

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MURILO DE ALMEIDA ROSSI**

**PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM AVEIA BRANCA VISANDO A  
SOLUBILIZAÇÃO DE FÓSFORO**

**Itaqui**

**2023**

**MURILO DE ALMEIDA ROSSI**

**PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM AVEIA BRANCA VISANDO A  
SOLUBILIZAÇÃO DE FÓSFORO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

**Itaqui**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

R831p Rossi, Murilo

PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM AVEIA BRANCA VISANDO A SOLUBILIZAÇÃO DE FÓSFORO / Murilo Rossi.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2023.

"Orientação: Paulo Jorge De Pinho ".

1. Produção; Microrganismos; Eficiência. I. Título.

**MURILO DE ALMEIDA ROSSI**


**PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM AVEIA BRANCA VISANDO A  
SOLUBILIZAÇÃO DE FÓSFORO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 27 de janeiro de 2023.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 PAULO JORGE DE PINHO  
Data: 07/02/2023 18:51:32-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho  
Orientador  
UNIPAMPA – Campus Itaqui – RS

Documento assinado digitalmente  
 ELOIR MISSIO  
Data: 07/02/2023 18:56:55-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Eloir Missio  
UNIPAMPA – Campus Itaqui – RS

Documento assinado digitalmente  
 BRUNA CANABARRO POZZEBON  
Data: 07/02/2023 16:22:43-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Dr<sup>a</sup>. Bruna Canabarro Pozzebon  
Avaliador externo (BIOTROP)

## RESUMO

### PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM AVEIA BRANCA VISANDO A SOLUBILIZAÇÃO DE FÓSFORO

Autor: Murilo de Almeida Rossi  
Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho  
Local e Data: Itaqui, 27 de janeiro de 2023.

Atualmente no Rio Grande do Sul (RS) é comum o monocultivo da soja ou a sucessão de culturas, onde se observam pastagens de aveia branca, que serve de alternativa para contribuir como segunda safra de grãos, aumentando os níveis de matéria orgânica e rotação de culturas nas áreas de cultivo. Nesse sentido, o uso de microrganismos visa a ajudar na produção, interagindo com biota do solo, como por exemplo, os solubilizadores de Fósforo (P). Assim, bactérias são uma ótima ferramenta para diminuir custos com adubos formulados e fornecer interação para melhor adaptabilidade da planta para o desenvolvimento de produtividade. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do solubilizador de P por *Pseudomonas fluorescens* e o *Azospirillum brasilense* em aveia branca. Foram realizados oito tratamentos: Tratamento 1 (*P. fluorescens* e *A. brasilense* e Nitrogênio e Potássio), Tratamento 2 (*P. fluorescens* e *A. brasilense* e Nitrogênio, Fósforo e Potássio), Tratamento 3 (Nitrogênio e Potássio), Tratamento 4 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), Tratamento 5 (*P. fluorescens* e *A. brasilense*, Nitrogênio, Potássio e com Calcário), Tratamento 6 (*P. fluorescens* e *A. brasilense*, Nitrogênio, Fósforo e Potássio e com Calcário), Tratamento 7 (Nitrogênio, Potássio e com Calcário), Tratamento 8 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio e com Calcário). Verificou-se que após avaliar os tratamentos descritos, o tratamento 4 obteve uma maior regularidade de se manter em todos os índices avaliados, portanto, deixa-se de sugestão para novos experimentos, realizar diferentes manejos, conforme o tipo de solo, matéria orgânica disponível, fertilidade de solo e cultivar que será utilizado de aveia branca.

**Palavras-chave:** Produção; Microrganismos; Eficiência.

# GROWTH PROMOTER IN WHITE OATS AIMING PHOSPHORUS SOLUBILIZATION

Author: Murilo de Almeida Rossi

Advisor: Prof. Doctor Paulo Jorge D'Pinho

Place and Date: Itaqui, January 27, 2023.

Currently in Rio Grande do Sul (RS) it is common to monoculture soybeans or succession of cultures, where white oat pastures are observed, which serves as an alternative to contribute to the second grain harvest, increasing the levels of organic matter and rotation of crops in the growing areas. In this sense, the use of microorganisms aims to help in production, interacting with soil biota, such as Phosphorus (P) solubilizers. Thus, bacteria are a great tool to reduce costs with formulated fertilizers and provide interaction for better plant adaptability for the development of productivity. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the P solubilizer by *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense* in white oats. Eight treatments were carried out: Treatment 1 (*P. fluorescens* and *A. brasilense* and Nitrogen and Potassium), Treatment 2 (*P. fluorescens* and *A. brasilense* and Nitrogen, Phosphorus and Potassium), Treatment 3 (Nitrogen and Potassium), Treatment 4 ( Nitrogen, Phosphorus and Potassium), Treatment 5 (*P. fluorescens* and *A. brasilense*, Nitrogen, Potassium and with Limestone), Treatment 6 (*P. fluorescens* and *A. brasilense*, Nitrogen, Phosphorus and Potassium and with Limestone), Treatment 7 ( Nitrogen, Potassium and with Limestone), Treatment 8 (Nitrogen, Phosphorus and Potassium and with Limestone). It was verified that after evaluating the described treatments, treatment 4 obtained a greater regularity of being maintained in all evaluated indices, therefore, it leaves the suggestion for new experiments, to carry out different managements, according to the type of soil, available organic matter, soil fertility and white oat cultivar that will be used.

