

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



**Inovação e tecnologia nas**  
**CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 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

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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



# Inovação e tecnologia nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias / Organizadores  
Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura  
Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-724-3  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.243211612>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu  
(Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio  
(Organizadora). III. 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](mailto: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

A área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

O livro foi dividido em dois volumes, sendo que neste primeiro volume *“Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias”* são apresentados 21 capítulos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

O segundo volume reúne 19 capítulos com temas diversos, como a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agrônômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos também para apreciarem o segundo volume do livro.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ASPECTOS RELEVANTES DA SEMEADURA DIRETA NA QUALIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS


Maurilio Fernandes de Oliveira  
Raphael Bragança Alves Fernandes  
Onã da Silva Freddi  
Camila Jorge Bernabé Ferreira  
Rose Luiza Moraes Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116121>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO DESEMPENHO INDUSTRIAL DO ARROZ


Leomar Hackbart da Silva  
André Guilherme Ebling Trivisioi  
Paula Fernanda Pinto da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116122>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### SECAGEM NATURAL DE FRUTOS INTEIROS COMO ESTRATÉGIA DE VALORIZAÇÃO DOS DESCARTES DA PRODUÇÃO DE CAQUI


Nariane Quaresma Vilhena  
Empar Llorca  
Rebeca Gil  
Gemma Moraga  
Alejandra Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116123>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### PRODUÇÃO VERTICAL DE MELOEIRO AMARELO (*Cucumis melo* L) COM DIFERENTES DENSIDADES EM CANTEIROS SUBTERRÂNEOS COBERTOS COM MULCHING PLÁSTICO

Manuel Antonio Navarro Vásquez  
Janeísa Batista da Silva  
Cristina Teixeira de Lima  
Edilza Maria Felipe Vásquez  
Francisco Rondinely Rodrigues Sousa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116124>

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### EFFECT OF ALGA EXTRACT, *Ascophyllum nodosum* (L.) IN WATERMELON GROWTH

Antonio Francisco de Mendonça Júnior  
Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues  
Rui Sales Júnior  
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira


Kevison Romulo da Silva França  
Mylena Carolina Calmon de Souza Barros  
Elielma Josefa de Moura  
Milton César Costa Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116125>

**CAPÍTULO 6..... 56**

*Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae): ANÁLISE DA BIOLOGIA, ECOLOGIA E DANOS VISANDO MELHORES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE


Ayala de Jesus Tomazelli  
Cleone Junio Lelis Santos  
Francisco Orrico Neto  
Juliana Stracieri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116126>

**CAPÍTULO 7..... 92**

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE TRES ESPECIES DE LITSEA (LAURACEAE) EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO


Claudia Yarim Lucio Cruz  
Jaime Pacheco-Trejo  
Eliazar Aquino Torres  
Judith Prieto Méndez  
Sergio Rubén Pérez Ríos  
José Justo Mateo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116127>

**CAPÍTULO 8..... 100**

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DA ORQUÍDEA *BRASSOCATTLEYA* PASTORAL ‘ROSA’

Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Amanda Lovisotto Batista Martins  
Marjori dos Santos Gouveia  
Gustavo Henrique Freiria  
Ricardo Tadeu de Faria  
André Luiz Martinez de Oliveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116128>

**CAPÍTULO 9..... 106**

EFEITO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE GÉRBERA EM VASO

Amanda Lovisotto Batista Martins  
Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Marjori dos Santos Gouveia  
Ricardo Tadeu de Faria

André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116129>

**CAPÍTULO 10..... 113**


VALIDAÇÃO DE TÉCNICAS DE INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PARA A CULTURA DA SOJA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (ARAÇU-GO)

Ana Carolina de Souza Fleury Curado

Taís Ferreira de Almeida

Edgar Luiz de Lima

Cláudia Barbosa Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161210>

**CAPÍTULO 11..... 120**

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE MILHO

Endrio Rodrigo Webers

Emerson Saueressig Finken

Mauricio Vicente Alves

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer


Danni Maisa da Silva

Mastrangelo Enivar Lanzaova

Luciane Sippert Lanzaova

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161211>

**CAPÍTULO 12..... 132**

INTERAÇÕES ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ECOSSISTEMAS RIBEIRINHOS AO LONGO DO RIO-MADEIRA MAMORÉ NO MUNICÍPIO DE GUAJARÁ-MIRIM/RO

Ana Lucy Caproni


José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

Gabriel Cestari Vilardi

Mônica Gambero

Ricardo Luis Louro Berbara

Marcos Antonio Nunez Duran

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161212>

**CAPÍTULO 13..... 151**

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO CULTIVADO COM TOMATEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Marcos Filgueiras Jorge


