com habilidade de converter elementos na forma disponível para as plantas através de processos biológicos (VESSEY, 2003). Assim, os biofertilizantes têm sido uma alternativa em relação aos fertilizantes químicos em sistemas de produção sustentável. Em experimento em casa de vegetação, o uso de biofertilizantes contendo uma mistura de fungos micorrizicos, bactérias fixadoras e solubilizadores de fosfato e potássio resultaram no aumento na produção de grãos e massa seca de milho e, além disso, melhorou as propriedades do solo como o conteúdo de matéria orgânica e N total (WU et al., 2005).

Os biofertilizantes são muito importantes tanto para o meio ambiente como para amenizar o custo relacionado à compra dos insumos, no entanto para Damatto Junior et al. (2006) existe uma preocupação com relação a quantidade de biofertilizante a ser utilizada. Trabalhos realizados por estes autores relataram que na cultura de alface o biofertilizante em doses elevadas pode causar redução de produção da planta ao invés de uma resposta positiva.

Neste mesmo trabalho com alface observou-se também que estas mesmas plantas adubadas com doses maiores de biofertilizante apresentaram maior

crescimento do caule e precocidade no pendoamento, o que não é desejável. Os autores atribuíram estes fatos as doses elevadas de biofertilizantes devido ao produto possuir altas concentrações de N.

Dentre os biofertilizantes, existem alguns que são produzidos em grandes empresas para fins de comercialização. É o caso do biofertilizante Vetor 1000, que é um produto a base de peixe, proveniente da fermentação deste, mais glicose e semente do fungo (*Aspergillusoryzae*), ativado por uma energização solar controlada que resulta em aminoácidos de peixe. Entre os benefícios de seu uso estão: melhorar o enraizamento, resistência às adversidades (stress climático, transplante, etc), melhorar a fotossíntese e o metabolismo, dar resistência às plantas ao ataque de pragas e doenças, melhorar o crescimento vegetativo e produção. Além disso, o produto por ser natural não ocasiona danos ao meio ambiente, podendo ser utilizado tanto na agricultura orgânica como na convencional (LIEKNIN, 2006).

Segundo Castro & Vieira (2001a, b), bioestimulante é a mistura de dois ou mais bioreguladores vegetais ou de bioreguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas). Estes mesmos biorreguladores na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. Os biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno).

As pesquisas sobre a aplicação de reguladores vegetais em muitas espécies cultivadas buscam o domínio e controle dos processos fisiológicos das plantas e, de certo modo, sua ação tem mostrado resultados surpreendentes. Sua utilização na agricultura não é recente, porém, crescente e chegando a ser, em determinadas situações, um fator de produção, qualidade e produtividade (SILVA & DONADIO, 1997).

De acordo com Castro & Vieira (2001a, b), os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas.

4- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a abril de 2016, no Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, *Campus* Fernandópolis/SP, onde foi realizada a inoculação das rizobactérias nas sementes de rúcula e rabanete com posterior condução em campo.

A região está localizada em 20° 16'50" de latitude sul, longitude de 50° 17'43" de longitude oeste e 20° 18'05" de latitude sul e 50° 16'26" de longitude oeste WGr, altitude de 520m e possui um solo argiloso vermelho-amarelo distrófico abrupto a moderada textura areno/média e relevo suave ondulado e ondulado. (OLIVEIRA et al,1999).

Antes do início das atividades foram retiradas amostras de solo da área experimental, cujos resultados das análises químicas do solo encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da análise química do solo antes do experimento, canteiros do campus Universidade Brasil, Fernandópolis/SP - 2016.

pH	M.O	P	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----				mmol _c .dm ⁻³	-----		
5,4	14	9	23	1,4	16	6	23,4	46,4	50,43	

Laboratório de Análises de Solo – Universidade Brasil – Fernandópolis/SP – 2016

O preparo dos canteiros consistiu-se de revolvimento do solo com enxada em uma profundidade de 15 cm, para uma melhor aeração e uma melhor distribuição do sistema radicular das plantas, seguido de levantamento dos canteiros, para evitar encharcamento do solo e acarretar má oxigenação ao redor do sistema radicular.

