

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CRISTALINA  
CURSO DE TECNOLOGIA EM HORTICULTURA

ESTER FERNANDES DE MORAIS

**Efeito de bactérias rizosféricas no desenvolvimento da cenoura**  
*(Daucus carota)*

CRISTALINA - GO  
2021

ESTER FERNANDES DE MORAIS

**Efeito de bactérias rizosféricas no desenvolvimento da Cenoura (*Daucus carota*)**

Trabalho conclusão de curso apresentado ao curso de Tecnologia em Horticultura do Instituto Federal Goiano – Campus Cristalina, como requisito parcial a obtenção de título de Tecnólogo em Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

MM827e      Morais, Ester  
              Efeito de bactérias rizosféricas no  
desenvolvimento da cenoura (*Daucus carota*) / Ester  
Morais; orientador Jardel Pereira. -- Cristalina,  
2021.  
              28 p.

TCC (Graduação em Tecnologia em Horticultura) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina, 2021.

1. nitrogênio. 2. raiz. 3. crescimento. 4.  
plantas. 5. produtividade. I. Pereira, Jardel,  
orient. II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Ester Fernandes de Moraes

Matrícula: 2018110212540022

Título do Trabalho: Efeito de bactérias rizosféricas no desenvolvimento da Cenoura (*Daucus carota*)

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 29/09/21

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

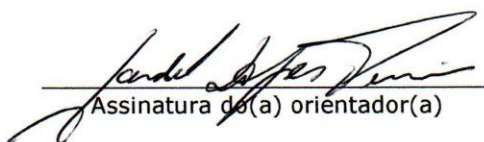
Cristalina - GO,  
Local

29/09/21.  
Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 47/2021 - GENS-CRIS/CMPCRIS/IFGOIANO

## Curso Tecnologia em Horticultura

Efeito de bactérias rizosféricas no desenvolvimento da Cenoura (*Daucus carota*)

Autora: Ester Fernandes de Moraes

Orientador: Jardel Lopes Pereira

TITULAÇÃO: Tecnóloga em Horticultura.

APROVADA em 21 de setembro de 2021

Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira

Presidente da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Prof. Dr. Álvaro Henrique Cândido de Souza

Membro da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Profa. Dra. Nayana Ribeiro Soares

Membro da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alvaro Henrique Candido de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 23/09/2021 09:00:35.
- **Nayana Ribeiro Soares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 22/09/2021 14:55:34.
- **Jardel Lopes Pereira, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CC-CRIS**, em 22/09/2021 14:54:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/09/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 311063

Código de Autenticação: 92611154c6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Cristalina  
Rua Araguaia, SN, Loteamento 71, Setor Oeste, Setor Oeste, CRISTALINA / GO, CEP 73850-000  
(61) 3612-8500

#### DEDICATÓRIA:

Dedico este trabalho a Deus, que sempre foi o autor da minha vida, aos meus pais, a minha afilhada aos meus irmãos falecidos e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente agradeço a Deus por me permitir ter chegado neste momento, por ter me dado força, me capacitado dias após dias.*

*Aos meus pais Emílio José de Moraes e Maria Fernandes de Moraes, por todo amor, dedicação, carinho, apoio e incentivo.*

*Aos meus padrinhos Creuza Ferreira Gomes e Geraldo C. Fernandes de Moraes, Izabel Fernandes de Moraes e Wesley Sander, que sempre me apoiou e incentivou no período da faculdade.*

*Aos todos meus queridos irmãos Aparecida, Selma, Sérgio, Sueli, João, Geraldo, Irene, Iraci, Cândida, Izabel, Matheus, Samuel e Liliane, que me apoiaram.*

*Aos meus sobrinhos que estiveram me dando apoio e incentivo em especial minhas sobrinhas Mariana e Anabella por ter me dado inspiração de nunca desistir da minha capacidade.*

*Aos meus amigos, Victor Lopes, Daniella Toledo, Fábio Peixoto, Marta Vieira, Marta Santin, Tayna Nunes, Lorena Nunes, Marilda Eugênio, Leonardo Machado, Cleyton Teixeira, Dayana Souza, Paulo Victor, Alison Caparelli, por estar comigo nas horas de dificuldades.*

*O Instituto Federal Goiano por me possibilitar todo conhecimento e experiência, que serão fundamentais na minha carreira profissional.*

*Aos meus queridos professores em especial Mário Lúcio Alexandre e os servidores que fizeram parte da minha trajetória no IF Goiano.*

*Mas, especialmente, agradeço ao apoio e incentivo do meu orientador professor Dr. Jardel Lopes Pereira, que sempre me auxiliou com muita dedicação, humildade e responsabilidade, agradeço ao apoio, confiança, incentivo, paciência, conselhos, puxões de orelha e por está presente comigo não apenas como um orientador mais um verdadeiro amigo, que me levantou para que pudesse chegar até aqui, principalmente, por todo o conhecimento que comigo compartilhou, meus sinceros agradecimentos para a realização deste trabalho...*



*É Deus que te faz entender toda poesia, que torna mais  
valiosa a vida e prova que ainda dá pra ser feliz.*

*Rosa de Saron.*

## RESUMO

A cenoura (*Daucus carota*) é uma hortaliça da família Apiacea, pertencente ao grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, é uma importante hortaliça com alto teor de vitamina A, além do consumo in natura, é utilizada como matéria prima por indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas. O uso de fertilizantes químicos, em especial os nitrogenados e fosfatados, são os maiores incrementos aos custos de produção e podem ser danosos ao meio ambiente. Uma alternativa para diminuição do uso de insumos é a utilização das Rizobactérias Promotoras de Crescimento (RBPC). As RBPC podem estimular o crescimento das plantas por diversas maneiras. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os efeitos de rizobactérias sobre o desenvolvimento da cenoura. As rizobactérias podem aprimorar o desenvolvimento radicular de uma plântula. Desta forma, os objetivos do presente trabalho foi realizar uma revisão literária sobre a cultura da Cenoura (*Daucus carota*) e os impactos das Rizobactérias Promotoras de Crescimento (RBPC) no desenvolvimento vegetativo desta cultura, bem como, verificar os potenciais empregos destas bactérias para aumento da produtividade desta cultura. Dentre as principais rizobactérias com impacto nas espécies cultivadas podemos citar: *Rhizobium leguminosarum*, *Bacillus sp.*, *Azoarcus* e *Azospirillum*. A capacidade do gênero *Rhizobium* de colonizar raízes de cenouras é abundante conforme observado usando microscopia confocal. O *Bacillus sp.* é uma rizobactéria de importância para o crescimento vegetal. Estas bactérias promovem a germinação das sementes e também promovem melhor desenvolvimento e produtividade das culturas, graças a promoção de hormônios vegetais que solubilizam fósforo, fixam biologicamente o nitrogênio e bloqueiam a ação de substâncias tóxicas oriundos de fungos através da antibiose. *Azoarcus spp.* são proteobactérias fixadoras de nitrogênio da subclasse  $\beta$  que ocorrem em grande número nas raízes de gramíneas sendo que em cenoura ainda não foram avaliados seus impactos no desenvolvimento e produtividade. Na literatura existem vários trabalhos confirmando que *Azospirillum* produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas dentre elas a cenoura.

