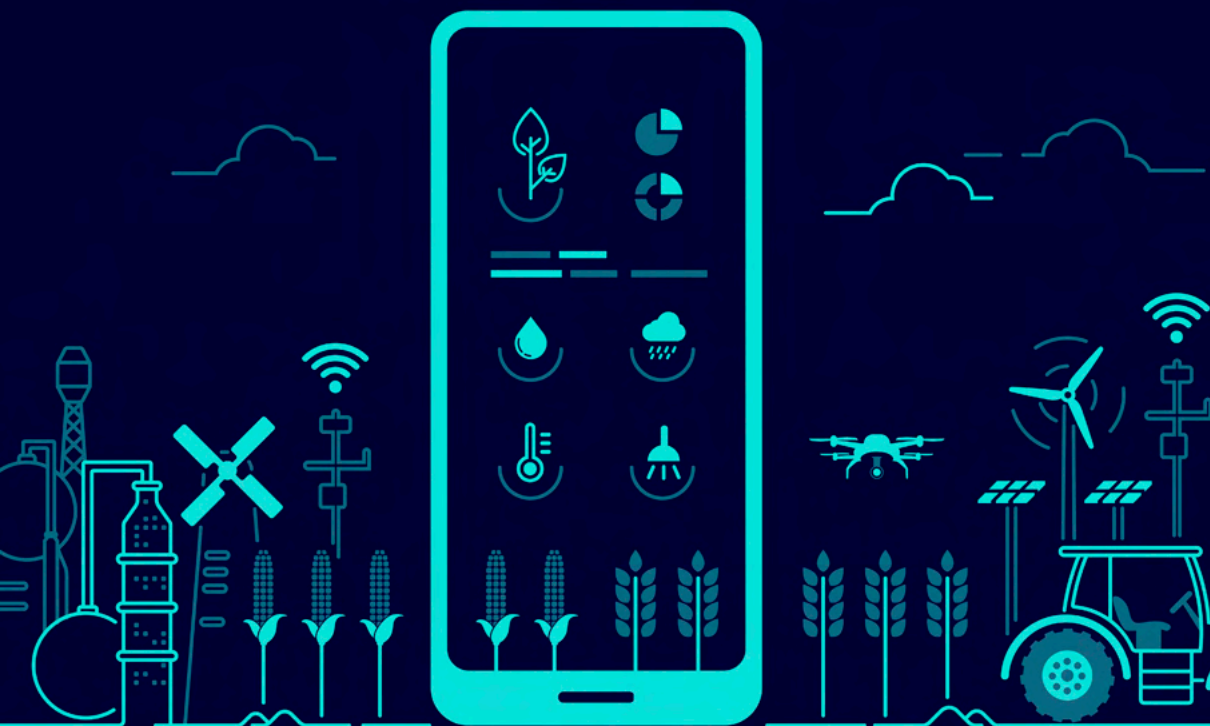


Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos   Luiz Alberto Melo de Sousa  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
(Organizadores)

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão  
de tecnologias



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos Luiz Alberto Melo de Sousa

Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

(Organizadores)

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão  
de tecnologias



**Atena**  
Editora

Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Ciências agrárias: conhecimento e difusão de tecnologias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Luiz Alberto Melo de Sousa  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias: conhecimento e difusão de tecnologias / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Luiz Alberto Melo de Sousa, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-962-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.629221002>

1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). III. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O campo das ciências agrárias envolve aspectos de uso da terra, pecuária e cultivo de vegetais, suas atividades, portanto, visam aumentar a produtividade, aprimorar as técnicas de manejo e conservação de recursos naturais. No atual cenário mundial as ciências agrárias tem se tornado um dos principais protagonistas na busca por reverter a crise de alimentos e o aquecimento global, apresentando sempre soluções viáveis na busca por esse propósito.

Junto a isso, a descoberta e a crescente disseminação de tecnologias vêm abrindo os olhos do mundo e mostrando cada vez mais a importância do desenvolvimento das ciências agrárias, principalmente por sua íntima relação com a produção de alimentos, o desenvolvimento sustentável e a conservação ambiental.

Nesse sentido, as diversas áreas que compõem as ciências agrárias buscam contribuir de forma significativa para o crescente desenvolvimento das cadeias produtivas agropecuárias, introduzindo o conceito de sustentabilidade nos inúmeros sistemas de produção considerando sempre os diversos níveis de mercado.

Diante do exposto, esta obra busca apresentar ao leitor o crescente desenvolvimento das pesquisas relacionadas ao campo das ciências agrárias, além de incentivar a busca por conhecimento e técnicas que visam a sustentabilidade nos sistemas de cultivo e manejo dos recursos naturais.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Luiz Alberto Melo de Sousa  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

AGROCONHECIMENTO: METODOLOGIAS INOVADORAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE AGROQUÍMICOS ALIADO AO DESENVOLVIMENTO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS ALTERNATIVOS

Hiago de Oliveira Lacerda

Letícia de Oliveira Lacerda

Luana Peixoto Borges

Raquel Helena Alves Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210021>

### **CAPÍTULO 2..... 13**

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO EM LATOSSOLO VERMELHO NO SUL DO BRASIL

Arthur Bonatto Abegg

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

Mastrângello Enivar Lanza Nova


Danni Maisa da Silva

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Ramiro Pereira Bisognin

Rodrigo Rotili Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210022>


### **CAPÍTULO 3..... 24**

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEJÓEIRO COMUM SOB INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM* E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Rodrigo Luiz Neves Barros

Leandro Barbosa de Oliveira

Carlos Pimentel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210023>


### **CAPÍTULO 4..... 39**

PRODUTIVIDADE DE TRIGO COM APLICAÇÃO DE PÓ DE BASALTO E INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Thaniel Carlson Writzl

Eduardo Canepelle

Marciel Redin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210024>


### **CAPÍTULO 5..... 51**

PRODUÇÃO DE MILHO INOCULADO COM *Azospirillum brasilense* NO SUL DO BRASIL

Luiz Emilio Nunes Carpes Filho

Marlon de Castro Vasconcelos


Daniel Erison Fontanive  
Julio Cesar Grazel Cezimbra  
Matheus Rocha  
Robson Evaldo Gehlen Bohrer  
Danni Maisa da Silva  
Maiara Figueiredo Ramires  
Daniela Mueller de Lara  
Divanilde Guerra  
Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210025>