A fertilidade do solo foi corrigida utilizando-se:

- Nitrato de Cálcio (100% Solúvel) – 15,5% Nitrogênio; 19% Cálcio;
- Super Fosfato Simples Granulado – 20% Fósforo; 21% Enxofre;
- Cloreto de Potássio Pó (100% Solúvel) – 60% Potássio,
- Ribumin M1 (matéria orgânica ativa e concentrada de alta qualidade que tem como função aumentar a CTC do solo, melhorando a absorção de adubo, aeração,

enriquecendo a parte microbiana e conseqüentemente, aumentando a produtividade).

Inicialmente foram aplicados e incorporados manualmente a matéria orgânica em todos os canteiros, sendo utilizado Ribumin M1 2,5 ton ha⁻¹, juntamente com a nutrição recomendada em suas respectivas parcelas, assim como mostra a Tabela 3 para a Rúcula e Tabela 4 para o Rabanete.

Tabela 3. Adubação mineral de plantio de rúcula.

Nitrogênio	P resina, mg/dm ³			K ⁺ trocável, mmol _c .dm ⁻³		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha			K ₂ O, kg/ha		
40	400	300	200	150	100	50

Recomendação Boletim 100 – pág. 168. **Fonte:** o fabricante

Nos canteiros correspondentes ao cultivo de rúcula, foram aplicados, 10 dias antes da sementeira: 0,266tha⁻¹ de Nitrato de Cálcio; 2,0tha⁻¹ de Super Fosfato Simples Granulado; 0,25t ha⁻¹ de Cloreto de Potássio – O Potássio foi dividido, sendo 0,08t ha⁻¹ de Cloreto de Potássio no plantio e o restante dividido em três aplicações de cobertura juntamente com o Nitrogenado, fazendo com que não ultrapasse o limite máximo de 50 Kg de K₂O puro em uma única aplicação de plantio.

Aos 7, 14 e 21 dias após a emergência foi realizada a adubação de cobertura, sendo aplicados 0,774tha⁻¹ de Nitrato de Cálcio dividido em três aplicações iguais de 0,258tha⁻¹ e de Cloreto de Potássio foi de 0,056tha⁻¹, diluídos em água e com auxílio de regador de 10 litros.

Na tabela 4 estão apresentados os dados referentes a adubação mineral utilizada na cultura do rabanete.

Tabela 4: Adubação mineral de plantio de rabanete.

Nitrogênio	P resina, mg/dm ³			K ⁺ trocável, mmol _c .dm ⁻³		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha			K ₂ O, kg/ha		
20	360	240	180	180	120	60

Recomendação Boletim 100 – pág. 174. **Fonte:** o fabricante

A adubação inicial foi aplicada 10 dias antes da semeadura com 0,133tha⁻¹ de Nitrato de Cálcio; 1,8tha⁻¹ de Super Fosfato Simples Granulado; 0,275tha⁻¹ de Cloreto de Potássio, sendo utilizado no plantio 0,083tha⁻¹ e o restante dividido em três aplicações de cobertura (0,064 t ha⁻¹), juntamente com o Nitrato de potássio, realizando de tal forma que não ultrapasse o limite máximo de 50 kg de K₂O puro em uma única aplicação de plantio.

Na adubação de cobertura foi realizada utilizando-se os mesmos procedimentos que os empregados para rúcula

4.1. Instalação, condução do experimento e características avaliadas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições e cinco tratamentos para cada hortaliça. Os tratamentos foram:

- 1 = N-P-K (plantio) + N-K (cobertura)
- 2 = Inoculante + P-K
- 3 = Vetor 1000 + N-P-K (plantio)
- 4 = N-P-K (plantio) + Vetor 1000 (plantio e cobertura)
- 5 = N-P-K (plantio)

Para preparação do inoculo bacteriano foi utilizada a estirpe UCCBc 434 Limão Cravo, isolada da rizosfera de limão cravo (*Citruslimonia*Osbeck), pertencente à coleção do Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil -Campus

Fernandópolis. O crescimento bacteriano foi conduzido em meio de cultura Triptecaseína soja (TSB) incubados à temperatura de 30°C, sob agitação (140rpm), por 72 horas. O inoculante foi ajustado para uma concentração bacteriana de 10⁹ células mL⁻¹. As sementes foram submergidas nesta solução por 10 minutos, procedendo-se seguidamente à semeadura.