**Keywords:** Production; Microorganisms; Efficiency.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Tratamentos com produtos utilizados e suas respectivas doses----- -----	14
<b>Tabela 2</b> - Análise de variância de altura das plantas.....	16
<b>Tabela 3</b> - Teste de Tukey para altura das plantas.....	16
<b>Tabela 4</b> - Análise de variância de perfilhos por planta.....	17
<b>Tabela 5</b> - Teste de Tukey para médias de perfilhos.....	18
<b>Tabela 6</b> - Análise de variância de número de grãos por planta.....	19
<b>Tabela 7</b> - Teste de Tukey para médias de número de grãos por planta.....	19
<b>Tabela 8</b> - Análise de variância para peso de grãos.....	21
<b>Tabela 9</b> - Teste de Tukey para médias de massa de grãos.....	21
<b>Tabela 10</b> - Análise de variância de matéria seca de parte aérea.....	22
<b>Tabela 11</b> - Teste de Tukey para matéria seca de parte aérea.....	23
<b>Tabela 12</b> - Análise de variância para número de panículas.....	24
<b>Tabela 13</b> - Teste de Tukey para número de panículas.....	24

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Resultado em gráfico de barras das variáveis analisadas -----  
----- 27
- Figura 2** – Resultado em gráfico de barras da variável número de panículas -----  
----- 27



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	Objetivo geral .....	12
1.2	Objetivos específicos .....	12
<b>2</b>	<b>CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	15
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
4.1	Variável altura de planta .....	18
4.2	Variável perfilhos .....	19
4.3	Variável Número de grãos por planta .....	21
4.4	Variável peso de grãos .....	23
4.5	Variável matéria seca de parte aérea .....	24
4.6	Variável número de panículas .....	26
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma espécie originária da Ásia, com expansão para o oriente médio e mediterrâneo (MUNDSTOCK, 1983). Esta espécie possui propósitos como utilidade para aumento da biota do solo e praticidade para interação dos microrganismos entre solo e planta. Isso ocorre, pois é uma planta que se adapta a diversos tipos de solo.

Pertencente à família Poaceae, a aveia branca pode ser utilizada na alimentação humana, forrageira, produção de grãos para ração animal, adubação verde e, conseqüentemente, para cobertura de solo e aumento de matéria orgânica. A aveia-branca, por ser uma espécie de difícil separação diante das outras de mesma família, acabou se tornando a cultivar mais indicada tendo em vista que possui duplo propósito com elevada produção de grãos e forragem, adotada pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Desta forma, atualmente possui apenas duas espécies para comércio que são: *Avena sativa* e *Avena strigosa* (REUNIÃO....., 2012).

A partir do melhoramento genético desse cereal, é utilizada nas lavouras no inverno no sul do Brasil, tendo foco principal a cobertura de solo, além de ser utilizada para os animais como forrageira com ótima qualidade nutricional em teores de proteína e fibras e bem como para alimentação humana. Para chegarmos a esses dados, e servir para alimentação humana e animal, o Brasil possui uma área cultivada no Brasil chega a 497 mil hectares e uma produtividade de 2.390 kg/ha (CONAB, 2022).

Por possuir flexibilidade de uso em diversos tipos de solo e qualidades nutricionais e ser uma cultura ainda em expansão, necessita de práticas e manejos que devem ser estudados mais profundamente, como a sua fertilidade do solo correta, dando ênfase no fósforo já que a aveia possui grande dependência deste nutriente para atingir produtividades adequadas. Além disso, deve ser prioridade a correção de solo quanto à acidez e fertilidade.

O Fósforo (P) é um macronutriente com várias funções no metabolismo vegetal. Ele agrega e interagem com os carboidratos e também ácidos nucleicos, sendo estrutura da composição das membranas celulares, conseguindo elaborar

funções dentro da planta como síntese de sacarose e celulose, bem como armazenar energia e estímulo enzimático (FINGER, 2002; SOUSA, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2013).

No solo temos a fração P, que nada mais é que fosfatos minerais insolúveis e ânions fosfatos adsorvidos a hidróxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al), silicatos de Al e carbonatos de Cálcio (Ca). Nos solos brasileiros, o P é detectado como fosfatos de alumínio e ferro em maiores quantidades e nas plantas o P é absorvido pelas plantas nas formas de ânion de  $H_2PO_4^-$  e  $HPO_4^{2-}$ . Sendo que a disponibilidade dependerá da solubilidade para que tenha influências na atividade no sistema radicular e nos microrganismos do solo (NAHAS, 2002).

Essas bactérias possuem vida livre, estando presente no ambiente e causando melhorias para a biodiversidade de microrganismos presentes no solo, sendo favoráveis para maior desenvolvimento de raiz, como proteção e absorção de nutrientes de baixa mobilidade como é o caso do fósforo (NOVAKOWISKI et al., 2011; VORPAGEL, 2010).

Os solubilizadores de P são microrganismos que conseguem, através de processos bioquímicos, tanto solubilizar fosfato quanto regular a produção de etileno. As bactérias *Pseudomonas fluorescens* e a *Azospirillum brasilense*, promovem crescimento radicular e síntese dos principais fitohormônios, bem como Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Dessa forma, o conjunto desses dois organismos biológicos, inoculados via semente em aveia branca, faz com que aumente a biomassa, eleve a concentração de P no solo e consiga concentrar maior porcentagem de N, bem como conseguir resgatar P lábil do solo.

Visto a falta de informações científicas sobre os efeitos do uso de *P. fluorescens* e o *A. brasilense* em aveia branca como solubilizador de fósforo, faz-se necessário realizar estudos mais detalhados e com outras culturas sobre o assunto.