**Palavras chaves:** nitrogênio, raiz, crescimento, plantas, produtividade.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
3. DESENVOLVIMENTO.....	13
3.1. Cultura da Cenoura:.....	13
3.2. Exigências nutricionais da cenoura .....	14
3.3. Microrganismos do solo x desenvolvimento da cenoura.....	15
3.4. Rizobactérias promotoras de crescimento .....	16
3.5. Principais rizobactérias promotoras de crescimento de plantas .....	17
3.5.1. <i>Rhizobium leguminosarum</i> .....	18
3.5.2. <i>Bacillus sp.</i> .....	18
3.5.3 <i>Azoarcus</i> .....	19
3.5.4 <i>Azospirillum</i> .....	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	21
5. REFERÊNCIAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A cenoura é uma hortaliça da família Apiacea, pertencente ao grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Os municípios com maiores produtividades são: Carandaí (MG), Maria da Fé (MG); São Gotardo (MG); Piedade (SP), Ibiúna (SP); Mogi das Cruzes (SP); Ponta Grossa (PR); Marilândia (ES) e Irecê (BA). Esta hortaliça apresenta alto teor de vitamina A, possui textura macia e sabor agradável. Além do consumo in natura, é utilizada como matéria prima por indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas (EMBRAPA, 2014).

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma importante hortaliça pertencente ao grupo de tuberosas sendo cultivada em todo o país. Apresenta grande aceitação devido a sua excelente palatabilidade, alto conteúdo de pró-vitamina A e caroteno. Além disso, a boa conservação pós-colheita permite que seja produzida em locais distantes dos grandes centros consumidores. Estes fatores, aliados à introdução de novas tecnologias na produção da cultura tem permitido melhor adaptação condições edafoclimáticas das diferentes regiões brasileiras contribuíram para que nos últimos houve-se grande expansão da cultura (FINGER, et al., 2005).

As rizobactérias, conhecidas como promotoras do crescimento de plantas (PGPR) são benéficas às plantas por promoverem seu desenvolvimento devido à produção de fitormônios, a mobilização fosfato, a produção de sideróforos e antibióticos, a inibição na planta da síntese de etileno e indução nas plantas a resistência sistêmica a patógenos (VAFADAR et al. 2014), oxidação do enxofre e incremento da permeabilidade das raízes (MARIANO & KLOEPPER, 2000). Entre as PGPR, as bactérias solubilizadoras de fosfatos e as fixadoras de nitrogênio atmosférico são importantes para plantas cultivadas, pois aumentam a absorção de nitrogênio e de fósforo desempenhando um papel crucial como biofertilizantes (SINGH et al., 2011)

As rizobactérias atuam no controle biológico de doenças, competindo por nutrientes com os agentes patogênicos pela competição por nutrientes com o patógeno e na produção de sideróforos e antibióticos (RAMAMOORTHY et al., 2001), e pela resistência induzida (NANDAKUMAR et al, 2001). Os ganhos das PGPR foram verificados em várias espécies vegetais, como abóbora (CHEN et al., 2000), beterraba (THRANE et al., 2000), rabanete (LEEMAN et al, 1995), berinjela (KUMAR, 1998), batata, alface (GOMES et al., 2003; SOTTERO et al., 2006; SCHLINDWEIN et al., 2008).

Bactérias de vida livre são observadas na rizosfera das plantas e partes delas são conhecidas como Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas - PGPR (ALVES, 2007). *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Agrobacterium* e *Azotobacte* foram relatados como PGPR, sendo *Pseudomonas* e *Bacillus* o PGPR amplamente relatado.

Os mecanismos que PGPR, incluindo *Bacillus* spp., aumentam o desenvolvimento das plantas podem variar de produção ou mudanças na concentração de fitohormônios, inibição da síntese de etileno, produção de sideróforo e antibióticos, fixação de nitrogênio, solubilização de fosfato e promoção da resistência sistêmica a patógenos (SINGH et al., 2011; VAFADAR et al. 2014). O efeito benéfico das rizobactérias em culturas cultivadas comercialmente é mundialmente conhecido na cebola (HARTHMANN et al., 2010), batata (SOTTERO et al., 2006) e tomate (MENA-VIOLANTE & OLALDE-PORTUGAL, 2007). No entanto, esse potencial ainda não é conhecido em várias culturas, como a cenoura (KONUSNY-ANDREANI et al., 2014).

A comercialização da cenoura depende do padrão das raízes que considera o comprimento, o diâmetro e a ausência de defeitos (CEASAMINAS, 2015). Dessa forma, a aplicação do PGPR pode aumentar o desenvolvimento de raízes comerciais, resultando em menor desperdício e conseqüentemente maior rentabilidade aos agricultores. *Bacillus* spp. em especial é facilmente cultivado em meios de cultura líquidos com baixo custo, o que facilita sua produção em massa em fermentadores industriais. Além disso, produzem endosporos resistentes, que aumentam a vida útil dos produtos e integram o uso com produtos químicos (LANNA FILHO, 2010). Desta forma, os objetivos do presente trabalho foi realizar uma revisão literária sobre a cultura da Cenoura (*Daucus carota*) e os impactos das Rizobactérias Promotoras de Crescimento (RBPC) no desenvolvimento vegetativo desta cultura, bem como, verificar os potenciais empregos destas bactérias para aumento da produtividade desta cultura.

## 2. OBJETIVOS

- Realizar uma revisão literária sobre a cultura da Cenoura (*Daucus carota*) e os impactos das Rizobactérias Promotoras de Crescimento (RBPC) no desenvolvimento vegetativo desta cultura.
- Verificar os potenciais empregos destas bactérias para aumento da produtividade da cenoura (*Daucus carota*).