No plantio foi utilizado o biofertilizante Vetor-1000, fabricado por Lieknin, Indústria e Comércio de Fertilizantes Orgânicos Ltda., cuja composição química está descrita na Tabela 5. A dose utilizada foi de 1ml.L⁻¹, utilizando 5 litros de água por m², totalizando 10 litros por canteiro de 2 m².

Tabela 5: Composição química do biofertilizante vetor 1000, fabricado por lieknin, indústria e comércio de fertilizantes orgânicos Ltda.

Composição	Mg/100mL
Ácido aspártico	328,57
Treonina	203,89
Serina	139,93
Ácido glutâmico	346,94
Prolina	219,99
Glicina	389,07
Alanina	ND*
Cistina	239,35
Valina	227,95
Metionina	186,61
Isoleucina	431,36
Tirosina	115,11
Fenilalanina	205,97
Lisina	296,94
Histidina	110,87
Triptofano	16,66
Arginina	222,66
Amônia	131,62

* ND= não detectado **Fonte:** o fabricante

Dez dias após a incorporação dos componentes pré-semeadura, foi realizada a semeadura da rúcula e do rabanete em suas respectivas áreas.

Foi realizada semeadura direta em sulco de plantio de 30 cm entre linhas e aproximadamente 0,5 cm de profundidade para ambas as culturas.

O raleio foi realizado sete dias após o plantio deixando 1 planta a cada 5 cm, também para ambas as culturas. O material propagativo selecionado foram sementes de rúcula e rabanete, adquiridos em empresa específica de venda de sementes de hortaliças. As sementes de rúcula cv. Folha Larga, selecionadas pela empresa TecnoSeed®, e as de rabanete cv. Crimson Vip Seleção Especial, pela empresa Feltrin®.

O fornecimento de água foi efetuado por micro-aspersão, com turno de rega diária parcelada em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água em média de 8 mm.dia^{-1} , de acordo com a capacidade de campo.

A área experimental foi mantida limpa por meio de capinas manual sempre que necessário.

O experimento foi conduzido por quarenta dias quando as plantas (10 plantas parcela⁻¹) foram coletadas da parte interna da parcela desprezando-se as bordaduras. A partir do material colhido foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento da parte aérea e raiz, número de folhas, fitomassa fresca e seca da parte aérea e de raiz.

Para obtenção da fitomassa fresca as plantas foram lavadas para retirada das sujidades e o excesso de água foi eliminado com o uso de papel absorvente, procedendo-se a pesagem em balança digital.

Para obtenção da massa seca da parte aérea e das raízes foram deixadas em estufa com circulação forçada de ar a 56°C por 72 horas e pesados em balança analítica.

4.2. Avaliação dos dados

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao programa estatístico SigmaStat versão 3.5. Foi utilizada a análise de variância paramétrica, complementada com o teste de comparação múltipla de Tukey, para comparar os tratamentos nas variáveis: comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, peso das folhas frescas, peso das folhas secas, peso da raiz fresca e peso da raiz seca.

E quando se verificou que análise que não satisfaz a suposição de normalidade foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis para comparação dos tratamentos. Em todos os testes foi utilizado um nível de 5% de significância.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados obtidos para cultura de rúcula submetida a diferentes tratamentos. Verificou-se que o comprimento da parte aérea não apresentou diferenças estatísticas.