Parte dessa estratégia de agricultura sustentável, é encontrar meios tecnológicos capazes de aumentarem os rendimentos e que, apresentem uma redução sobre o uso de fertilizantes químicos (Sandiniet al., 2019). Uma dessas alternativas é o emprego de microrganismos promotores de crescimento de plantas em especial cultiváveis economicamente. Dentre esse grande grupo de microrganismos promotores de crescimento de plantas, pode-se destacar os

gêneros de bactérias *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Phosphobacteriae* *Pseudomonas* que vem apresentando em diversos estudos, alto potencial estimulante sobre o sistema rizosférico e nos órgãos aéreos de vegetais (Madsen; Alexander, 1982; Cassán et al., 2020; Muthukumar et al., 2021). No entanto, acredita-se que essas bactérias quando utilizadas em outras culturas, durante diferentes fases do desenvolvimento fenológico da cultura, podem aumentar sua eficácia e fazer com que tenham maior produtividade.

### **1.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do Inoculante promotor de crescimento composto por *P. fluorescens* e o *A. brasilense* em aveia branca.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Descrever ação das bactérias citadas dentro da cultura da aveia branca;
- Caracterizar o desenvolvimento da planta, nos diferentes tratamentos utilizados na cultura;
- Analisar os índices biométricos e índices de produtividade;
- Verificar a eficiência de *P. fluorescens* e o *A. brasilense* como promotores de crescimento.

## 2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

No desenvolvimento das pesquisas, de acordo com a literatura, a aveia branca possui uma grande demanda de fosfato. Portanto microrganismos solubilizadores de P como *P. fluorescens* e *A. brasilense* disponibilizam para gramíneas em auxiliar em todos os processos de desenvolvimento da planta via tratamento de semente, desde germinação até maturação fisiológica e na biodiversidade de microrganismos do solo.

Sabendo que a aveia branca responde de forma positiva a aplicação de nutrientes, ela é uma espécie considerada exigente em P e N (NAKAGAWA e ROSOLEM, 2005).

A *Azospirillum* é uma bactéria com grande potencial para aumentar o desenvolvimento de gramíneas como, por exemplo, o milho (CAVALETT *et al.*, 2000). Bactérias diazotróficas, são bactérias de vida livre que ajudam na assimilação do N atmosférico, como o *Azospirillum* são as que conseguem assessorar as gramíneas para FBN, tal quais interações e conseguir absorver outros nutrientes (HARTMANN; BALDAM, 2006).

Também há projeções apontadas em estudos que, se inoculado via semente, a *A. brasilense* tende a responder para aumentar atividade de enzimas fotossintéticas, assimilar o N e aumentar matéria seca, bem como produzir fitohormônios (DIDONET *et al.*, 1996).

Os processos realizados pelas bactérias, em específico *A. brasilense*, possuem um modo de ação definido conforme estudos que tendem a somente ter capacidade de fixar N em plantas consideradas gramíneas, porém há diferenças entre cultivares, o modo como a cultura é conduzido, tipo de solo e condições ambientais (ELMERIC; NEWTON, 2007).

Na forma que estão presentes no solo, as bactérias solubilizadoras de P possuem uma população baixa, portanto causam competição entre as comunidades bacterianas em conjunto da rizosfera (IGUAL *et al.*, 2001). Portanto, para termos uma população adequada de microrganismos, deve-se inocular em população alta (mínimo  $1 \times 10^{-6}$  unidade formadoras de colônia ( UFC ) para que se possa ter um crescimento vegetal adequado e também a liberação de P no solo (VESSEY, 2003).

Com a associação de microrganismos para melhorar estruturas de solo e aumentar a disponibilidade de P, as bactérias como a *P. fluorescens* têm mostrado uma significativa importância para agregar no crescimento vegetal a fim de melhorar a nutrição fosfatada das plantas através da solubilização de P inorgânico presente no solo e também no desenvolvimento de raízes para deixar de fácil acesso para absorver nutrientes e água (AFZAL e BANO, 2008).

Devido a adubação fosfatada ter uma grande demanda e um elevado custo, cabe aos produtores adquirir alternativas para melhorar a eficiência da adubação, deixando com que as plantas se tornem mais eficazes para ter um melhor desenvolvimento do sistema radicular e sendo capaz de explorar mais e, conseqüentemente, absorver mais nutrientes e água do solo, aumentando sua produtividade e melhor estabelecimento da cultura (PRADO e FERNANDES, 2001; RESENDE *et al.*, 2006).

Desta forma, pensando em aumentar a eficácia da adubação e de promover maior retorno sobre o investimento do produtor, uma alternativa seria a produção de Inoculante como a *P. fluorescens*, que promove crescimento vegetal (HUMPHRIS *et al.*, 2005; COELHO *et al.*, 2007).

As bactérias solubilizadoras de P trabalham em uma maior liberação de ácidos orgânicos, tendo a capacidade de fornecer P adsorvido nos minerais de argila, ou seja, solos mais argilosos e, assim, nos óxidos de ferro e alumínio, liberando minerais para a assimilação das plantas. Então, trata-se de um ciclo onde para o solo é de grande importância, priorizando os solos com menor teor de argila e aqueles com maior grau de intemperização, sendo que estes são os que contêm maiores quantidades de alumínio e óxido de ferro na sua composição (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de maio a novembro de 2022, na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui, localizado nas coordenadas geográficas 29° 10' 09,17" de latitude Sul e 56° 34' 21,35" de longitude Oeste e classificação climática de Köppen-Geiger Cfa subtropical, com verões quentes e sem estação seca definida (PEEL et al., 2007). O solo utilizado como substrato é classificado como Plintossolo Argilúvico distrófico (SANTOS *et al.*, 2013).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 4x2 e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Tabela 1. Mostra os tratamentos com produtos utilizados e suas respectivas doses.