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. Cultura da Cenoura:

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma importante hortaliça pertencente à família Apiaceae, a qual possui em torno de 200 gêneros e 3.000 espécies, cujo centro de origem remonta às regiões temperadas da Ásia Central (Índia, Afeganistão e Rússia) sendo utilizada pelo homem a mais de dois mil anos (KASEKER et al., 2014).

O processo de seleção da cenoura ocorrido na Europa deu origem às variedades branca e laranja, parentes da cenoura que conhecemos hoje, também podendo ser chamada de cenoura moderna (DOSSA & FUCHS, 2017). A disseminação da cenoura até sua introdução no Brasil, passou pela Arábia, Norte da África, Península Ibérica (EMBRAPA, 2008). No País o primeiro relato da cenoura ocorreu no século XIX, mais precisamente no estado do Rio Grande do Sul (RODRIGUES, 2020).

Por se tratar de uma hortaliça de grande aceitação, de fácil manuseio e palatabilidade, alto teor de nutrientes, a cenoura, vem ganhando importância ano após ano no cenário nacional (IOM, 2001). A cenoura é de fácil conservação, o que permite seu cultivo longe dos centros consumidores, fator que aliado às novas tecnologias de produção, seleção das sementes, práticas de cultivo, resistência a pragas e doenças, permite o seu plantio em diferentes condições edafoclimáticas podendo ser cultivada nas diferentes regiões brasileiras (FINGER et al., 2005).

Na culinária a cenoura apresenta ampla diversidade e versatilidade para emprego em diferentes pratos. Esta versatilidade tem permitido que a procura pela hortaliça aumente, e por consequência a produção. Sua importância vai além da culinária, expandindo-se para cosméticos, medicina humana, nutrição animal, bem como matéria prima de muita importância para vários seguimentos (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2010). Seus compostos como: carboidratos, sais minerais são importantes fontes de nutrientes, assim como fosfato, cloro, potássio, cálcio, sódio, carboidratos, vitaminas do complexo B betacaroteno, substância que lhe confere a cor laranja-avermelhada. O betacaroteno que no ser humano auxilia na saúde dos olhos e da pele, por ser rico em vitamina A, podendo reduzir o risco de câncer e retardar o envelhecimento. Já se tratando dos sais minerais, contribuem para o bom equilíbrio do organismo e as vitaminas do complexo B que ajudam regular o sistema nervoso (SIMON & WOLFF, 1987; WORLD CARROT MUSEUM, 2004). Seus componentes nutricionais podem ser ingeridos no consumo através de cozimento como cru, ricas em fibras, sua importância nutricional permite sua exploração, em várias condições e

situações, tanto na indústria alimentícia. A cenoura pode ser consumida na forma fresca e suas raízes também podem servir como matéria prima para produção de mini cenouras ou na forma processada como seleta de legumes (CHITARRA & CARVALHO, 1984).

O cultivo de cenoura no Brasil acontece principalmente nos seguintes municípios São Gotardo, Santa Juliana e Carandaí; em São Paulo; Piedade, Ibiúna, São José do Rio Pardo e Mogi das Cruzes; no Paraná; Marilândia do Sul e Mauá da Serra; na Bahia; Irecê e Lapão; e no Rio Grande do Sul em Caxias do Sul (SHIBATA, 2008). A cenoura possui enorme importância econômica e social. A produção nacional de cenoura é estimada em 757 mil toneladas, distribuída numa área de 26 mil hectares, seu cultivo vai da agricultura familiar aos sistemas de produção em grande escala, tanto no processo de monocultura, como policultivo, assim como sistema de plantation (VILELA, 2010).

Por apresentar grande valor econômico e nutricional a cenoura é muito utilizada na dieta dos brasileiros (REGHIN e DUDA, 2009), contudo as correções de solo, os usos de insumos, em sua produção coloca esta tuberosa com risco a contaminação por agrotóxicos (SCHREIBER, et al., 2018). Entre os anos de 2013 e 2015 foram analisadas 518 amostras de cenoura, e destas 344 foram satisfatórias, mas em apenas 146 não foi identificado resíduos de agrotóxicos, e as demais apresentaram índices de resíduos iguais ou menores ao limite máximo recomendado (LMR).

### **3.2. Exigências nutricionais da cenoura**

A cenoura é uma olerícola de ciclo curto e de rápido desenvolvimento. Desta forma, esta cultura demanda uma alta quantidade de nutrientes e boa estrutura física do solo para atender a demanda nutricional até o final do ciclo (JESUS, 2018). A fertilização da cenoura é responsável por aproximadamente 45% dos custos de produção da cultura, além de comprometer a qualidade da mesma (AQUINO et al., 2015).

Sua qualidade nutricional, a melhoria na oferta com mudanças na produção, permitem melhorar o produto final (aparência, tamanho e qualidade) (SILVA, 2019).

Os nutrientes são importantes quando absorvidos e translocados pela cenoura. Entretanto, dependendo da fonte nutricional, principalmente adubos orgânicos podem provocar a contaminação da cultura, causando fitotoxicidade nas plantas e riscos de contaminação alimentar pelo consumidor final (SILVA, 2019).

E o fósforo é o nutriente que mais onera financeiramente, pela aplicação excessiva em virtude dos frequentes processos reativos no solo (sorção, fixação e imobilização). Fisiologicamente, o nutriente participa de atividades fotossintéticas, metabolismo das plantas,



transferência de energia e respiração (GRANT et al., 2001), sendo peça chave na formação de raízes e qualidade pós-colheita da cenoura (LUZ et al., 2009b; ASSUNÇÃO et al., 2016).

Uma prática de suma importância para atingir uma boa produtividade é o raleio. O objetivo desta prática é aumentar a flexibilidade de nutrientes, espaço, água, luz e outros fatores importantes para o desenvolvimento da cenoura. Este deve ser realizado uma vez só entre o 25º e o 30º dia após a semeadura, o que vai resultar de 4 a 5 centímetros entre plantas. O atraso da realização desta técnica implicará na diminuição da produtividade (VIEIRA et al., 2008). Condições de umidade do solo são outros fatores que atingem diretamente a produção e a qualidade das raízes de cenoura. Logo, deve-se realizar durante todo o ciclo da cultura o devido controle da umidade do solo (MAROUELLI, 2008). Segundo (Soares 2010), outro fator que influencia drasticamente na construção de raízes comerciais de cenoura é a presença de plantas daninhas. Além da produtividade, as plantas daninhas influenciam no pH das raízes e diminuem a relação de sólidos solúveis e acidez total.