## **CAPÍTULO 6..... 63**

DENSIDADE VERTICAL DE RAIZ DE *Euterpe oleracea* Mart. SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM MONOCULTIVO E CONSÓRCIO, LESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Matheus Lima Rua  
Deborah Luciany Pires Costa  
Carmen Grasiela Dias Martins  
João Vitor de Nóvoa Pinto  
Maria de Lourdes Alcântara Velame  
Stefany Porcina Peniche Lisboa  
Adrielle Carvalho Monteiro  
Erika de Oliveira Teixeira de Carvalho  
Igor Cristian de Oliveira Vieira  
Denilson Barreto da Luz  
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes  
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210026>

## **CAPÍTULO 7..... 76**

MODIFICAÇÕES ESTOMÁTICAS EM EXPLANTES DE BANANEIRA CV. GALIL-7 SUBMETIDAS A DOSES DE SILÍCIO EM MEIO DE CULTURA *IN VITRO*


Ramon da Silva de Matos  
Naracelis Poletto  
Leandro Lunardi






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210027>

## **CAPÍTULO 8..... 89**


ESTABILIDADE TOXICOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) EM GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI ARMAZENADO

Benedito Charlles Damasceno Neves  
Francisco Roberto de Azevedo  
João Roberto Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210028>

<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>99</b>
REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL ( <i>Tilletia indica</i> ) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2018-2019	
Guillermo Fuentes-Dávila	
María Monserrat Torres-Cruz	
Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui	
José Félix-Fuentes	
Pedro Félix-Valencia	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210029">https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210029</a>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>111</b>
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ESPÉCIES DE <i>Passiflora</i> L. COM BASE EM CARACTERÍSTICAS DAS PLÂNTULAS	
Sérgio Alessandro Machado Souza	
Kellen Coutinho Martins	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100210">https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100210</a>	
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>122</b>
EMERGÊNCIAS MULTIDIMENSIONAIS PARA INTERSECÇÕES ENTRE GÊNERO, SAÚDE E AGROECOLOGIA	
Cristiane Coradin	
Alfio Brandenburg	
Sonia Fátima Schwendler	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100211">https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100211</a>	
<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>129</b>
MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS TROPICAIS	
Barbara Mayewa Rodrigues Miranda	
Alliny das Graças Amaral	
Wendel Cruvinel de Sousa	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100212">https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100212</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>143</b>
PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE UM CAMBISSOLO HÚMICO E DE UM NITOSSOLO BRUNO SOB CONDIÇÕES NATURAIS	
David José Miquelluti	
Juliana Mazzucco Boeira	
Letícia Sequinatto	
Jean Alberto Sampietro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100213">https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100213</a>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>154</b>
ETAPAS NO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT E GERAÇÃO DE MAPA DE LOCALIZAÇÃO ATRAVÉS DOS SOFTWARES SPRING E QGIS: ESTUDO DE CASO DO INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA, <i>CAMPUS</i> NOVO PARAÍSO	
Carlos Henrique Lima de Matos	

José Frutuoso do Vale Júnior  
Ana Caroline dos Santos Nunes  
Osvaldo Campelo de Mello Vasconcelos  
Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100214>

**CAPÍTULO 15..... 177**

**MERCADO DE FLORES FRENTE A PANDEMIA DA COVID-19**


Marina Pacheco Santos  
Ingred Dagmar Vieira Bezerra  
Vitória Araujo de Sousa  
Mayara de Sousa dos Santos  
Jorge Fernando de Oliveira Rocha  
Brenda Ellen Lima Rodrigues  
Ramón Yuri Ferreira Pereira  
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100215>

**CAPÍTULO 16..... 184**

**QUANTIDADE, ORIGEM E DESTINO DA COMERCIALIZAÇÃO DE FRUTOS DE AÇAÍ  
(*Euterpe oleraceae* Mart.)**


Layse Barreto de Almeida  
Gabriela Ribeiro Lima  
Antônia Benedita da Silva Bronze  
Gleicilene Brasil de Almeida  
Wilson Emílio Saraiva da Silva  
Rafael Antônio Haber  
Jaqueline Lima da Silva  
Tainara Monteiro Nunes  
Sinara de Nazaré Santana Brito  
Harleson Sidney Almeida Monteiro  
Alef Ferreira Martins  
Tinayra Teyller Alves Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100216>

**CAPÍTULO 17..... 194**

**ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE MICRORGANISMOS EM DIFERENTES TEORES DE  
UMIDADE DO SOLO**


Késia Kerlen dos Santos Costa  
Daniela Tiago da Silva Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100217>

**CAPÍTULO 18..... 202**

**ESTUDO DE PATENTES DE TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE OSTRAS EM  
AQUACULTURA**

Ana Maria Álvares Tavares da Mata  
Ricardo Manuel Nunes Salgado


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100218>

**CAPÍTULO 19.....213**

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE VALIDAÇÃO TÉRMICA DA LINGUIÇA CALABRESA UTILIZANDO MICROORGANISMOS INDICADORES DE QUALIDADE

Suyanne Teske Pires

Fabiana Andreia Schafer de Martini Soares


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100219>

**CAPÍTULO 20.....228**

A QUALIDADE DO SOLO A PARTIR DO MANEJO AGROECOLÓGICO: ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

Esther Mariana Flaeschen de Almeida Nunes

Alessandra Paiva Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100220>

**CAPÍTULO 21.....233**

PROPOSTA DE SOLUÇÕES PARA SANEAMENTO BÁSICO EM COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS DE GOIÁS – GO, O CASE SANRURAL

Mariane Rodrigues da Vitória

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100221>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....255**

**ÍNDICE REMISSIVO .....256**

# CAPÍTULO 3

## CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO COMUM SOB INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM* E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Data de aceite: 01/02/2022

### Rodrigo Luiz Neves Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – IFRR  
Amajari – RR  
<http://lattes.cnpq.br/2167995795684567>

### Leandro Barbosa de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – IFNMG  
Almenara – MG  
<http://lattes.cnpq.br/4840488127526579>

### Carlos Pimentel

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
– UFRRJ  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6405553451083267>  
ORCID: 0000-0002-6579-7749

**RESUMO:** O cultivo do feijoeiro comum em solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em nitrogênio (N), é um dos principais fatores limitantes da sua produtividade. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes fontes de N, fertilizante mineral e fixação biológica de N, no crescimento e produtividade do feijoeiro comum, cultivar Carioca. Para isto, dois experimentos foram conduzidos, nos anos de 2013 e 2014, no campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três tratamentos no primeiro ano: apenas adubado com 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40kg N ha<sup>-1</sup> aos