TRATAMENTO	PRODUTOS UTILIZADOS	DOSAGEM
T1	Accelerate + N + K	0,8 mL + 1,18 g + 3,2 g
T2	Accelerate + N + P + K	0,8 mL + 1,18 g + 5,4 g + 3,2 g
T3	N + K	1,18 g + 3,2 g
T4	N + P + K	1,18 g + 5,4 g + 3,2 g
T5	Accelerate + N + K + Calcário	0,8 mL + 1,18 g + 3,2 g + 26,5 g
T6	Accelerate + N + P + K + Calcário	0,8 mL + 1,18 g + 5,4 g + 3,2 g + 26,5 g
T7	N + K + Calcário	1,18 g + 3,2 g + 26,5 g
T8	N + P + K + Calcário	1,18 g + 5,4 g + 3,2 g + 26,5 g

Tabela 1. Mostra os tratamentos com produtos utilizados e suas respectivas doses.

O solo foi coletado na área experimental do campus e exposto ao Sol sobre lonas para processo de secagem. Após este processo, foi utilizada a peneira granulométrica para deixar o solo homogêneo e para uma melhor incorporação do Calcário 26,5 gramas e adubo. Após esses processos, o solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade para 8 litros, dispostos em bancadas.

A adubação básica para vasos consistiu em 300 mg dm<sup>-3</sup> de N e K, 200 mg dm<sup>-3</sup> de P, sendo transformados para os fertilizantes disponíveis da seguinte forma: 1,18 g de ureia, 3,2 g de cloreto de potássio e 5,4 g de superfosfato triplo.

Foi utilizada a espécie de aveia *Avena Sativa* L. (aveia branca cv. URS Corona), sendo uma cultivar de ciclo médio-precoce com 130 dias, hábito de crescimento semi prostrado e sendo médio suscetível para o acamamento.

Foi realizada a incorporação de calcário e feita a saturação nos vasos com água em 1 litro por vaso. Após 15 dias foi realizada a incorporação dos nutrientes conforme os tratamentos, onde foram colocados ureia e cloreto de potássio em todos os 40 vasos. Apenas 20 vasos receberam calcário e superfosfato triplo.

Antes de realizar a semeadura, realizou-se a inoculação das sementes com o inoculante comercial (Accelerate fertility -  $1,0 \times 10^{11}$  UFC/L) na dosagem de 150 mL/ha para o tratamento de sementes. Para o experimento, utilizou-se a dosagem de 0,8 mL de Accelerate para 424 g de semente. Após isso, realizou-se a homogeneização e em seguida realizada a semeadura.

Para a semeadura, foram utilizadas 6 sementes por vaso, sendo estas depositadas na profundidade de 2,0 cm e que após emergência foi realizado o desbaste, deixando apenas 3 plantas por unidade experimental.

A emergência iniciou seis dias após a semeadura, sendo realizada a irrigação conforme a capacidade de campo dos vasos para que não houvesse saturação do solo nos vasos e também alagamento ou falta de umidade. Conforme o desenvolvimento da cultura realizou-se aplicação de ureia de forma diluída de 1,18 gramas para 500 mL para os 40 vasos e de 10 mL por vaso, sendo aplicado no início do perfilhamento e alongamento do colmo.

Conforme as necessidades da cultura foram realizadas também os manejos sanitários como aplicação de fungicida e inseticida. A aplicação de fungicida deu-se por conta da ocorrência de ferrugem (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) e foi utilizado Helmstar plus (Azoxistrobina e Tebuconazol) 0,4 mL para 1L, e para o pulgão da folha utilizou-se o inseticida Sperto (Bifentrina e Acetamiprido) 0,2 gramas para 1L.

Levando em consideração a senescência da cultura, foram realizadas duas análises que são os índices biométricos de altura de planta até a inserção da última folha e matéria seca de parte aérea, e alguns índices produtivos como contagem de perfilhos e número de panículas por planta. Para a altura de planta, realizou-se medição com trena para aferir altura das plantas nas bancadas. Visto o final do ciclo da cultura, a colheita foi realizada de forma manual, com tesoura de poda rente ao solo, aproveitando toda a parte aérea da planta. Posteriormente, as plantas foram armazenadas em sacos de papel cartolina e posteriormente acondicionadas na



estufa a 65° C por 72 horas para obter a massa seca de parte aérea e ter os grãos com umidade de 13%, sendo analisado pelo aparelho medidor de umidade de grãos.

O peso de cada unidade de planta foi aferido em balança analítica dentro do laboratório de solos da UNIPAMPA, resultando no valor da matéria seca de parte aérea. Posteriormente, foi retirada somente a parte produtiva das plantas de aveia branca e realizada a debulha que foi de modo manual, retirando todas as impurezas e deixando somente os grãos e assim realizada nova pesagem somente da massa de grãos.

Os dados obtidos no experimento foram avaliados em análise de teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), ao nível de significância de 5% para ser considerado normais, teste de homogeneidade de variância e teste de média de Tukey a 5% de significância, os quais foram utilizados no pacote estatístico Rstudio (R Core Team, 2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variável altura de planta

Tabela 2 - Análise de variância de altura das plantas.

	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr &gt; Fc</i>
<i>Tratamento</i>	7	455,99	65,142	1,0591	0,41153
<i>Resíduo</i>	32	1968,2	61,506		
<i>Total</i>	39	2424,19			

CV=17,18%

FONTE: Autor (2023).

Segundo teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais. Acima de  $p: 0.005$  são considerados com boa frequência e boa homogeneidade. Valor de  $p$  para variância é de 0.1187144. O teste de homogeneidade de variância com valor de  $p= 0.3038931$ , demonstrou que, de acordo com o teste de Bartlett a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas. Na tabela 3, vemos o teste de média de altura de plantas onde o tratamento 6, possui uma pequena diferença entre os demais, mas que não é representativo estatisticamente.