### **3.3. Microrganismos do solo x desenvolvimento da cenoura**

Diante do crescimento da produtividade, muito se tem feito para mudar o manejo no processo de produção, assim como o aproveitamento do uso do solo e dos recursos naturais e biológicos, diminuindo a aplicação de fertilizantes e insumos convencionais, substituindo por produtos alternativos. O aproveitamento do solo no processo de microvida que trabalha de forma ativa e eficiente liberando os nutrientes presentes na matéria orgânica humificada, agindo na fixação os nutrientes presentes na matéria orgânica humificada, agindo na fixação do nitrogênio e produção de substâncias que protegem as plantas (ANDRADE, 2011).

A aplicação do estudo do solo, podendo ser através de podólogos, para identificar as propriedades físicas, principalmente textura, estrutura e permeabilidade, e as propriedades químicas e biológicas do solo afetam sensivelmente a produtividade e a qualidade das raízes de cenoura. Deve ser dada preferência aos solos de textura média, com adequados níveis de nutrientes e matéria orgânica e pH em torno de 6,0.

O sistema de produção convencional garante quantidade, e muito tem se trabalhado para aumentar esse quantitativo, porém muito tem se buscado no quesito qualitativo, e dentro dessa nova procura, abre espaço para os produtos, sem uso de defensivos, agrotóxicos, fertilizantes ou qualquer insumo sintético, sendo substituído por atividades, que buscam produção orgânica e qualitativa, aproveitando o que a natureza oferece, e assim disponibilizando um produto livre de contaminação.

### **3.4. Rizobactérias promotoras de crescimento:**

O processo do desenvolvimento de plantas passa por muitas etapas, sendo que os microrganismos como as bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas podem agir em diferentes momentos no desenvolvimento das plantas. Dentre todos esses microrganismos, as bactérias são o tipo mais abundante, em razão de seu rápido crescimento, desenvolvimento e aumento. Assim como a habilidade de utilizar ampla série de compostos como fonte de carbono e nitrogênio (GLICK, 1995).

As bactérias aqui apresentadas rizobactérias são microrganismos benéficos que colonizam agressivamente o sistema radicular das plantas (AMARAL, et al., 2017). São bactérias simbiotes ou saprófitas de vida livre, sendo citadas por vários autores que relatam aumento no crescimento das plantas com sua utilização (MELO, 1995).

Tendo em vista que esses microrganismos desempenham importante papel no incremento de produtividade e também na redução de custos nas lavouras. Desta forma, os microrganismos são importantes tanto para a indústria quanto para a agroindústria, tanto em grande escala como em pequena escala. Também são responsáveis por ganhos ambientais (HUNGRIA, 2011). Entre os principais ganhos promovidos por estes microrganismos em plantas podemos citar: A solubilização de fosfatos (SOUCHIE, et al., 2007), produção de hormônios vegetais (CATTELAN, 1999), produção de quitinase e sideróforos, fixação biológica de nitrogênio e promoção da sobrevivência em ambientes de baixa fertilidade (COMPANT et al., 2013; FEDRIZZI, 2006).

As rizobactérias (PGPR) atuam como promotoras de crescimento de plantas, sendo que vários estudos apontam diferentes mecanismos que induzem a disponibilidade de nutrientes para as plantas promovendo aumento da resistência das plantas ao estresse, bem como a invasão e infecção de patógenos (BERG, 2009; TIKHONOVICH & PROVOROV, 2011). Outro benefício das rizobactérias está na fixação biológica de nitrogênio (BNF), cerca de 2 a 5% das rizobactérias exerce um efeito benéfico no desenvolvimento da planta (PGPR) (KLOEPPER E SCHROTH, 1978). PGPR são bactérias de vida livre (KLOEPPER et al., 1989), e alguns deles invadem os tecidos de plantas vivas e causa infecções não aparentes e assintomáticas (STURZ E NOWAK, 2000). São endófitas, e para invadir raízes, eles desenvolvem primeiro na rizosfera. É importante notar que o termo endorrizosfera, como citado anteriormente é empregado em estudos da zona radicular microflora, é semanticamente incorreto e não deve ser usado (KLOEPPER et al., 1992). A definição original de rizobactéria era restrita aos microrganismos de vida livre que viviam da rizosfera fixando o nitrogênio. Com o tempo, alguns autores usaram uma definição menos restritiva de rizobactéria como

qualquer bactéria que coloniza as raízes. Na definição original, Rhizobia e Frankia não seriam considerados como PGPR. É geralmente aceito agora que o crescimento estimulação resultante da fixação biológica de nitrogênio por rizóbios em nódulos de leguminosas ou por Frankia em nódulos de *Alnus* spp., não é considerado como mecanismo de ação PGPR (KLOEPPER, 1993; KAPULNIK, 1996; LAZAROVITS & NOWAK, 1997).

As rizobactérias atuam indiretamente como agentes de controle biológico de doenças, pela disputa por nutrientes com o patógeno, geração de sideróforos e antibióticos (RAMAMOORTHY et al., 2001), e pela resistência induzida (NANDAKUMAR et al., 2001), batata, alface (GOMES et al., 2003; SOTTERO et al., 2006; SCHLINDWEIN et al., 2008).

### **3.5. Principais rizobactérias promotoras de crescimento de plantas**

Diversos organismos do solo desempenham papel importante na ciclagem de nutrientes. Um desses processos é a fixação biológica de nitrogênio atmosférico, além de fixar o nitrogênio atmosférico, estas bactérias são descritas por ser capazes de produzir substâncias reguladoras de crescimento vegetal, solubilizar fosfato, atuar como antagônicas a espécies patogênicas, além de influenciarem no metabolismo nitrogenado da planta, sendo consideradas também como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas -RPCP (BALDANI & BALDANI, 2005; MOREIRA et al., 2010, HUNGRIA, 2011; JAMES; BALDANI, 2012).