25 dias após a emergência (DAE) (A); inoculado com *Rhizobium* e adubado com 40kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (I+N); inoculado com *Rhizobium* e adubado com 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (IA); e um quarto tratamento somente inoculado com *Rhizobium* (I-N), apenas avaliado no segundo ano de cultivo. Na polinização, avaliou-se o número de nódulos (NN), massa seca de nódulos (MSN), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Além disso, foi determinado o teor de proteínas solúveis nas folhas (TPSF), em quatro estádios de desenvolvimento e foram coletadas semanalmente três plantas ao acaso para uma análise de crescimento. A maior produtividade de grãos (PG) foi obtida no tratamento IA, em ambos os anos, não sendo observada diferença significativa nos demais componentes de produção. Assim a inoculação com rizóbios pode substituir a adubação com 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura sem perda de produtividade, mas a inoculação com rizóbios, acrescida de 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura, não inibiu a nodulação e propiciou alta produtividade do feijoeiro comum na época da seca. No entanto, mais estudos são necessários para recomendação dessas práticas agrônômicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium*, Nutrição de plantas, Ureia.

### GROWTH AND GRAIN YIELD OF COMMON BEAN UNDER INOCULATION WITH *RHIZOBIUM* AND NITROGEN FERTILIZATION

**ABSTRACT:** The principal cause for common

bean's low yield is its cultivation in soils with low nitrogen (N) content. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different forms of N, mineral fertilizer, or N biological fixation, on the growth and yield of common bean cultivar Carioca. Accordingly, two experiments were conducted in 2013, and 2014 at the experimental field of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with three treatments in the first year: only fertilized with 20 kg N ha<sup>-1</sup> at sowing and 40 kg N ha<sup>-1</sup> with 25 days after emergence (DAE) (A); inoculated with *Rhizobium* and fertilized with 40 kg N ha<sup>-1</sup> with 25 DAE (I+N); inoculated with *Rhizobium* and fertilized with 20 kg N ha<sup>-1</sup> at sowing and 40 kg N ha<sup>-1</sup> with 25 DAE (IA); a fourth treatment was included in the second year, which was only inoculated with *Rhizobium* (I-N). At pollination, it was evaluated the number of nodules (NN), nodules dry weight (MSN), shoot dry weight (MSPA), and root dry weight (MSR). In addition, it was determinate the leaf soluble proteins content (TPSF) in four developmental stages. In addition, a growth analysis was performed using three plants collected weekly. A significantly higher yield (PG) was observed in the treatment IA for both years, without differences for the other yield components. Therefore, the inoculation with *Rhizobium* can substitute the sowing fertilization with 20 kg N ha<sup>-1</sup> without yield and yield reduction. Still, the inoculation with *Rhizobium* plus sowing fertilization with 20 kg N ha<sup>-1</sup> allows a higher yield of common bean in the dry season. However, more studies are needed to recommend these agronomic practices.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium*, Plant nutrition, Urea.

## 1 | INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é cultivado em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, revestindo-se de grande importância socioeconômica, pelo fato de ser componente fundamental da dieta do brasileiro (HUNGRIA; MENDES; MERCANTE, 2013a). Entre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura do feijoeiro no país, destacam-se aqueles relacionados ao baixo nível tecnológico empregado pelos pequenos produtores, condições climáticas adversas e o cultivo do feijoeiro em solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em N (HUNGRIA; MENDES; MERCANTE, 2013b).

O nitrogênio é o macronutriente requerido em maior quantidade pela cultura do feijoeiro e sua disponibilidade tem influência significativa na produtividade (HUNGRIA; VARGAS, 2000). Assim como a maioria das leguminosas, o feijão pode se beneficiar da fixação biológica de N (FBN), por meio de uma relação simbiótica com rizóbios fixadores de N do ar (PACHECO et al., 2020). Porém, a FBN no feijoeiro não é capaz de prover todas as suas exigências, para obtenção de elevada produtividade, sendo necessária a adição de fertilizante nitrogenado, para complementar as exigências do feijoeiro, que não foram supridas pelo N inorgânico do solo ou pela FBN (HUNGRIA; KASCHUK, 2014).

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio, associada à suplementação com N mineral, no crescimento e produtividade da cultura. No intuito de se avaliar os efeitos das diferentes fontes de N (fertilizante mineral e FBN) sobre as plantas, fez-se uso da análise de crescimento que, por meio de sucessivas coletas, permite descrever as alterações no acúmulo de massa seca do vegetal em função

do tempo (HUNT et al., 2002). A análise de crescimento é muito útil na avaliação do efeito do crescimento na produtividade das espécies vegetais cultivadas, possibilitando a obtenção de bons resultados sem a necessidade de equipamentos sofisticados (PEREIRA; MACHADO, 1987).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área experimental e do clima

O estudo foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (latitude: 22°45'S, longitude: 43°41'W e altitude de 40 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw – com verão quente e chuvoso e inverno seco. Para isto, foram instalados dois experimentos de Campo, o primeiro no ano 2013 e o segundo em 2014, com semeadura no mês de maio, que corresponde ao plantio da seca.

O solo da área experimental utilizado foi um Argissolo Vermelho Amarelo, cuja análise química, na profundidade de 0-20 cm, revelou: pH em água 5,6; 1,8  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Ca; 1,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Mg; 0,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Al; 0,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{H}^+ + \text{Al}$ ; 77  $\text{mg dm}^{-3}$  de P disponível; 92  $\text{mg dm}^{-3}$  de K disponível; 10,1  $\text{g kg}^{-1}$  de matéria orgânica; 79% de saturação de bases (V) e textura franco-arenosa. Para o primeiro ano a precipitação total, a evaporação total e a temperatura média da máxima e mínima, durante o experimento, foram de 153,5 mm, 217,9 mm, 28°C e 18,1°C, respectivamente. No segundo experimento a precipitação total, a evaporação total e a temperatura média da máxima e mínima, durante o experimento, foram de 139,2 mm, 235,1 mm, 28,3°C e 18,6°C, respectivamente.

### 2.2 Manejo da cultura

Para ambos os experimentos, foi utilizada a cultivar de feijoeiro comum Carioca que é proveniente do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

O preparo do solo foi constituído por uma aração e duas gradagens, seguido pela abertura dos sulcos mecanicamente. Todos os tratamentos, nas duas épocas de plantio, na semeadura receberam adubação de 30kg  $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  (superfosfato simples) e 45kg  $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$  (cloreto de potássio). Aos 25 DAE foram aplicados no sulco de plantio 40kg N  $\text{ha}^{-1}$  (ureia), com exceção do tratamento apenas inoculado sem adubação nitrogenada, que será descrito abaixo.