Maior desenvolvimento radicular foi observado nas plantas que foram inoculadas com a estirpe UCCBc434 Limão Cravo, que, no entanto, não diferiu estatisticamente do tratamento que recebeu biofertilizante Vetor 1000 no plantio e adubação NPK. Estes resultados provavelmente estão relacionados com os metabólitos secundários liberados pelas bactérias no meio, onde podem estar envolvidos em uma variedade de processos ecológicos, devido a apresentar substâncias promotoras do crescimento vegetal, como fitohormônios, sideróforos, antibióticos, entre outros (DIAS e DIAS, 2007, COELHO et al., 2008).

Tabela 6: Média e desvio padrão das variáveis: comprimento da parte aérea e da raiz, fitomassa fresca das folhas e das raízes, fitomassa das folhas secas e das raízes para plantas de rúcula submetidas aos diferentes tratamentos.

Variáveis	Tratamentos					p-valor
	1	2	3	4	5	
	NPK Plantio + NK Cobertura	INOCULANTE+ PK Plantio + K Cobertura	NPK + VETOR 1000 Plantio	NPK + VETOR 1000 Plantio + VETOR 1000 Cobertura	NPK Plantio	
Comprimento parte aérea **	26,35±2,29	26,94±2,06	23,81±1,59	24,69±1,27	25,09±0,60	0,2226
Comprimento raiz *	13,36±0,92 b	15,92±0,64 a	13,62±0,57 ab	13,09±0,93 b	12,98±1,18 b	0,0118
Fitomassa fresca das folhas *	18,80±5,35 ab	28,02±3,54 a	15,95±3,69 ab	12,17±3,52 b	18,55±7,71 ab	0,0328
Fitomassa seca das folhas **	1,33±0,46	1,97±0,29	1,19±0,28	0,89±0,27	1,46±0,70	0,1093
Fitomassa fresca das raízes *	0,79±0,15 b	1,54±0,20 a	0,96±0,14 ab	0,80±0,32 b	1,13±0,34 ab	0,0194
Fitomassa seca das raízes **	0,12±0,04 ab	0,21±0,03 a	0,13±0,04 ab	0,11±0,03 b	0,15±0,03 ab	0,0431

* Duas ou mais médias seguidas letras diferentes nas linhas diferem entre si quanto aos respectivos tratamentos utilizadas ($p < 0,05$)

** Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos

1 = N-P-K (plantio) + N-K (cobertura)

2 = Inoculante UCCBc434 Limão Cravo + P-K (plantio) + K (Cobertura)

3 = Vetor 1000 + N-P-K (plantio)

4 = N-P-K (plantio) + Vetor 1000 (plantio e cobertura)

5 = N-P-K (plantio)

Ao avaliar a fitomassa fresca da parte aérea verificou-se que houve maior desenvolvimento das plantas inoculadas com a estirpe UCCBc434 Limão Cravo, que, no entanto, não diferiu estatisticamente das que receberam adubação com NPK e biofertilizante no plantio+NPK. As raízes apresentaram maior acúmulo de fitomassa fresca e seca nas plantas inoculadas com UCCBc434 Limão Cravo,

quando comparadas com o tratamento que recebeu N-P-K no plantio + Vetor 1000 no plantio e cobertura (Tabela 6).

Entre os benefícios do uso do Vetor 1000 estão, melhoria no enraizamento, resistência às adversidades (stress climático, transplante etc), melhoria na fotossíntese e no metabolismo, resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças, melhoria no crescimento vegetativo e produção. Além disso, o produto por ser natural não ocasiona danos ao meio ambiente, podendo ser utilizado tanto na agricultura orgânica como na convencional (LIEKNIN, 2006).

Já as rizobactérias promotoras do crescimento vegetal apresentam vários mecanismos que beneficiam o desenvolvimento das plantas. A promoção do crescimento pode ser de forma direta pela produção de fitohormônios e aumento da disponibilidade de nutrientes pela fixação de nitrogênio atmosférico ou solubilização do fosfato (CHABOT et al.; 1996; ANTOUN et al., 1998), oxidação do enxofre e aumento da permeabilidade das raízes (MARIANO & KLOEPPER, 2000).