Rizobactérias têm sido utilizadas como inoculantes para biofertilização, biorremediação, biopesticidas e fitoestimulantes. No entanto, o desenvolvimento de produtos comerciais utilizando esse tipo de microrganismo para espécies agrônômicas e florestais tem sido um processo lento, em grande parte por variações nas respostas de indução de crescimento após a bacterização (SHISHIDO e CHANWAY, 1998). A fonte dessa variação está relacionada a fatores abióticos e bióticos associados à rizosfera (CHANWAY et al., 1991). Dentre os fatores abióticos, a textura e estrutura do solo relacionada ao conteúdo de nutrientes e umidade, aeração e pH influenciam o crescimento de plantas e microrganismos do solo e intimamente, as respostas de inoculação em mudas com rizobactérias. No entanto, as interações bióticas envolvendo o inóculo da bactéria, a comunidade microbiana natural do solo e o genótipo das plantas hospedeiras têm afetado a magnitude das respostas (CHANWAY et al., 1991). Nesse sentido, a aplicação de isolados selecionados de rizobactérias contendo fonte alimentar inicial pode aumentar a eficiência da microbiolização do substrato, por garantir vantagem competitiva e maior estabilidade nas respostas. Além disso, é importante considerar o possível efeito do tipo de substrato de desenvolvimento das

plantas, em função das diferenças quali-quantitativas na comunidade microbiana. Dentre as principais rizobactérias com impacto nas espécies cultivadas podemos citar: *Rhizobium leguminosarum*, *Bacillus sp.*, *Azoarcus* e *Azospirillum*. As principais características destas bactérias no desenvolvimento das plantas e potenciais empregos na cenoura estão listadas abaixo.

### 3.5.1. *Rhizobium leguminosarum*

O gênero *Rhizobium* se trata de uma rizobactéria promotora do crescimento de plantas (PGPR) cuja segurança para humanos, animais e plantas tem sido amplamente demonstrado após décadas de inoculação de leguminosas (BHATTACHARJEE et al., 2012; GLICK, 2012). Além disso, a competência das cepas de *Rhizobium* de promover o crescimento de alguns não-leguminosos tem sido comprovada por estudos científicos (GARCÍA-FRAILE et al., 2012). Em se tratando especificamente da cepa de *Rhizobium leguminosarum* a qual foi isolado de nódulos de *Phaseolus vulgaris* para produção de sideróforos e IAA, a mesma promoveu aumento do crescimento de plantas e da produtividade das culturas do tomateiro e da pimenta (GARCÍA-FRAILE et al., 2012). No entanto, existem diversas espécies e variedades de vegetais cujo o efeito da inoculação com rizóbio permanece inexplorado como no caso da cenoura (FLORES-FÉLIX, et al., 2013).

A capacidade do *Rhizobium* de colonizar raízes de cenouras é abundante conforme observado usando microscopia confocal (FLORES-FÉLIX, et al., 2013). Desta forma se torna importante a necessidade de realização de ensaios de colonização em diferentes variedades de cenoura e em diferentes condições de solo, uma vez que a capacidade de diferentes cepas de estabelecer interações moleculares eficazes depende da planta hospedeira e eficiência de interação (BAIS et al., 2006).

### 3.5.2. *Bacillus sp.*

O *Bacillus sp.* é uma rizobactéria de importância para o crescimento vegetal. Estas bactérias promovem a germinação das sementes e também promovem melhor desenvolvimento e produtividade das culturas, graças a promoção de hormônios vegetais que solubilizam fósforo, fixam biologicamente o nitrogênio e bloqueiam a ação de substâncias tóxicas oriundos de fungos através da antibiose (KUPPER et al., 2003).

*Bacillus spp.* em especial é facilmente cultivado em meios de cultura de baixo custo, que facilitam sua massificação produção em fermentadores industriais. Além disso, eles

produzem endosporos resistentes, que aumentam a prateleira vida dos produtos e uso integrado com produtos químicos (LANNA FILHO, 2010).

### 3.5.3 *Azoarcus*

*Azoarcus spp.* são proteobactérias fixadoras de nitrogênio da subclasse  $\beta$  que ocorrem em grande número nas raízes de gramíneas (REINHOLD et al., 1986; REINHOLD-HUREK & SHUB, 1992). Algumas destas bactérias do solo são eficientes de degradar de forma anaeróbia hidrocarbonetos aromáticos (ANDERS, et al., 1995; FRIES, et al., 1994).

Pertencente a classe das  $\beta$ -proteobactéria e a família Rhodocyclaceae o gênero *Azoarcus* (REINHOLD-HUREK et al., 1993) possui 7 diferentes espécies: *Azoarcus communis* e *Azoarcus indigenes* (REINHOLD-HUREK et al., 1993), *Azoarcus evansii* (Anders et al., 1995), *Azoarcus tolulyticus* (ZHOU et al., 1995), *Azoarcus anaerobius* (SPRINGER et al., 1998), *Azoarcus toluclasticus* e *Azoarcus toluvorans* (SONG et al., 1999). Destas, duas são aptas de fixar nitrogênio: *A. indigenes* e *A. communis*. São consideradas endofíticas obrigatórias, visto que sua ocorrência é praticamente restrita aos tecidos vegetais. Estas duas espécies foram isoladas da raiz da gramínea Kallar (*Leptochloa fusca* (L.) Kunch.) uma espécie amplamente distribuída nos trópicos além de ser tolerante a salinidade e condições de alagamento (REINHOLD-HUREK et al. 1993).

A aplicação da análise filogenética de DNA em amostras ambientais demonstrou novos habitats para *Azoarcus* nos intestinos dos cupins e em arroz cultivados no Japão (HUREK et al., 1997). Este foi o primeiro relato de ocorrência de *Azoarcus spp.* em outra espécie sem ser em *Leptochloa fusca*. A relevância apontada pelos autores sobre este achado reside no interesse potencial da aplicação de bactérias diazotróficas como *Azoarcus* para o desenvolvimento sustentável da agricultura. Ainda não foi verificado na literatura estudos com este gênero no desenvolvimento específico na cenoura justificando a condução de ensaios.

### 3.5.4 *Azospirillum*

O gênero *Azospirillum* abrange um grupo de BPCP de vida livre que é identificado em quase todos os lugares da terra; há relatos, também, de que as bactérias desse gênero podem ser endofíticas facultativas (DÖBEREINER & PEDROSA, 1987; HUERGO et al., 2008). A espécie *Spirillum lipoferum* foi inicialmente descrita por Beijerinck e, em 1978, foi proposta a sua reclassificação como *Azospirillum*, juntamente com a descrição de duas espécies, *Azospirillum lipoferum* e *Azospirillum brasilense* (TARRAND et al., 1978); hoje estão

descritas 14 espécies no gênero. Bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque mundialmente a partir da década de 1970 (Döbereiner & Day, 1976; Döbereiner et al., 1976), com a descoberta pela pesquisadora da Embrapa, Dra. Johanna Döbereiner (1924-2000), da capacidade de fixação biológica do nitrogênio dessas bactérias quando em associação com gramíneas.