A adubação seguiu os resultados da análise de solo, em concordância com a recomendação e exigência da cultura (VIEIRA et al., 2006). A semeadura foi realizada manualmente, para obter-se um estande final de 12 plantas por metro linear. Nos tratamentos com inoculação, as sementes foram inoculadas com a estirpe de *Rhizobium fleirei* (SEMIA 4080, com  $1 \times 10^9$  células viáveis por grama de inoculante), presentes no inoculante para feijoeiro comum produzido pela Embrapa Agrobiologia, sendo utilizado 50g de inoculante turfoso mais 40mL de solução de água açucarada a 10% por 10kg de sementes. Após



serem inoculadas, as sementes secaram a sombra e depois foram semeadas nos sulcos de plantio. Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi mantida livre de plantas daninhas pelo controle manual.

Para realizar a análise de crescimento, foram coletadas três plantas ao acaso nas linhas ao lado da bordadura de cada parcela. As coletas foram iniciadas aos 14 DAE e espaçadas de sete dias uma da outra até o fim do ciclo da cultura. Todas as folhas foram separadas do restante da planta para determinação da área foliar por meio do integrador portátil de área foliar (Li-3000C, da LI-COR). Após a determinação da área foliar, as folhas e o restante da planta (caule e raízes) foram levados à estufa de ventilação forçada a 65°C até obter massa constante. Os dados primários de massa seca e área foliar foram convertidos para biomassa por área de terreno e índice de área foliar (IAF) respectivamente. Os dados primários por área foram obtidos dos valores alcançados pelo valor médio três plantas, multiplicado pelo número de plantas em um m<sup>2</sup>. A partir dos dados de massa seca total (massa seca de folíolos, caule + ramos + pecíolos + massa seca de raiz, massa seca de flores e massa seca de vagens do início da sua formação até a maturação dos grãos) e IAF foram derivadas as taxas de crescimento da cultura (TCC) e de assimilação líquida (TAL) segundo a metodologia proposta por Hunt (1978).

Quanto a nodulação e acúmulo de massa seca da planta, no estágio de polinização, ocasião em que as parcelas apresentam 50% das plantas com botões florais (VIEIRA et al., 2008), que ocorreu aos 33 DAE e 31 DAE para o ano de 2013 e 2014 respectivamente, foram coletadas três plantas ao acaso na linha ao lado da bordadura, por parcela. As raízes foram separadas da parte aérea e lavadas e os nódulos foram separados das raízes e contados para determinação do número de nódulos por planta (NN), levados à estufa de ventilação forçada a 65°C até obter massa constante para determinar a massa seca de nódulos por planta (MSN). A parte aérea e raiz também foram secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C até obter massa constante, para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) por planta. Além disso, na maturação fisiológica, foram coletadas todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, desprezando-se o meio metro final de cada extremidade, para determinação do número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (NGV), massa seca de 100 grãos (MS100G) e produtividade de grãos (PG) que foi padronizada para 13% de teor de umidade.

Além disto, em quatro estádios de desenvolvimento, descrito por Vieira et al. (2008): antes da adubação de cobertura (20 DAE), na polinização (quando aparecem os primeiros botões florais em 50% das plantas), o florescimento pleno (abertura da primeira flor em 50% das plantas) e no enchimento de grãos (primeiras vagens cheias de grãos em 50% das plantas), foi coletado o folíolo central da folha mais jovem totalmente expandida (folha em máxima atividade fotossintética) de três plantas por parcela, que foi imediatamente envolvido em papel alumínio e imerso em N líquido. Nestas amostras de folhas foi realizada a análise do teor de proteínas solúveis foliar (TPSF), segundo o método de Bradford (1976).

## 2.3 Delineamento experimental e análise estatística

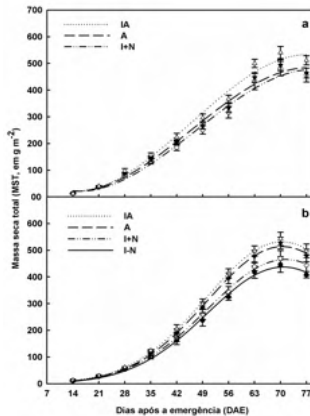
O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três tratamentos no ano de 2013 e quatro tratamentos no ano de 2014 (inclusão de uma testemunha sem aplicação nenhuma de N), ambos com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por seis linhas de 5m de comprimento, com 0,5m de espaçamento entre linhas por 2,5m de largura. Os três tratamentos, aplicados no primeiro ano, foram: inoculação e adubação nitrogenada com 40kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 25 DAE (I+N); inoculação e adubação com 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 25 DAE (IA); adubação com 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 25 DAE (A). No segundo ano, um quarto tratamento foi aplicado: inoculação sem adubação nitrogenada na semeadura e em cobertura (I-N).

Os dados de todas as variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e quando os tratamentos apresentaram significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância fixado em  $p < 0,05$ . A análise estatística dos dados foi realizada por meio do software Sisvar 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2011), que é distribuído gratuitamente pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Acúmulo de massa seca e área foliar

Analisando o acúmulo de massa das plantas ao longo do tempo, foram constatadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a massa seca total (MST) entre os tratamentos, nos dois anos de cultivo (Figura 1). Os tratamentos que receberam adubação nitrogenada na semeadura (A e IA) apresentaram maior acúmulo de MST em ambos os anos, fato que pode ser explicado pela nodulação ainda incompleta nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, passando a FBN a contribuir efetivamente com N para as plantas, só a partir dos 15 a 20 DAE como já demonstrado por Hungria, Barradas e Wallsgrove (1991), ocasionando assim menor acúmulo de MST nos tratamentos só inoculados na semeadura (I+N e I-N, respectivamente, para o primeiro e segundo ano de cultivo), sem a dose inicial de N mineral. Nos dois anos de cultivo, o tratamento IA apresentou valores significativamente superiores aos demais tratamentos em grande parte das coletas, sendo observado o pico de acúmulo de MST aos 70 DAE, em ambos os anos de cultivo, estágio que corresponde ao enchimento de grãos, como já mostrado por Gomes et al. (2000).