A Tabela 7 apresenta os resultados de número de folhas, comprimento da parte aérea e da raiz, fitomassa fresca das folhas e das raízes, fitomassa das folhas secas e das raízes obtidos em plantas de rabanete submetidas aos diferentes tratamentos. Não foram observadas diferenças em relação ao número de folhas, e nos demais parâmetros foram verificadas significâncias estatísticas.

Em relação ao desenvolvimento das raízes, parte comercial do rabanete, verificou-se maior desenvolvimento no tratamento N-P-K (plantio) + N-K (cobertura) quando comparados com o tratamento que recebeu NPK unicamente no plantio. Com os resultados alcançados na Tabela 7, verificou-se que o tratamento 5 que recebeu N-P-K somente no plantio, exige aplicações posteriores de N-K em cobertura para atingir resultados satisfatórios. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 7).

Os benefícios das RPCPs foram observados em diferentes espécies vegetais, dentre as quais plantas anuais de pequeno porte, são frequentemente citadas: como abóbora (CHEN et al., 2000), beterraba (THRANE et al., 2000), rabanete (LEEMAN et al, 1995), grão de bico, berinjela (KUMAR, 1998), batata e alface (GOMES et al., 2003; FREITAS et al., 2003; SOTTERO et al., 2006; SCHLINDWEIN et al, 2008).

Tabela 7: Média e desvio padrão das variáveis número de folhas, comprimento da parte aérea e da raiz, fitomassa fresca das folhas e das raízes, fitomassa das folhas secas e das raízes para plantas de rabanete submetidas às diferentes tratamentos.

Variáveis	Tratamentos					p-valor
	1 NPK Plantio + NK Cobertura	2 INOCULANTE+ PK Plantio + K Cobertura	3 NPK + VETOR 1000 Plantio	4 NPK + VETOR 1000 Plantio + VETOR 1000 Cobertura	5 NPK Plantio	
Comprimento parte aérea *	26,53±1,81 ab	26,19±3,35 ab	29,31±3,05 a	24,99±2,89 ab	20,16±2,12 b	0,0232
Comprimento raiz *	3,97±0,34 a	3,19±0,30 ab	3,79±0,72 ab	3,28±0,14 ab	2,77±0,37 b	0,0362
Fitomassa fresca das folhas*	34,14±2,16 a	27,95±3,58 ab	32,96±2,69 a	22,06±6,76 bc	13,51±2,52 c	0,0004
Fitomassa seca das folhas*	2,23±0,30 a	1,76±0,24 ab	2,28±0,37 a	1,54±0,36 ab	0,98±0,23 b	0,0022
Fitomassa fresca das raízes*	45,76±10,63 a	32,14±0,29 ab	40,25±10,17 ab	34,72±7,21 ab	21,58±4,96 b	0,0290
Fitomassa seca das raízes *	2,08±0,47 a	1,58±0,03 ab	1,87±0,51 ab	1,59±0,22 ab	1,07±0,23 b	0,0411

* *Duas ou mais médias seguidas letras diferentes nas linhas diferem entre si quanto aos respectivos tratamentos utilizadas (p<0,05)*

** *Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos*

1 = N-P-K (plantio) + N-K (cobertura)

2 = Inoculante UCCBc434 Limão Cravo + P-K (plantio) + K (cobertura)

3 = Vetor 1000 + N-P-K (plantio)

4 = N-P-K (plantio) + Vetor 1000 (plantio e cobertura)

5 = N-P-K (plantio)

Segundo Schindwein et al. (2008), o ácido indol acético (AIA) produzido por bactérias rizosféricas influenciam sobre os parâmetros de germinação de sementes de alface. Estes autores afirmam que a taxa de germinação e o vigor das plântulas dependem tanto de fatores genéticos inerentes à semente quanto às práticas culturais que podem alterá-las. Dentre as práticas culturais, a inoculação de sementes com micro-organismos benéficos é uma alternativa que permite o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Neste estudo, demonstrou-se a potencialidade da estirpe UCCBc434 Limão Cravo como promotoras do crescimento para rabanete assim como do biofertilizante Vetor 1000 quando aplicado no plantio.