A propriedade de fixar nitrogênio em vida livre foi responsável pela mudança no nome do gênero *Spirillum* (TARRAND et al., 1978), sendo adicionado o prefixo “azo”, alusivo ao nome utilizado por Lavoisier para denominar o elemento nitrogênio. É curioso mencionar que a palavra “azote” foi dada por Lavoisier por considerar o nitrogênio como um elemento tão inerte que seria “impróprio para manter a vida”. Hoje, porém, sabe-se que o nitrogênio é a base de toda a vida do planeta, por ser constituinte fundamental dos ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas.

Na literatura existem vários trabalhos confirmando que *Azospirillum* produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas. (TIEN et al. 1979), por exemplo, verificaram que os componentes responsáveis pelo estímulo do crescimento de raízes foram liberados por *A. brasilense* e constituíam basicamente do ácido indol-acético (AIA), giberilinas e citocininas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado brasileiro de fertilizantes, porém, é debilitado e com grande dependência das importações, que hoje são responsáveis pelo fornecimento de percentual de nitrogênio, fósforo e do potássio consumidos. Embora existam planos de instalação de novas indústrias e abertura de novas áreas de exploração de minerais. Desse modo, o uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas que aumentem a eficiência da utilização dos fertilizantes, e que aferrem o nitrogênio via fixação biológica representa uma estratégia viável economicamente, além dos benefícios ambientais associados à redução na aplicação de fertilizantes.

As Rizobactérias associativas podem contribuir para o crescimento vegetal, portanto, sua interação com plantas pode ocorrer como várias espécies ocorrem numa mesma planta, o que dificulta a identificação de quais estão contribuindo mais efetivamente e em qual magnitude. A existência de especificidade como a que ocorre nas bactérias diazotróficas ainda não foi comprovada, no entanto como visto neste trabalho a grande diversidade destas rizobactérias vem sendo revelada e pouco ainda se conhece do potencial de aplicações de muitas espécies já descritas. Estudos que promovam este conhecimento devem ser estimulados visando não só uma agricultura de baixo custo e de baixo impacto ambiental, como também o potencial biotecnológico que estas bactérias apresentam. Identificar as condições de manejo que podem contribuir para a maximização dos processos que elas realizam é desafio da pesquisa atual.

Na revisão literária realizada foi demonstrado que os tratamentos com inoculação de rizobactérias são bastante promissoras e esperamos que os futuros estudos com a cenoura apresentem maior acúmulo de fotoassimilados e água, contribuindo com incrementos de produtividade, rentabilidade e qualidade destes tubérculos. Além disso, a utilização dessa inoculação irá auxiliar no enraizamento da cenoura.

## 5. REFERÊNCIAS

ALVES, E. Mecanismos estruturais na resistência de plantas a patógenos. **Summa Phytopathologica**. v.33, p.154-156, 2007.

AMARAL, M. B.; MONTEIRO, E. C.; BARBOSA, E. S.; SILVA, N. F. P.; CASTILLO, G. J. M. Rizobactérias promotoras de crescimento vegetal: uma revisão de literatura. **In. XXI Encontro Latino Americano De Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano De Pós-Graduação E VII Encontro de Iniciação à Docência, 2017, São José dos Campos, Anais...** São José dos Campos, p.1-4, 2017

ANDRADE, F.M.C. et al. Caderno dos microrganismos eficientes (EM): **instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM**. Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011.

ANDERS, H. J.; KAETZKE, A.; KAMPFER, P.; LUDWIG, W. FUCHS, G. Taxonomic position of aromatic-degrading denitrifying pseudomonad strains K 172 and KB 740 and their description as new members of the genera *Thauera*, as *Thauera aromatica* sp. nov., and *Azoarcus*, as *Azoarcus evansii* sp. nov., respectively, members of the beta subclass of the Proteobacteria. **International Journal of Systematic and Evolutionary**, v.45, p.327–333, 1995.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. 2010. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta. 89p. 2010

AQUINO, R. F. B. A.; ASSUNÇÃO, N. S.; AQUINO, L. A.; AQUINO, P. M.; OLIVEIRA, G. A. O.; CARVALHO, A. M. X. C. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, p. 541-552, 2015.

ASSUNÇÃO, N. S.; CLEMENTE, J. M.; DE AQUINO, L. A.; DEZORDI, L. R.; DOS SANTOS, L. P. D. Produtividade e eficiência de recuperação pela cenoura de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Caatinga**, v.29, n.4, p.859-865, 2016.

BAIS, H. P.; WEIR, T. L.; PERRY, L. G.; GILROY, S.; VIVANCO, J. M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**, v.57, p.233–266, 2006.

Brasil. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. **Relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012**. 2012. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPARA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17\\_10\\_14Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa](http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPARA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17_10_14Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa)>. Acesso em: 23 de maio 2016

BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p.549-579, 2005.



BERG, G. Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. **Appl Microbiol Biotechnol**, v.84, p.11–18, 2009

BHATTACHARJEE, R. B.; JOURAND, P.; CHAINTREUIL, C.; DREYFUS, B.; SINGH, A.; MUKHOPADHYAY, S. N. Indole acetic acid and ACC deaminase-producing *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii SN10 promote rice growth, and in the process undergo colonization and chemotaxis. **Biology and Fertility of Soils**, v.48, p.173–182, 2012

CARVALHO, A. D. F.; **Cenoura**. 2012. Disponível em: <Agência Embrapa de Informações Tecnológica>. Acesso em: 12 maio 2021.

CARVALHO, A. D. F.; REIS, A.; MOURA, A. P. **Árvore do conhecimento**. 2012. CNPTIA. EMBRAPA. Acesso em: 11 maio 2021.

CATTELAN, A. J. **Métodos quantitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Londrina: EMBRAPA soja, 1999. 36p. (EMBRAPA soja. Documentos 139).

CEASAMINAS. Centros de abastecimento de Minas Gerais. **Informações de mercado: Cenoura**. (2015). Available at: [http://www.ceasaminas.com.br/informacoesdemercado/contador\\_procedenciaprodutos.asp](http://www.ceasaminas.com.br/informacoesdemercado/contador_procedenciaprodutos.asp). Acesso em: 16 agosto 2021

CHANWAY, C. P.; TURKINGTON, R.; HOLL, F. B. Ecological implications of specificity between plants and rhizosphere microorganisms. **Advances in Ecological Research**, v.21, p.121-169, 1991.