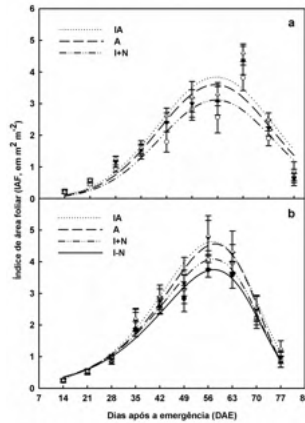


† Barra de erro padrão das médias, <sup>a</sup> ano de 2013 e <sup>b</sup> ano de 2014.

Figura 1: Massa seca total (MST, em  $\text{g m}^{-2}$ ) do feijoeiro comum, cultivar Carioca, nos tratamentos, apenas adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (A, ▼), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (I+N, ○), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (IA, Δ) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N, ●), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

Em relação ao IAF, também foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nos dois anos de cultivo (Figura 2), sendo que, o pico de IAF ocorreu aos 63 e 56 DAE para o primeiro e segundo ano respectivamente, coincidindo com o início do estágio de enchimento de grãos, no primeiro ano de cultivo e um pouco antes no segundo ano, assim como demonstrado por Gomes et al. (2000), indicando senescência foliar a partir destes picos, ou seja, no momento de maior demanda de fotoassimilados pela planta, que corresponde ao estágio de enchimento de grãos, a planta está reduzindo a área foliar e por conseguinte a fotossíntese, como pode ser constatado pelos baixos valores da TAL, com consequente redução nos fotoassimilados que seriam destinados para garantir o enchimento de grãos (PIMENTEL, 2006).

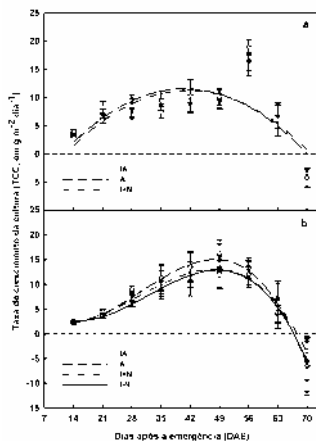
O IAF no tratamento IA foi significativamente superior aos demais tratamentos para várias coletas (Figura 2), o que permitiu obter-se produtividade mais elevada neste tratamento IA, em ambos os anos de cultivo (Tabela 2). Por conseguinte, o alto IAF esteve correlacionado com alta MST (Figura 1) e, provavelmente, com uma fotossíntese líquida mais elevada, como indicado pela TAL (Figura 4), com consequente elevação do acúmulo de fotoassimilados nas folhas, segundo Pimentel (2006), que por sua vez contribui para uma elevada produtividade (Tabela 2).



† Barra de erro padrão das médias, <sup>a</sup> ano de 2013 e <sup>b</sup> ano de 2014.

Figura 2: Índice de área foliar (IAF, em  $m^2 m^{-2}$ ) do feijoeiro comum, cultivar Carioca, nos tratamentos, apenas adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (A, ▼), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (I+N, ○), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (IA, Δ) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N, ●), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

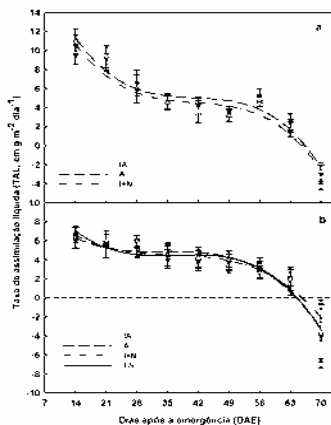
Por outro lado, o máximo acúmulo de massa seca por área de solo no tempo, a TCC, ocorreu antes do pico de IAF, aos 56 e 49 DAE para o primeiro e segundo ano respectivamente, ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos, nos dois anos de cultivo. No primeiro ano, a TCC do tratamento IA foi significativamente superior aos demais, nas coletas iniciais e finais. Para o segundo ano, houve diferenças significativas apenas aos 28 DAE e 42 DAE com IA significativamente superior a I-N, porém A e I+N não diferiram de ambos. O pico de acúmulo de MST ocorreu no final do ciclo, aos 70 DAE, quando a TCC atinge valores negativos, o que está relacionado ao fato do feijoeiro comum apresentar elevada taxa de senescência foliar já a partir do florescimento (PIMENTEL; LAFRAY; LOUGUET, 1999a).



† Barra de erro padrão das médias, <sup>a</sup> ano de 2013 e <sup>b</sup> ano de 2014.

Figura 3: Taxa de crescimento da cultura (TCC, em  $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) do feijoeiro comum, cultivar Carioca, nos tratamentos, apenas adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (A,  $\blacktriangledown$ ), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (I+N,  $\circ$ ), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (IA,  $\Delta$ ) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N,  $\bullet$ ), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

A variável da análise de crescimento, que indica a biomassa produzida por unidade de área foliar e por unidade de tempo, ou seja, o acúmulo de biomassa produzida a partir da fotossíntese é a TAL (PEREIRA; MACHADO, 1987), que foi elevada na primeira avaliação, aos 14 DAE para ambos os anos (Figura 4), reduzindo-se gradualmente depois disso. Porém, os tratamentos não diferiram entre si para a TAL, durante todas as avaliações e em ambos os anos de cultivo, chegando a valores perto de zero ou negativos, a partir de 63 DAE. O decréscimo da TAL e IAF, a partir de 63 DAE, provocar aborto dos últimos órgãos reprodutivos a se formar (VIEIRA et al., 2008), devido à redução da fotossíntese total da planta (PIMENTEL; LAFRAY; LOUGUET, 1999a).



† Barra de erro padrão das médias, <sup>a</sup> ano de 2013 e <sup>b</sup> ano de 2014.