Tabela 3 - Teste de Média de altura de plantas

<i>NÍVEIS</i>	<i>MÉDIAS</i>
1	44,8
2	47,5
3	46,0
4	46,1
5	46,1

6	52,2
7	39,6
8	43,0

FONTE: Autor (2023).

\* ns – não significativo

De acordo com o teste F, as médias não podem ser consideradas diferentes, pois a variável altura não possui diferenças estatisticamente significativas. No entanto, não necessita de teste de médias com letras. Para esta variável, não houve diferença significativa, pois para variável altura a incidência solar, densidade de semeadura, profundidade de semeadura e espaçamento entre plantas são os fatores principais, portanto, não houve diferença estatística. Além disso, Nunes et al. (2021) encontraram resultados semelhantes, onde a altura de plantas não foi influenciada pelo uso de microrganismos promotores de crescimento de plantas, que no caso desse trabalho foi utilizado *P. fluorescens* e *A. brasilense* como vimos na tabela 3.

#### 4.2 Variável perfilhos

Tabela 4 - Análise de variância de perfilhos por planta.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Tratamento	7	376,19	53,741	53,195	7,7745e-16
Resíduo	32	32,33	1,010		
Total	39	408,52			

CV=15,49%

FONTE: Autor (2023).

Segundo o teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), com o valor de p acima de 0.005 são considerados frequências normais. No entanto, p com o valor de 0.3319756, ao nível de 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais. Já no teste de homogeneidade de variância, a 5% de significância, as variâncias não podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 5 - Teste de Médias

<i>TRATAMENTOS</i>	<i>MÉDIAS</i>
8	a 10,196
7	a 10,062
3	a 9,33
4	a 8,33
2	b 4,396
6	b 3,598
1	b 3,264
5	b 2,73

FONTE: Autor (2023).

Segundo o Teste de Tukey, a classificação estatística e de variações permite afirmar que os tratamentos 8,7,3 e 4 com média de 9,479 não apresentam diferenças significativas entre si, mantendo a média de perfilhos por planta, mesmo com diferença de tratamentos, porém sob as mesmas condições ambientais, de solo e de tratos culturais, conforme visto a média na tabela 5.

No entanto, os tratamentos 2,6,1 e 5, obtiveram classificação inferior, evidenciando que, com as mesmas situações e mudando os tratamentos para a mesma cultura, há diferença significativa para cultura que respondeu de forma diferente para cada tratamento, independente se for com os nutrientes corretos

aplicados ou com elementos faltantes e corrigidos. Avaliando a interação da inoculação de *A. brasilense* e da adubação nitrogenada no crescimento inicial da cana-de-açúcar, Gírio et al. (2015) também mostraram que a inoculação de bactérias de vida livre quando associada à aplicação de N resultou na maior emissão de perfilhos por planta. Portanto a aplicações em conjunto de N e o microrganismo estudado, emitiu maior número de perfilho, porém no experimento mostrado na tabela 5, não percebemos essa interação e aumento de número de perfilhos.

### 4.3 Variável Número de grãos por planta

Tabela 6 - Análise de variância de número de grãos por planta

	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F<sub>c</sub></i>	<i>Pr &gt; F<sub>c</sub></i>
<i>Tratamento</i>	7	1803933	257705	20.028	4.9911e-10
<i>Resíduo</i>	32	411759	12867		
<i>Total</i>	39	2215692			

CV=23,84%

FONTE: Autor (2023).

Conforme exposto na Tabela 6, segundo o teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) com valor de  $p=0.2568091$  a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais. O teste de homogeneidade de variância, com valor de  $p=0.01157984$ , demonstrou que, ao nível de 5% de significância, as variâncias não podem ser consideradas homogêneas pelo fato de haver diferenças entre tratamentos consideradas significativas. Conforme exposto na tabela 6, a média de número de grãos por planta se observou diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Tabela 7 - Teste de Tukey para médias de número de grãos por planta

<i>TRATAMENTOS</i>	<i>MÉDIAS</i>
4	a 746.8
8	a 708
7	a 654.8
3	ab 603
2	bc 387.8
6	c 268.2
1	c 255.8
5	c 182.6

FONTE: Autor (2023).

Visto o desempenho da cultura com o solubilizador de P, nota-se que para a variável número de grãos por planta existe diferenças significativas para os tratamentos. Percebe-se que os tratamentos 4 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), o tratamento 8 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio e com calcário) e o tratamento 7 (Nitrogênio, Potássio e com calcário), obtiveram um maior número de grãos por planta, visto que, estes foram considerados os melhores resultados.

O tratamento 3 (Nitrogênio e Potássio), foi considerado o segundo melhor tratamento estatisticamente. O terceiro tratamento com maior rendimento se mostrou o tratamento 2 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* e Nitrogênio, Fósforo e Potássio).

Os resultados menos significativos desta pesquisa para a variável número de grãos por planta, foram os que não apresentaram diferenças estatísticas, sendo eles os tratamentos 6 (*P. fluorescens* e *A. brasilense*, Nitrogênio, Fósforo e Potássio e

com calcário), o tratamento 1 (*P. fluorescens* e *A. brasilense* e Nitrogênio e Potássio) e o tratamento 5 (*P. fluorescens* e *A. brasilense*, Nitrogênio, Potássio e com calcário).

Conforme os resultados obtidos, a variável número de grãos por planta mostra que fatores como umidade de solo nos vasos e espaçamento entre plantas puderam alterar os fatores para essa variável. Então, a presente pesquisa corrobora com os resultados do trabalho de Brouwer e Flood (1995), que evidencia que a densidade de plantas correta seria de 3 plantas por vaso, resultando em uma menor densidade de plantas, para que se tenha o resultado de um maior número de grãos por panícula, sendo uma baixa massa de grãos, tendo uma inversa relação com uma população maior de plantas.