Assim, é possível afirmar que as rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCPs) apresentam grande potencial para utilização na agricultura, representando um variado subgrupo de bactérias que colonizam as raízes.

O estudo desses micro-organismos e dos biofertilizantes vem merecendo destaque nos últimos anos, devido à grande demanda por tecnologias que viabilizem uma agricultura sustentável e que futuramente, uma percentagem maior destas bactérias seja usada na produção de alimentos, principalmente no cultivo orgânico.

6- CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e com a metodologia utilizada pode afirmar-se que:

- A bactéria rizosférica estirpe UCCBc 434 Limão Cravo é capaz de promover o crescimento de rúcula e rabanete;
- O biofertilizante Vetor 1000 quando aplicado no plantio e cobertura favorece o desenvolvimento de rúcula;
- A aplicação do biofertilizante Vetor 1000 na cultura de rabanete deve ser aplicado unicamente no plantio.
- A aplicação do N-P-K sem cobertura não apresentou resultados satisfatórios necessitando de adubação de cobertura.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, E.P.R; MELO, I. S. Ação antagônica de rizobactérias contra *Phytophthora parasítica* e *P. citrophthorae* seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 565-568, 2002.
- ANTOUN H; BEAUCHAMP CJ; GOUSSARD N; CHABOT R; LALANDE R. Potencial of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* as specie plant growth promoting rhizobacterian on non-legume: Effect on radishes (*Raphanus sativus*L.). **Plant and Soil** v.204, p.57-67. 1998.
- ARAUJO, F. F.; Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão; **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462, mar./abr., 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n2/17.pdf>> Acessado em 03 de março de 2012; 21:23 hrs.
- BARBOSA, F. A.; Adubação com Cama de Frango em Rúcula e Rabanete; Cuiabá, MT, 2011. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABvn0AL/adubacao-com-cama-frango-rucula-rabanete>> Acessado em 19 de março de 2012; 09:40 hrs.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L.E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J.P. Advances in plant growth promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998– 2013). **Plant and Soil**, v.378, p.1–33, 2014.
- BETTIOL W; TRATCH R; GALVÃO J. Á. H. 1998. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. Jaguariúna, SP: **EMBRAPA** - CNPMA, 22p. (Circular técnico, 02).
- CASTRO, P. R. C. & VIEIRA, E. L.; Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. **Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária**, 2001a. 132p.

CHABOT R; ANTOUN H; CESCAS MP. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar *phseoli*. **Plant and Soil** v.184, p.311-321. 1996.

CHEN C; BÉLANGER RR; BENHAMOU N; PAULITZ TC. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium sphaeroderma*. **Physiology and Molecular Plant Pathology** v.56, p.13-23. 2000.

COELHO LF; MELO AMT; CHIORATO AF; FREITAS SS. Diversity of fluorescent *Pseudomonas* in different rhizospheres. **World Journal of Agricultural Sciences** v.4, p.901-907. 2008.

COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biology & Biochemistry**, v.42, p.669 – 678, 2010

CORTEZ, J. W. M., Esterco de Bovino e Nitrogênio na Cultura de Rabanete; Jaboticabal, SP, 2009. Disponível em <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3777.pdf> > Acessado em 22 de maio de 2012, 18:05 hrs.

DELEITO CSR; CARMO GF; ABBOUND ACS; FERNANDES MCA. 2000. Sucessão microbiana durante o processo de fabricação do biofertilizante Agrobio. In: FERTBIO 2000. Santa Maria, RS: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo e da Sociedade Brasileira de Microbiologia**, CD-ROM.

DEY, R., PAL, K.K., BHATT, D.M. E CHAUHAN, S.M. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research** v.159, p. 371-394, 2004.

DIAS LS; DIAS AS. Metabolitos secundários como fontes de bioherbicidas: situação atual e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.30, p.510-517. 2007.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v. 1, p. 1-54, 1977a.