CHEN, C.; BÉLANGER, R.R.; BENHAMOU, N.; PAULITZ, T.C. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium sphaerostomum*. **Physiology and Molecular Plant Pathology**, v.56, p.13- 23.2000.

CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. Cenoura: qualidade e industrialização. **Informe Agropecuário**, v.10, n.120, p.73- 75. 1984.

COMPANT, S.; BRADER, G.; MUZAMMIL, S.; SESSITSCH, A.; LEBRIHI, A.; MATHIEU, F. Use of beneficial bacteria and their secondary metabolites to control grapevine pathogen diseases. **BioControl**, v.58, n.4, p.435-455, 2013.

DANTAS, P. L.; **Cenoura**, 2019. Disponível em: <munodoeducacao>. Acesso em: 05 maio 2021.

DÖBEREINER, J.; PEDROSA, F.O. **Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants**. Science Tech, Springer Verlag, Madison, USA. (Brock/Springer series in contemporary bioscience). P. 1-155, 1987.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **CENOURA: Produção, mercado e preços na CEASA-PR**. Boletim Técnico 04. CENOURA: setembro de 2017.

EMBRAPA, 2004. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da cenoura**. Disponível

em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18219/1/MANUALSEGURANCAQUALIDADEParaaculturadacenoura.pdf>> Acesso: 02 set. 2021.

EMBRAPA. **Retrospectiva e Situação Atual da Cenoura no Brasil**. Brasília, 2008. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct\\_59\\_000gvl36ee402wx7ha0g934vgonney4c.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct_59_000gvl36ee402wx7ha0g934vgonney4c.pdf). Acesso em: 11 ago. 2021.

FEDRIZZI, S. M. G.; **Produção de metabólitos antimicrobianos e sideróforos de isolados provenientes de Terra Preta Antropogênica da Amazônia Ocidental**. Tese de doutorado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo, 117 p., 2006.

FINGER, F. L.; DIAS D. C. F. S. D.; PUIATTI M. Cultura da Cenoura. In: **Olericultura teoria e prática**. p.371-384. 2005.

FLORES-FÉLIX, J. D.; MENÉNDEZ, E.; RIVERA, L. P.; GARCÍA, M. M.; MARTÍNEZ-HIDALGO, P.; MATEOS, P.F.; MARTÍNEZ-MOLINA, E.; VELÁZQUEZ, M. L. E.; FRAILE, P. G.; RIVAS, R. Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.176, p.876–882, 2013

FRIES, M. R.; ZHOU, J.; CHEE-SANFORD, J.; TIEDJE, J. M. Isolation, characterization, and distribution of denitrifying toluene degraders from a variety of habitats. **Applied and Environmental Microbiology**, v.60, p.2802–2810, 1994.

GARCÍA-FRAILE, P.; CARRO, L.; ROBLEDO, M.; RAMÍREZ-BAHENA, M. H.; FLORES-FÉLIX, J. D.; FERNÁNDEZ, M. T.; MATEOS, P. F.; RIVAS, R.; IGUAL, J. M.; MARTÍNEZ-MOLINA, E.; PEIX, Á.; VELÁZQUEZ, E. Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. **Plos One**, v.7, n.5. 2012.

Glick, B. R.; **Plant growth-promoting bacteria: mechanism and application**. Scientifica 2012, Article ID 963401, doi: 10.6064/2012/963401. 2012

GLICK, B.R.; The enhancement of plant growth by free-living bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, v.41, p.109-117. 1995.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. 2001.

GOMES, A.M.A.; MARIANO, R.L.; SILVEIRA, E.B.; MESQUITA, J.C.P.; Isolamento, seleção de bactérias e efeito de *Bacillus* spp. na produção de mudas orgânicas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, 699-703, 2003.

HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL, F. J. A.; LUZ, W. C. Rizobactérias no crescimento e produtividade de cebola. **Ciência Rural**, v.40, p.462-465, 2010.

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A.; BONATTO, A.C.; RIGO, L.U.; STEFFENS, M.B.R.; CRUZ, L.M.; CHUBATSU, L.S.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. **Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense***. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I.

*Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, p.17-35, 2008

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina, Embrapa Soja, 36 p. (Documentos / Embrapa Soja). 2011.

HUREK, T., EGENER, T., REINHOLD-HUREK, B. Divergence in nitrogenases of *Azoarcus* spp., Proteobacteria of the beta subclass. **Journal of Bacteriology** v.179, p.4172-4178, 1997.

IOM - U. S. **Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes.** Dietary Reference Intakes: for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington, D.C., National Academy Press, 797 p. 2001

JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels. **Plant and Soil**, v.356, p.1-3, 2012.

JESUS, P. M. M.; Produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. **Dissertação de Mestrado**, Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal Rural do Semi-árido, 41 p., 2018.

KAPULNIK, Y.; Plant growth promoting rhizosphere bacteria, In: **Plant Roots the Hidden Half.** Waisel, Y., A. Eshel and U. Kafkafi. Eds., Marcel Dekker N. Y. p 769-781., 1996

KASEKER, J. F.; et al. Change in growth and nutrient content in carrots with the use of biofertilizer. **Revista Ceres**, v.61, p.964-969, 2014.

KLOEPPER, JW & SCHROTH, MN.; **Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas em rabanetes.** 4ª internacional. conferencia. caminho da planta. bactéria., angers, p. 879-882. 1978

KLOEPPER JW; Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, v.7, p. 39-43, 1989.

KLOEPPER, J. W.; Use of bioluminescence for detection of genetically-engineered microbes released into the environment. **Applied and Environmental Microbiology**, v.58, p.267-273, 1992.

KLOEPPER, J.W.; Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. In: Soil Microbial Ecology: **Applications in Agricultural and Environmental Management.** F. B. Metting, Jr, ed. Marcel Dekker Inc, New York, USA; p.255-274, 1993.

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

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

KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 251- 257, set. 2003.

LANNA FILHO, R.; et al. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**. v.4, n. 2, 2010.

LAZAROVITS, G.; NOWAK, J.; Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment, **Horticulture Science**, v 32, p 188-192.; 1997

LEEMAN, S.; OUDEN, F.M.; VAN PELT, J.A.; DIRKX, F.P.M.; STEIJL, H. Iron availability affects induction of systemic resistance to Fusarium wilt of radish by *Pseudomonas fluorescens*. **Phytopathology**, v.86, p.149-155. 1995.