#### 4.4 Variável peso de grãos

Tabela 8 -. Análise de variância para peso de grãos

	GL	SQ	QM	F <sub>c</sub>	Pr > F <sub>c</sub>
Tratamento	7	5696.5	813.79	12.065	1.9955e-07
Resíduo	32	2158.5	67.45		
Total	39	7855.0			

CV=32,88%

FONTE: Autor (2023).

Analisando os dados gerados para essa variável, com teste de normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk, com valor de  $p= 6.241125e-06$ , e com 5% de significância, nota-se que os resíduos não podem ser considerados normais, e o teste de homogeneidade, com valor de  $p= 2.261319e-05$ , a 5% de significância, demonstra que as variâncias não podem ser consideradas homogêneas, pois houve diferença significativa entre os tratamentos. Na Tabela 9, vemos os teste de tukey para média de massa de grãos, onde teve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 9 - Teste de Tukey para médias de massa de grãos

TRATAMENTOS	MÉDIAS (g)
4	a 43.022
3	a 36.216
7	ab 33.266
8	ab 32.854
2	bc 18.388
1	c 13.794
6	c 12.774
5	c 9.51

FONTE: Autor (2023).

Conforme exposto na Tabela 9, referente a variável massa de grãos, o tratamento 4 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e o tratamento 3 (Nitrogênio e Potássio) apresentaram os melhores resultados estatisticamente. A massa de grãos foi avaliada em gramas em balança analítica no laboratório de solos da UNIPAMPA.

De acordo com o estudo desenvolvido por Ferreira et al. (2001) além do rendimento de grãos ser totalmente influenciada pela adubação nitrogenada, a massa das espigas com e sem palha e a massa de mil grãos aumentaram de forma significativa com o incremento da inoculação de *Azospirillum*. Portanto, a umidade de solo dos vasos e o espaçamento entre as plantas são fatores que podem influenciar na variável peso de grãos de aveia branca, demonstrado nos resultados acima expostos.

#### 4.5 Variável matéria seca de parte aérea

Tabela 10 - Análise de variância de matéria seca de parte aérea

GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
----	----	----	----	---------



<i>Tratamento</i>	7	22625.6	3232.2	33.16	6.3516e-13
<i>Resíduo</i>	32	3119.2	97.5		
<i>Total</i>	39	25744.8			

CV=17.07%

FONTE: Autor (2023).

Analisando o teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) com valor de  $p=0.01346016$ , ao nível de 5% de significância, verifica-se que os resíduos não podem ser considerados normais. E o teste de homogeneidade de variância, com valor de  $p=0.005709729$ , com 5% de significância, demonstra que as variâncias não podem ser consideradas homogêneas, evidenciando que o experimento em si apresentou diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 11 - Teste de Tukey para matéria seca de parte aérea

<i>TRATAMENTOS</i>	<i>MÉDIAS (g)</i>
8	a 85.13
4	a 84.616
3	a 78.734
7	a 75.264
2	b 44.942
1	b 34.242
6	b 34.062
5	b 25.674

FONTE: Autor (2023).

Portanto, através dos dados estatísticos obtidos no software Rstudio, tem-se que os tratamentos 8,4,3 e 7 apresentam os melhores resultados. A maior matéria seca de parte aérea se deu em função da correção de solo e de nutrientes disponíveis para os tratamentos que apresentaram os melhores resultados.

Ferrazza *et al.* (2013), ao realizarem experimentos de forrageiras de inverno, obtiveram os resultados de que cultivares de aveia branca semeadas em abril resultaram em maiores produções de matéria seca, chegando a até 7.500 kg MS ha<sup>-1</sup>. O experimento semeado no mês de maio demonstrou uma produção de matéria seca de parte aérea compatível com o trabalho dos autores acima citados. Em situações em que se tem maiores doses de P, as produções de matéria seca serão maiores (PRIMAVESI *et al.*, 2004), pois, no experimento avaliando a eficiência do solubilizador de Fósforo em aveia branca, as doses de fosfato foram as mesmas somente na semeadura para os tratamentos 2,4,5,6,7 e 8.

#### 4.6 Variável número de panículas

Tabela 11 - Análise de variância de matéria seca de parte aérea

	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Tratamento	7	376.19	53.741	53.195	7.7745e-16
Resíduo	32	32.33	1.010		
Total	39	408.52			

CV=15,49%

FONTE: Autor (2023).

Segundo análise de variância, o número de panículas por planta apresentou, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, que os resíduos podem ser considerados normais (o teste de normalidade apresentou valor de  $p=0.3319756$ ). Assim, a homogeneidade de variância com valor de  $p=0.0156989$  ao nível de 5% de significância, permite inferir que as variâncias não podem ser consideradas homogêneas, pois os tratamentos se diferiram.

Tabela 12 - Teste de Tukey para número de panículas

<i>TRATAMENTOS</i>	<i>MÉDIAS</i>
8	a 10.196
7	a 10.062
3	a 9.33
4	a 8.33
2	b 4.396
6	b 3.598
1	b 3.264
5	b 2.73

FONTE: Autor (2023).