Figura 4: Taxa de assimilação líquida (TAL, em  $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) do feijoeiro comum, cultivar Carioca, nos tratamentos, apenas adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (A,  $\blacktriangledown$ ), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (I+N,  $\circ$ ), inoculado com *Rhizobium* e adubado com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura e  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  aos 25 DAE (IA,  $\Delta$ ) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N,  $\bullet$ ), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

### 3.2 Nodulação e acúmulo de massa seca das plantas no estágio de polinização

No estágio de polinização aos 33 e 31 DAE para o primeiro e segundo ano, respectivamente, que é um estágio com uma alta demanda de N para síntese e atividade da Rubisco (PIMENTEL; LAFRAY; LOUGUET, 1999a), foram avaliadas as variáveis NN e MSN, e o acúmulo de massa seca das plantas, pela MSR e MSPA, para cada tratamento, em ambos os experimentos (Tabela 1). Em relação ao NN e MSN, houve diferença significativa entre os tratamentos, nos dois anos de cultivo. No primeiro ano, o tratamento I+N foi significativamente superior para o NN e MSN em relação aos outros dois tratamentos adubados com  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura (A e IA) e, no segundo ano a MSN foi significativamente superior para I-N em relação a A com I+N e IA não diferindo de ambos. Porém a MSPA, no primeiro ano, foi significativamente superior para o tratamento IA, em relação a I+N, mas o tratamento A não diferiu de ambos (Tabela 1a). Já, no segundo ano, não houve diferença entre os tratamentos para MSPA. Isso evidencia que a aplicação de  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura inibiu apenas parcialmente o processo de nodulação da população de rizóbios inoculados, como também observado por Hungria, Campo e Mendes (2003) com a aplicação de  $15 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura do feijoeiro comum a campo, sendo que estes autores observaram redução na nodulação com uma dose de  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  na semeadura. Por outro lado, estes resultados referentes à nodulação contradizem alguns encontrados na literatura, relatando que, mesmo baixas quantidades de N são capazes de inibir a nodulação em feijoeiro (ROMANINI JUNIOR et al., 2007). Já em relação à MSPA, neste mesmo estágio de polinização, foi observada diferença significativa entre

os diferentes tratamentos, apenas para o primeiro ano de cultivo (Tabela 1a), aonde o tratamento IA foi significativamente superior ao tratamento I+N, porém não diferiu do tratamento A, como também foi observado para a MST (Figura 1), o IAF (Figura 2) e a TCC (Figura 3), em ambos os anos. No entanto, para a MSR não houve diferenças significativas entre os tratamentos em ambos os anos (Tabela 1), como já relatado por Pimentel (2006) para culturas anuais.

Primeiro ano de cultivo				
Tratamentos	NN	MSN (mg)	MSPA(g)	MSR(g)
I+N	57,75 a	170,19 a	7,37 b	0,640 a
A	38,00 b	129,03 b	7,67 ab	0,537 a
IA	40,50 b	130,24 b	8,85 a	0,594 a
Pr>Fc	0,0071	0,0109	0,0348	0,2467
CV%	12,98	10,52	7,87	14,05
Segundo ano de cultivo				
Tratamentos	NN	MSN (mg)	MSPA (g)	MSR (g)
I-N	70,25 a	182,75 a	6,74 a	0,70 a
I+N	65,00 a	165,50 ab	7,45 a	0,63 a
A	41,75 b	111,78 b	7,86 a	0,58 a
IA	54,64 ab	158,52 ab	8,22 a	0,61 a
Pr>Fc	0,0107	0,0151	0,1089	0,1317
CV%	17,21	15,91	10,23	10,04

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabela 1: Número de nódulos por planta (NN), massa seca de nódulos por planta (MSN), massa seca da parte aérea por planta (MSPA) e massa seca de raiz por planta (MSR), do feijoeiro comum, cultivar Carioca, avaliados no estágio de polinização, nos tratamentos, apenas adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (A), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (I+N), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (IA) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N), avaliado apenas no segundo ano de cultivo

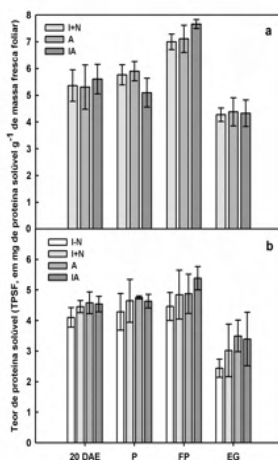
### 3.3 Teor foliar de proteína solúvel em quatro estádios fenológicos

O teor de proteína solúvel foliar (TPSF) é proporcional ao conteúdo e atividade da Rubisco, o que influencia a taxa fotossintética líquida e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (LONG et al., 2006).

Houve diferença significativa para o TPSF apenas no estágio de florescimento pleno em ambos os anos, que ocorreu aos 39 e 38 DAE para o primeiro e segundo ano, respectivamente, com o tratamento IA significativamente superior ao tratamento I+N, sendo que o tratamento A que não diferiu dos tratamentos IA e I+N no primeiro ano, mas no

segundo ano, o tratamento IA foi significativamente superior ao I-N, e os tratamentos A e I+N não diferiram dos tratamentos IA e I-N, ainda no florescimento pleno.

Os valores de TPSF não foram comparados estatisticamente entre os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, mas ele tende a aumentar no estágio de florescimento pleno e a cair no estágio de enchimento de grãos (Figura 5), provavelmente para permitir a elevação da taxa fotossintética nesse período, como observado por Pimentel, Lafray e Louguet (1999a); Pimentel, Hérbet e Vieira (1999b), para que ocorra aumento no conteúdo foliar de carboidratos, que são as reservas a serem remobilizadas para manter o crescimento do embrião até a maturação fisiológica (KRAMER; BOYER, 1995). Assim, os tratamentos com maior TPSF (Figura 5) terão, portanto, maior conteúdo de Rubisco, garantindo provavelmente maior produção de fotoassimilados, primeiro para o crescimento da parte aérea (Figura 1) e depois para o desenvolvimento do grão (PIMENTEL; HÉRBET; VIEIRA, 1999b), o que permitirá uma maior produtividade (Tabela 2) dos tratamentos (I+N e IA) que apresentaram maior TPSF nesse estágio de desenvolvimento (Figura 5).



Barra de erro padrão das médias, <sup>a</sup> ano de 2013 e <sup>b</sup> ano de 2014.

Figura 5: Teor de proteína solúvel (TPSF, em mg de proteína solúvel g<sup>-1</sup> de massa fresca foliar), quantificadas aos 20 dias após a emergência (20 DAE), polinização (P), florescimento pleno (FP) e enchimento de grãos (EG) do feijoeiro comum, cultivar Carioca, nos tratamentos, apenas adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (A), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (I+N), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (IA) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

### 3.4 Componentes de produção

Quanto aos componentes de produção ocorreu diferença significativa entre os tratamentos apenas para PG, que representa a produtividade da cultura, com o tratamento



IA apresentando rendimentos mais elevados em ambos os anos. Porém, no primeiro ano de cultivo o tratamento IA foi significativamente superior a A com I+N não diferindo de ambos, enquanto no segundo ano, o tratamento IA foi significativamente superior a I-N, com I+N e A não diferindo de ambos (Tabela 2).