LUZ, J. M. Q.; ZORZAL FILHO, A.; RODRIGUES, W.; RODRIGUES, C.R.; QUEIROZ, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009b

MARIANO, R. L. R.; KLOEPPER, J. W. Método alternativo de biocontrole: Resistência sistêmica induzida por rizobactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.8, p.121–137, 2000.

MARQUELLI, W. A.; Cenoura (*Daucus Carota*): Irrigação. Brasília - DF: **Embrapa Hortaliças**, 2008. Disponível em: Acesso em: 30 de agosto de 2021.

MELO, Efeito de rizobactérias na germinação de sementes e no crescimento de plantas de milho, em baixa temperatura. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.350, 1995.

MENA-VIOLANTE, H. G.; OLALDE-PORTUGAL, V. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. **Scientia Horticulturae**, v.113, p.103-106, 2007.

MOREIRA, F. M. S; da Silva, K; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.74-99, 2010.

NANDAKUMAR, R.; BABU, S.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens* **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, p.603-612, 2001.

PEREIRA, R. S. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. 2007. 25 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agrária) - UFRPE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRACKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20, p.1-20, 2001.

REGHIN, M. Y.; DUDA, C. Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura. *Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias*, v.6, n.1, 2009.

REINHOLD, B.; HUREK, T.; NIEMANN, E. G.; FENDRIK, I. Close association of *Azospirillum* and *diazotrophic* rods with different root zones of Kallar grass. **Applied and Environmental Microbiology**, v.52, p.520–526, 1986.

REINHOLD-HUREK, B., HUREK, T., GILLIS, M., HOSTE, B., VANCANNEYT, M., KERSTERS, K., DE LEY, J. *Azoarcus* gen. nov., Nitrogen-Fixing Proteobacteria Associated with Roots of Kallar Grass (*Leptochloa fusca* (L.) Kunth), and Description of Two Species, *Azoarcus indigenus* sp. nov. and *Azoarcus communis* sp. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.43; p.574-584, 1993.

REINHOLD-HUREK, B., SHUB, D. A.; Self-splicing introns in tRNA genes of widely divergent bacteria. **Nature**, v.357, p.173-176, 1992.

RODRIGUES, P.; **A história da cenoura:** O papel de pesquisa para a consolidação do cultivo no país. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49845405/a-historia-da-cenoura>> .Acesso em: 11 maio 2021.

SCHLINDWEIN, G.; VARGAS, L.K.; LISBOA, B.B.; AZAMBUJA, A.C.; GRANADA, C.E.; GABIATTI, N.C.; 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.

SCHREIBER, A. M.; et al. **Estudo de método para determinação de resíduos de agrotóxicos em cenoura e feijão-vagem por gc-ms/ms1.** p.5, 2018.

SHIBATA, E.T.; REIS, A.; VIEIRA, J. V. **Reação de cultivares de cenoura à queima das folhas em campo e a *Alternaria dauci* em casa de vegetação.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 14 p. 2008.

SHISHIDO, M.; CHANWAY, C. P. Storage effects on indigenous soil microbial communities and PGPR efficacy. **Soil Biology and Biochemistry**, v.7, p.939-947, 1998.

SILVA, J. L. A.; Demanda de nutrientes em cultivares de cenoura. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Centro de Ciências Agrárias - CCA) - UFERSA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, MOSSORÓ, 2019.

SIMON, P. W.; WOLFF, X. Y.; Carotenes in typical and dark orange carrots. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, n.35; p.1017-1022, 1987.

SINGH, J.; PANDEY, V.; SINGH, D.; Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.140, p.339–353, 2011.

SOARES, I. A. A.; et al. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade da cenoura. **Planta Daninha**, v.28, n.2, 2010.

SOTTERO, N.A.; FREITAS, S.S.; MELO, A.M.T.; TRANI, P.E.; Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.225-234. 2006.

SOUCHIE, E. L.; ABOUD, A. C. S.; CAPRONI, A. L.; Solubilização de fosfato in vitro por microrganismos rizosféricos de guandu. **Ciência Agrária**, v.23, p.53-60, 2007.

SONG, B.; HÄGGBLUM, M. M.; ZHOU, J.; TIEDJE, J. M.; PALLERONI, N. J. Taxonomic characterization of denitrifying bacteria that degrade aromatic compounds and description of *Azoarcus toluvorans* sp. nov. and *Azoarcus toluclasticus* sp. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.49 p. 1129-1140, 1999.

SPRINGER, N. Ludwig, W., Philipp, B., Schink, B. *Azoarcus anaerobius* sp. nov., a resorcinoldegrading, strictly anaerobic, denitrifying bacterium. **International Journal of Systematic Bacteriology** v.48 p. 953-956, 1998.

STURZ, A. V.; CHRISTIE, B. R. E.; NOWAK, J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.19, p.1-30. 2000.

THRANE, C. et al. 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.

TIKHONOVICH, I. A.; PROVOROV, N. A. Microbiology is the basis of sustainable agriculture: an opinion. **Annals of Applied Biology**, v.159, p.155-168, 2011.

VAFADAR, F.; AMOOAGHAIE, R.; OTROSHY, M.; Effects of plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungus on plant growth, stevioside, NPK, and chlorophyll content of *Stevia rebaudiana*. **Journal of Plant Interactions**, v.9, p.128-136, 2014.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V. **Cenoura (*Daucus carota*): Clima**. Brasília - DF: Embrapa Hortaliças, 2008.

VILA, J.; RUIZ, J.; GALLARDO, F.; VARGAS, M.; SOLER, L.; FIGUERAS, M.J.; GASCON, J. *Aeromonas* spp. and Traveler's Diarrhea: clinical features and antimicrobial resistance. **Emerging Infectious Diseases**, v.9, n.5, 2003.

VILELA, N. J. **Produção de principais hortaliças no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças 2010.

WORLD CARROT MUSEUM. 2004. **Discover the power of carrots**. Disponível em <http://www.carrotmuseum.com>. Acesso em 11 ago. 2021.

ZHOU, J.; FRIES, M. R.; CHEE-SANFORD, J. C.; TIEDJE, M. Phylogenetic analyses of a new group of denitrifiers capable of anaerobic growth on toluene and description of *Azoarcus tolulyticus* sp. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.45, p.500-506, 1995.