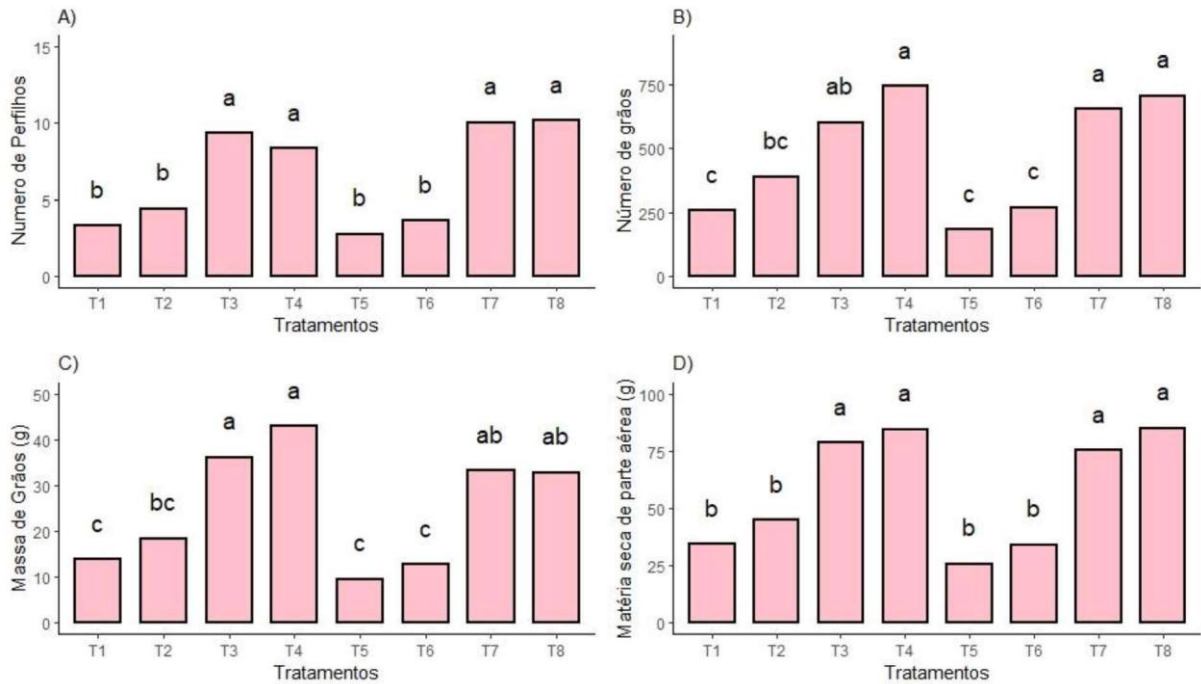
Segundo o teste de Tukey para a variável número de panículas por planta, os resultados são iguais ao número de perfilhos por planta, pois a cada perfilho, no desenvolvimento da planta, fisiologicamente é obtido uma panícula a cada perfilho. Para este resultado, considera-se que os tratamentos 8,7,3 e 4 foram os melhores estatisticamente, de acordo com a disponibilidade nutricional nos vasos para cada tratamento. Porém, pesquisas indicam que o fator preponderante para a formação e desenvolvimento dos perfilhos é a adequada nutrição com nitrogênio (N), isso ocorre porque o nitrogênio exerce forte influência no crescimento e no desenvolvimento de plantas de aveia em estádios iniciais (MUNDSTOCK e BREDEMEIER, 2001).

Os índices biométricos e os índices produtivos apresentaram algumas divergências das bactérias utilizadas ou resultados irregulares, conforme visto em cada variável, onde a estabilidade apenas ficou para o tratamento que possuía apenas Nitrogênio, Fósforo e Potássio em sua unidade experimental.

Devido ao baixo número de pesquisas sobre a eficácia de solubilizador de fósforo com *A. brasilense* e *P. fluorescens* na aveia branca, a comparação deste experimento com outros foi prejudicada. Há uma lacuna de trabalhos experimentais que analisem a eficiência do produto em outras cultivares, diferentes doses do produto e época de aplicação para que se possa comparar outros resultados com o

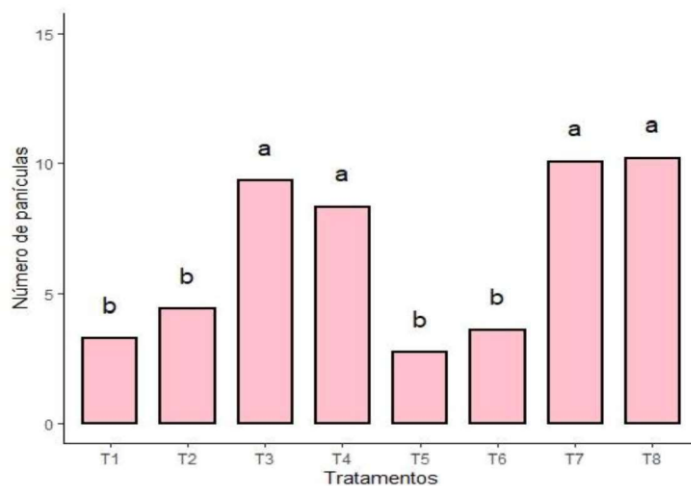
objetivo de melhorar a eficiência do produto. Assim, este trabalho servirá de base experimental para que outros possam realizar o mesmo experimento e chegar a novos resultados.

Figura 1. Resultado em gráfico de barras das variáveis analisadas.



Na figura 1, no gráfico a) demonstra o número de panículas, no gráfico b) mostra a variável número de grãos por planta, no gráfico c) a variável massa de grãos e no gráfico d) a variável matéria seca de parte aérea.

Figura 2. Resultado em forma de gráfico da variável número de panículas.



Na figura 2, demonstra em forma de gráfico, a variável número de panículas, conforme descrito na tabela 11 e tabela 12.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho, conclui-se que o tratamento 4 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) apresentou uma maior regularidade em todos os índices avaliados. Os tratamentos 2, 6, 1 e 5 que possuíam *A. brasilense* e *P. fluorescens* não demonstraram resultados suficientemente relevantes para que sejam usados de mesma forma em novos experimentos. Mostrou que esses microrganismos atuam de forma eficiente em solos com baixa fertilidade.