Assim sendo, o tratamento IA apresentou a MST (Figura 1), o IAF (Figura 2), a TCC (Figura 3), e a MSPA (Tabela 1) significativamente superiores, sendo que a MSPA se correlacionou com uma alta PG, nas duas épocas (Tabela 2).

Primeiro ano de cultivo				
Tratamentos	NV	NGV	MS100G (g)	PG (Kg ha <sup>-1</sup> )
I+N	13,75 a	5,75 a	25,55 a	2346,00 ab
A	13,25 a	5,50 a	25,76 a	2248,69 b
IA	15,0 a	5,50 a	25,69 a	2509,42 a
Pr>Fc	0,7327	0,9190	0,7609	0,2437
CV%	22,51	17,66	1,55	15,64
Segundo ano de cultivo				
Tratamentos	NV	NGV	MS100G (g)	PG (Kg ha <sup>-1</sup> )
I-N	15,00 a	5,25 a	25,68 a	2207,52 b
I+N	18,50 a	6,50 a	26,44 a	2529,85 ab
A	17,25 a	6,00 a	26,17 a	2474,77 ab
IA	20,00 a	5,50 a	26,00 a	2642,58 a
Pr>Fc	0,3178	0,7733	0,1059	0,0137
CV%	20,35	19,25	1,47	17,97

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P <0,05).

Tabela 2: Número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (NGV), massa seca de 100 grãos (MS100G) e produtividade de grãos (PG), do feijoeiro comum, cultivar Carioca, avaliados na maturação dos grãos, nos tratamentos, apenas adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semente e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (A), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (I+N), inoculado com *Rhizobium* e adubado com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semente e 40 kg N ha<sup>-1</sup> aos 25 DAE (IA) e um tratamento adicional somente inoculado com *Rhizobium* (I-N), apenas avaliada no segundo ano de cultivo

Nos dois anos de cultivo foi observado que a aplicação de 20kg N ha<sup>-1</sup> na semente, juntamente com a inoculação, permitiu um acréscimo de produtividade, corroborando com Hungria, Campo e Mendes (2003). Por outro lado, a produtividade dos tratamentos I-N e I+N não diferiram do tratamento A (Tabela 2), como já observado por Bellaver e Fagundes (2009), mostrando que a inoculação pode substituir a dose de 20kg de N ha<sup>-1</sup> na semente, mantendo a mesma produtividade (GRANGE et al., 2007).

Hungria, Mendes e Mercante (2013a) relatam que a resposta do feijoeiro à inoculação, em condições de campo, pode variar em função de diferentes fatores, tais como: presença de estirpes nativas nos solos brasileiros, que pode ser comprovada pela

nodulação do tratamento que não recebeu inoculação (Tabela 1); a susceptibilidade do feijoeiro ao estresse hídrico e térmico e a variabilidade de resposta das diferentes cultivares a inoculação (GRANGE; HUNGRIA, 2004). Porém, apesar das limitações edafoclimáticas, ganhos de até 1500 Kg de grãos ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha não inoculada já foram relatados em cultivares responsivas à inoculação, corroborando com os resultados obtidos nestes experimentos, há uma indicação que apenas o uso da inoculação forneceu um aporte de N capaz de gerar produtividade semelhante aos tratamentos que utilizaram N mineral em 20kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura mais 40kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 25 DAE, e tudo isso a um baixo custo quando comparado aos adubos nitrogenados.

## 4 | CONCLUSÃO

A inoculação de rizóbio na semeadura pode substituir a adubação nitrogenada com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura, sem perda de produtividade.

A adubação com 20 kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura, juntamente com a inoculação inibiu parcialmente a nodulação do feijoeiro comum, mesmo assim propiciou acréscimos de massa seca total e produtividade de grãos.

A avaliação do teor de proteínas solúveis no tecido foliar no florescimento pleno se correlacionou com uma maior produtividade de grãos, sendo, portanto, uma variável fisiológica que poderá servir para discriminar genótipos de feijão comum mais produtivos.

## REFERÊNCIAS

- BELLAVER, A.; FAGUNDES, R. S. Inoculação com *Rhizobium tropici* e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, p. 1-10, 2009.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1927-1937, 2000.
- GRANGE, L.; HUNGRIA, M. Genetic diversity of indigenous common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 36 p. 1389-1398, 2004.
- GRANGE, L.; HUNGRIA, M.; GRAHAM, P. H.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. New insights into the origins and evolution of rhizobia that nodulate common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 39, p. 867-876, 2007.

- HUNGRIA, M.; BARRADAS, C. A.; WALLSGROVE, R. M. Nitrogen fixation, assimilation and transport during the initial growth stage of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, p. 839-844, 1991.
- HUNGRIA, M.; KASCHUK, G. Regulation of N<sub>2</sub> fixation and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high. **Environmental and Experimental Botany**, Oulu, v.98, p.32-39, 2014.
- HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. Tecnologia de fixação biológica do nitrogênio com o feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas. Londrina, PR: **Embrapa Soja, 2013a, 30 p. (Embrapa soja. Documentos, 338)**.
- HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; MERCANTE, F.M. A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja. Londrina, PR: **Embrapa soja, 2013b. (Embrapa soja. Documentos, 337)**.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 151-164, 2000.
- HUNT, R. **Plant growth analysis**. London: Eduard Arnold, 1978.
- HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, London, v. 90, p.485-488, 2002.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995.
- LONG, S. P.; ZHU, X. Z.; NAIDU, S. L.; ORT, D. Can improvement in photosynthesis increase crop yields? **Plant, Cell and Environment**, Malden, v. 29, p. 315-330, 2006.
- PACHECO, Rafael Sanches et al. Differences in contribution of biological nitrogen fixation to yield performance of common bean cultivars as assessed by the 15 N natural abundance technique. **Plant and Soil**, v. 454, n. 1, p. 327-341, 2020.
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: IAC, 1987.
- PIMENTEL, C. **Efficiency of nutrient use by crops for low input agro-environments**. In: SINGH, R. P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P. K. (eds.). Nitrogen nutrition in plant productivity. Houston: Studium Press, 2006. p. 277-328.
- PIMENTEL, C.; HÉBERT, G.; VIEIRA, S. J. Effects of drought on O<sub>2</sub> evolution and stomatal conductance of beans at the pollination stage. **Environmental and Experimental Botany**, Florença, v. 42, p. 155-162, 1999b.
- PIMENTEL, C.; LAFFRAY, D.; LOUGUET, P. Intrinsic water use efficiency at the pollination stage as a parameter for drought tolerance selection in *Phaseolus vulgaris* L. **Physiology Plantarum, Scandinavica**, v. 106, p. 184-198, 1999a.
- ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O.; BINOTTI, F. F. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; FERNADES, F. A. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 74-82, 2007.