DÖBEREINER, J. Plant genotype effects on nitrogen fixation in grasses. In: MUHAMMED, A.; AKSEL, R. & BORSTEL, R.C., eds. **Genetic diversity in plants**, Itaguaí, EMBRAPA UEPAE, 1977b. p.325-334.

FERNANDES JÚNIOR, P. I. **Composições poliméricas a base de carboximetilcelulose e amido como veículo de inoculação de rizóbio em leguminosas**. 2006. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F.A.R.; **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2007. 421p.

FREITAS S.S.; MELO AMT, DONZELI VP. Promoção do crescimento de alface por rizobactérias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.27,p.61-70. 2003.

GOMES AMA; MARIANO RIR; SILVEIRA EB; MESQUITA JCP. Isolamento e seleção de bactérias e efeito de *Bacillus* spp. na produção de mudas orgânicas de alface. **Horticultura Brasileira** v.21, p.699-703. 2003.

GUARA; Technes Agrícola: **Ribumin**; São Paulo, SP, 2011 Disponível em <<http://www.technes.com.br/ribumin.html#02>> Acessado em 16 de abril de 2012; 21:12 hrs

GLICK, B. R. Plant growth promoting bacteria: mechanisms and applications. **Scientifica**, v.2012, p. 963401, 2012.

_____. Beneficial Plant- bacterial Interactions. [s.l.] **Springer**, 2015.

HAIYAMBO, D.H.; REINOLD-HUREK, B.; CHIMWAMUROMBE, P.M. Effects of plant growth promoting bacteria isolates from Kavango on the vegetative growth of *Sorghum bicolor*. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.10, p.725- 729, 2015.

HAYAT, R.; ALI, S; AMARA, U; KHALID, R; AHMED, I. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. **Annals of microbiology**, v.60, n.4, p. 579 – 598, 28 ago. 2010.

HOLL, F. B.; CHANWAY, C. P.; TURKINGTON, R.; RADLEY, R. A. Response of crested wheatgrass (*Agropyroncrystatum*L.), perennial ryegrass (*Loliumperenne*) and white clover (*Trifoliumrepens*L.) to inoculation with *Bacillus polymyxa*. **Soil Biology and Biochemistry**, London, v. 20, p. 19-24, 1988.

KOZUSNY-ANDREANI, ANDREANI JUNIOR, R. Colonização rizosférica e promoção do crescimento por rizóbios em mudas de alface. **Nucleus**, v. 11, n. 2, p. 443 - 452, 2014.

KOZUSNY-ANDREANI, D.I.; AGIADO, J.C.; ANDREANI JUNIOR, R. Efeito de bactérias rizosféricas sobre o desenvolvimento da cenoura. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 1, p. 211-220, 2014.

KUMAR BSD. Disease suppression and crop improvement through fluorescent pseudomonads isolated from cultivated soils. **World Journal of Microbiology and Biotechnology** v.14, p.735-741. 1998.

LEEMAN S; DEN OUDEN FM; VAN PELT JA; DIRKX FPM; STEIJL H. Iron availability affects induction of systemic resistance to *Fusarium* wilt of radish by *Pseudomonas fluorescens*. **Phytopathology** v.86, p.149-155, 1995..

LIEKNIN, N. A. Produto orgânico a base de peixe e processo de obtenção do produto orgânico. 2006. Disponível em <<http://www.patentesonline.com.br/produto-organico-a-base-de-peixe-e-processo-de-obtencao-do-produto-organico-176208.html>> Acesso em: 12 de junho de 2012, 21:24 hrs.

LOPES, J. C. Enraizamento de estacas foliares de violeta africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) em diferentes substratos. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29 n. 2, p.23-28, 2005.

LUGTENBERG, B.; KAMILOVA, F. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. **Annual Review of Microbiology**, v.63, p.541-556, 2009.

MALAVOLTA, E., & MORAES, M. F.; SERIE ESTUDOS E DOCUMENTOS: **Nitrogênio na Agricultura Brasileira**. 2006. Disponível em <http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-70.pdf>. Acessado em 22 de maio de 2012, 16:30 hrs

MARIANO RLR; KLOEPPER JW. Método alternativo de biocontrole: resistência sistêmica induzida por rizobactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** v. 8, p.121-137. 2000.