Os tratamentos que possuíam o produto, não foram eficazes no experimento conduzido em vasos, por tanto deve se estudar novas formas ou modelos para refazer o experimento, e diversos ambientes para poder ter mais de um resultado para cada variável.

## REFERÊNCIAS

AFZAL, A. e BANO, A. (2008) - Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum*). **International Journal of Agriculture and Biology**, vol.10, n. 1, p. 85-88.

BROUWER, J.; FLOOD, R.G. Aspects of oat physiology. In: WELCH, R.W. **The oat crop: production and utilization**. London : Chapman e Hall, 1995. p.203-211.

CASSÁN, F.; CONIGLIO, A.; LÓPEZ, G.; MOLINA, R.; NIEVAS, S.; CARLAN, C. L. N.; DONADIO, F.; TORRES, D.; ROSAS, S.; PEDROSA, F. O.; SOUZA, E.; ZORITA, M. D.; BASHAN, L.; MORA, V. (2020). Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. **Biological and Fertility of Soils**, 56,461-479.<https://doi.org/10.1007/s00374-020-01463-y>

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, P.R.; HELMICH, J.J.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação dassementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.

COELHO, F.L.; FREITAS, S.S.; MELO, A.M.T.; AMBROSANO, G.M.B. Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* e de *Bacillus* spp. com a rizosfera de diferentes plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1413-1420, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/item/7686-aveia>> Acesso em: 20 dez. 2022.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 645-651, 1996.

ELMERICH, C. **Bactérias fixadoras de nitrogênio associativas e endofíticas e associações cianobacterianas**. Dordrecht: Springer, 2007.

FERRAZZA, J. M.; SOARES, A.B.; MARTIN, T.N.; ASSMANN, A.L.; MIGLIORINI, F.; NICOLA, V. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1174-1181, 2013.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G. P.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.

FINGER, G. P. Efeito do fósforo sobre a interação das bactérias isoladas da rizosfera de guandu "(cajanus cajan)". **Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

GÍRIO, L. A. S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 1, p. 33-43, 2015.

HARTMANN A. The genus *Azospirillum*. In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E. (Ed.). **The Prokaryotes**. New York: Springer. pp. 115-140, 2006.

HUMPHRIS, S.N.; BENGOUGH, A.G.; GRIFFITHS, B.S.; KILHAM, K.; RODGER, S.; STUBBS, V.; VALENTINE, T.A.; YOUNG, I.M. Root cap influences root



colonisation by *Pseudomonas fluorescens* SBW25 on maize. **Fems Microbiology Ecology**, v. 54, p. 123-130, 2005.

IGUAL, J. M.; VALVERDE, A.; CERVANTES, E.; VELÁSQUEZ, E.

Phosphatesolubilizing bacteria as inoculants for agriculture: use of update molecular techniques in their study, **Agronomie, Paris**, v. 21, n.6-7, p. 561-568, 2001.

MADSEN, E. L.& ALEXANDER, M. (1982). Transport of Rhizobium and Pseudomonas through soil. **Soil Science Society of America Journal**, 46(3),557-560. <https://doi.org/10.2136/sssaj1982.03615995004600030023x>

MATIELLO, R. R., BARBOSA NETO, J. F., SERENO, M. J. C. de M., CARVALHO, F. I. F. de, PEGORARO, D. G., TADERKA, I. Variabilidade genética para peso de grão e número de espiguetas por panícula em *Avena sativa* L. e *Avena fatua* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p.393- 8, 1997.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural** , v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

MUTHUKUMAR, A., SANDHYA, G. M.&DAKSHAYINI, G. (2021). Morphological and biochemical characterization –A comparative analysis of non-commercial and commercial plant growth promoting microorganisms. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 10(2),867-874. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.102>.

NAHAS, E. Factors affecting the solubilization of insoluble phosphates. In: **International Meeting On Microbial Phosphate Solubilization**, 1., 2002, Salamanca, Spain. Abstracts... Salamanca: [s.n.], 2002. p. 20-22.

NAKAGAWA J.; ROSOLEM CA. **Teores de nutrientes nas folhas e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio.** *Bragantia*, 64:441-445, 2005.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32,2011.

NUNES, L. R. Milho em segunda safra: espaçamento entre linhas, consórcio com *Urochloa brizantha* e coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*. **Dissertação (Mestrado)**, Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil, 2021.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; MATTOS, B. B.; SANTOS, F. C. dos; OLIVEIRA, M. C.; ALVES, V. M. C. **Metodologia de Aplicação de Microrganismos Solubilizadores de Fósforo em Sementes Visando Melhor Aproveitamento deste Nutriente pelas Plantas.** 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95211/1/bol-88.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2023.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p. 1633-1644, 2007.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; ROQUE, C.G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 83-90, 2001.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CANTARELLA, H.; GODOY, R. Resposta da aveia branca à adubação em latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33:79-86. 2004.

R CORE TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna**. Available in: <<https://www.R-project.org>> (Accessed on Dez 10, 2022).

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D.I.; SANTOS, J.Z.L.; CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 453-466, 2006.

SANTOS, H.G.; SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F.. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Ed.3, rev. e ampli. Brasília: Embrapa, 353p., 2013.

SOUSA, C. A. **Solubilização de fósforo por bactérias endofíticas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

UNITED STATES DEPARTEMENT OF AGRICULTURE. **World Agricultural Production. Washington: Foreign Agricultural Service**, 2020. 37 p. Disponível em:

<<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/5q47rn72z/4m90fh10w/zw12zt148/production.pdf>> . Acesso em: 20 dez. 2022.

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

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de azospirillum, isolado e associado à bioestimulante, em milho, no Noroeste do RS**. 2010.