VIEIRA, C., DE PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2ª Edição revisada e ampliada. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2006, 600p.

VIEIRA, N. M. B.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. C.; ALVES JUNIOR, J.; MORAIS, A. R. Altura de planta e acúmulo de matéria seca do feijoeiro cvs. BRS MG talismã e ouro negro em plantio direto e convencional. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, p. 1687-1693, 2008.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acúmulo de nutrientes 14, 21, 59

Agricultura familiar 23, 140, 141, 228, 254

Agroecologia 47, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 228, 229, 232, 254

Agrotóxicos 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12, 244

Água 7, 8, 10, 20, 26, 42, 43, 54, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 78, 79, 81, 85, 86, 114, 119, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 195, 197, 198, 203, 204, 205, 206, 207, 213, 214, 217, 223, 229, 231, 234, 236, 243, 244, 249, 250, 254

Amazônia brasileira 63, 64, 66, 185, 186

Aquacultura 202, 203, 204, 205, 206, 211

*Azospirillum brasilense* 39, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 194, 197

### B

Bactérias 39, 40, 45, 51, 52, 53, 57, 59, 215, 219, 221, 229

Bactérias diazotróficas 39, 51, 53

Biofertilizantes 1, 4, 7, 10, 12

Biomassa 14, 15, 22, 27, 31, 36, 55, 196, 201

### C

Cambissolo húmico 143, 146, 147, 148, 149, 150, 151

Capacidade de campo 67, 194, 195, 197, 198, 199

Carbón parcial 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Changing habits 178

Cobertura de solo 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 229

Comercialização 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 206, 214

Compactação do solo 143, 144, 145, 152, 153, 230

Condições de armazenamento 89, 92, 119

Covid-19 3, 6, 7, 177, 178

Crescimento 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 37, 39, 40, 41, 53, 57, 59, 74, 91, 129, 130, 132, 137, 144, 155, 159, 180, 188, 189, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 210, 211, 214, 221, 224, 231, 255

Cultivo 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 53, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 91, 98, 109, 144, 179, 180, 181, 182, 202, 206, 207, 208,

209, 210, 228, 229, 231

Cultivo in vitro 76, 77, 78

## D

Defensivos agrícolas alternativos 1

Divergência genética 111, 112, 113, 114, 117, 118, 119, 120

## E

Educação ambiental 1, 2, 3, 5, 12

Environments 37, 76, 178

Enzimas do solo 194, 195, 200

Estômatos 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88

Estudos ambientais 154, 155

*Euterpe oleraceae* 74, 184, 185, 186, 192

Êxodo urbano 228

## F

Feijão-caupi 89, 90, 91, 92, 93, 97, 98

Feijoeiro comum 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

Fertilização alternativa 39

Flores 27, 118, 127, 177, 180, 181, 183

## G

Gênero 22, 40, 45, 53, 92, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 130, 221, 242, 243

Germinação 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 136

Gorgulho do feijão 89, 91

Grãos armazenados 89, 91, 97

Guia de trânsito vegetal 185, 187

## I

*In vitro* 76, 77, 78, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 120

Irrigação 42, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 72, 73, 75, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142

## K

Karnal bunt 99, 100, 109, 110

## L

Latossolo vermelho 13, 16, 22, 41, 54  
Legislação 185, 188, 213, 215, 222, 223, 225

## M

Manejo agroecológico 228, 229, 230, 231  
Matéria seca 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 38, 39, 44, 58, 59, 130  
Meio de cultura 76, 78, 79, 82, 85, 213  
Micropropagação 76, 85, 86  
Microrganismos 44, 194, 201, 213, 214, 215, 219, 221, 223  
Monocultivo 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73  
Mulheres 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 178, 181  
Musa spp 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

## N

Nitossolo bruno 143, 146, 147, 148, 149, 150, 151  
Nitrogênio 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 36, 37, 39, 40, 47, 49, 52, 58, 59, 60, 61, 62, 78, 138, 195, 201, 229  
Nutrição de plantas 24, 192, 255

## O

Ostras 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

## P

*Passiflora* L. 111, 120  
Pastagem 129, 132, 141, 229, 231  
Patentes 202, 204, 207, 208, 209, 210  
*Phaseolus vulgaris* 24, 25, 36, 37  
Planta forrageira 129  
Plântulas 78, 84, 111, 112, 114, 115, 117, 120  
Podcast 1, 2, 6, 10  
Pó de rocha 39, 50, 194, 197  
Portugal 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 254  
Proctor 143, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 152  
Produtividade 2, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 34, 35, 36, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65, 75, 77, 97, 115, 120, 129, 130, 131, 132, 137, 143, 144, 153, 192, 205

Produtos cárneos 213, 214, 216, 223  
Propriedades físicas 132, 143, 230, 232  
Proteção do solo 14, 15, 16, 21

## Q

Qualidade do solo 16, 136, 152, 195, 196, 228, 229, 231, 249  
Quiz 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

## R

Rastreabilidade 185, 186, 187, 189, 191  
Recuperação de pastagens 138, 141, 228  
Recursos genéticos 111  
Resolução de imagens 154, 155  
*Rhizobium* 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

## S

Saúde coletiva 122, 126, 127  
Sistema de cultivo 20, 64, 70, 71  
Sistema irrigado 129  
Sistema radicular 64, 66, 73, 74, 75  
Softwares de SIG 154, 155, 163

## T

Terra fina seca ao ar 194, 195, 197, 198, 199  
*Tilletia indica* 99, 100, 101, 107, 109, 110  
Tratamento térmico 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225  
Trigo duro 99, 100, 109  
*Triticum aestivum* 22, 39, 40, 49, 100  
*Triticum durum* 99, 100

## U

Ureia 24, 26, 42, 55

## V

Variedades y líneas 99, 109

## W

Welfare 178




## Z


*Zea mays* 22, 52, 60, 140


# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:


Conhecimento e difusão  
de tecnologias



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 


[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 


  
Ano 2022


# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:


Conhecimento e difusão  
de tecnologias



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2022