MARIANO, R. de L. R. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, Recife, vol. 1, p.89-111, 2004.

MATELIN, S.; TORAINE, B. Plant growth-promoting bactéria and nitrate availability: impacts on roots development and nitrate uptake. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p.27-34. 2004.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; **Rabanete: cultura rápida para temperaturas amenas e solos areno-argilosos**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27p.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA-Solos. Campinas. 1999. 64p.

PRADO, R. M.; **NUTRIÇÃO DE PLANTAS: Texto Básico>Funções** – 2004;
Disponível em
<<http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/funcoes.php>> Acessado em 29 de maio de 2012, 10:15 hrs.

QUEIROZ, B.P.V.; AGUILAR-VILDOSO, C.; IMELOI, S. Visualização in vitro da colonização por rizobactérias. **SummaPhytopathology**, v. 32, p.95-97. 2006.

REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C.; **ARTIGOS TÉCNICOS: A Fixação Biológica de Nitrogênio e o Meio Ambiente**; Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2011. Disponível em <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=731>> Acessado em 28 de fevereiro de 2012; 21:08 hrs.

SALES JÚNIOR, R. S.; FILHO, J. A.; MOTA, J.C.A.; NUNES, G. H. S.; PEREIRA, E. W. L.; **Efeito de Ribumin® nas características pós-colheita do melão amarelo 'AF 646'** - ESAM – Depto Fitossanidade, Mossoró, RN, 2002. Disponível em <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olpc4082c.pdf>> Acessado em 16 de junho de 2012, 03:44 hrs.

SCHLINDWEIN G; VARGAS LK; LISBOA BB; AZAMBUJA AC; GRANADA CE; GABIATTI NC; PRATES F; STUMPF R. Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface. **Ciência Rural** v.38, p.658-664. 2008.

SCHULZE, J.; POLSCHEL, G. Bacterial inoculation of maize affects carbon allocation to roots and carbon allocation to roots turnover in the rhizosphere. **Plant and Soil**, v. 267, p.235-241. 2004.

SILVA, H.A.S.; ROMEIRO, R.S.; MOUNTEER, A. Development of root colonization bioassay for rapid screening rhizobacteria for potential biocontrol agents. **JournalofPhytopathology**, v. 151, p.42-46. 2003.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C. **Reguladores vegetais na citricultura.**

Jaboticabal: Unesp/Funep, 1997. 38 p.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; **Microbiologia e Bioquímica do Solo – 2.**

Ed.atual. eampl. – Lavras, MG, 2006. 729 p.

SOTTERO NA; FREITAS SS; MELO AMT; TRANI PE. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.30, p.225-234. 2006.

THRANE C; NIELSEN TH; NIELSEN MN; SORENSEN J; OLSSON

S..Viscosinamide-producing *Pseudomonas fluorescens* DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. **FEMS Microbiology Ecology** v.33, p.139-146. 2000

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant & Soil**, Dordrecht, v. 255, n. 2, p. 571-586, aug. 2003.

WU, S. C.; CAO, Z. H.; LI, Z. G.; CHEUNG, K. C.; WONG, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, Amsterdam, v. 125, n. 1-2, p. 155-166, mar. 2005.

YOSHIKAWA, M. Succinic and lactic acids as plant growth promoting compounds produced by rhizosphere *Pseudomonas putida*. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 39, p. 1150-1154, 1993.

ZAGO, V.C.P. *Pseudomonas spp.* Fluorescentes – **Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas e Biocontroladoras de Fitopatógenos em Sistemas de Produção Agrícola.** Seropédica/RJ – 2000.

Disponível em <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/doc127.pdf>>

Acessado em 15 de abril de 2012, 22:10hrs

ZILLI, J. E.; Fixação Biológica de Nitrogênio pode Aumentar a Competitividade do Agronegócio em RR – **Artigo 35. Doc. Roraima**, RR, 2006.