Leonardo Duarte Batista da Silva

Dinara Grasiela Alves

Geovana Pereira Guimarães

Jane Andreon Ventorim

Antonio Carlos Farias de Melo  
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira  
Rozileni Piont Kovsky Caletti  
Jonathas Batista Gonçalves Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161213>

**CAPÍTULO 14..... 162**

EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO E DO ACÚMULO DE FITOMASSA SECA DE PLANTAS DE COBERTURA DE OUTONO/INVERNO E SEU EFEITO SOBRE O DESEMPENHO AGRONÔMICO DE SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO


João Henrique Vieira de Almeida Junior  
Guilherme Semião Gimenez  
Vinicius Cesar Sambatti  
Vagner do Nascimento  
Giliardi Dalazen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161214>

**CAPÍTULO 15..... 182**

TEORES DE MACRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO


Lucio Pereira Santos  
Enilson de Barros Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161215>

**CAPÍTULO 16..... 199**

HORTALIÇAS COMO ALTERNATIVA PARA PROMOÇÃO DA BIOFORTIFICAÇÃO MINERAL

Ádila Pereira de Sousa  
Evandro Alves Ribeiro  
Heloisa Donizete da Silva  
Ildon Rodrigues do Nascimento  
Simone Pereira Teles  
Liomar Borges de Oliveira  
João Francisco de Matos Neto  
Danielly Barbosa Konrdorfer  
Regina da Silva Oliveira  
Índira Rayane Pires Cardeal  
Bruno Henrique di Napoli Nunes  
Lucas Eduardo Moraes


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161216>

**CAPÍTULO 17..... 211**

ANÁLISE DO USO DA TERRA CONSIDERANDO AS FACES DO TERRENO NA BACIA DO RIO PIRACICABA EM MINAS GERAIS

Rafael Aldighieri Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161217>

<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>219</b>
A AGRICULTURA E O CONSUMO DE ÁGUA	
Dienifer Calegari Leopoldino Guimarães	
Selma Clara de Lima	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218</a>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>226</b>
DESENVOLVIMENTO DE EMISSOR DO TIPO MICROTUBO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS	
Dinara Grasiela Alves	
Marinaldo Ferreira Pinto	
Ana Paula Alves Barreto Damasceno	
Tarlei Arriel Botrel	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219</a>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>237</b>
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE SINOP SOB DIFERENTES GENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	
Kelte Resende Arantes	
Francisco Moarcir Pinheiro Garcia ( <i>In Memoriam</i> )	
Roselene Maria Schneider	
Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes	
Milene Carvalho Bongiovani	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220</a>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>250</b>
USO DE MICROORGANISMOS COMO FERRAMENTA NA MELHORIA DE EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	
Vander Bruno dos Santos	
Eduardo Medeiros Ferraz	
Carlos Massatoshi Ishikawa	
Fernando Calil	
Marcos Aureliano Silva Cerqueira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>269</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>270</b>

## DESENVOLVIMENTO DE EMISSOR DO TIPO MICROTUBO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS

*Data de aceite:* 01/12/2021

*Data de submissão:* 06/09/2021

### **Dinara Grasiela Alves**

Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/2325866065029383>

### **Marinaldo Ferreira Pinto**

Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/7686288360297015>

### **Ana Paula Alves Barreto Damasceno**

Campus Rondonópolis, Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis, MT  
<http://lattes.cnpq.br/8728193239693213>

### **Tarlei Arriel Botrel**

Departamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo  
Piracicaba – SP  
<http://lattes.cnpq.br/4990872904129598>

**RESUMO:** Para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável no Brasil é imprescindível realizar investimentos nos setores que desenvolvem tecnologias inovadoras de baixo custo e adaptadas às condições peculiares do país, em substituição a dependência por

produtos importados de alto custo e inacessíveis a maioria dos pequenos produtores. Nesse sentido, os emissores do tipo microtubo utilizados em sistemas de microirrigação se apresentam como uma alternativa tecnológica atrativa a essa parcela de produtores, devido ao baixo custo de confecção e instalação. O emissor proposto é caracterizado por possuir menor custo em comparação com os sistemas atuais, que utilizam microtubos, tendo em vista a menor quantidade de material necessário à sua implantação. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um emissor do tipo microtubo com múltiplas saídas. A condução desta pesquisa consistiu na determinação do diâmetro interno dos microtubos, da determinação da curva vazão versus pressão dos microtubos com múltiplas saídas e na determinação do coeficiente de variação de fabricação, os quais foram realizados no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, em Piracicaba - SP. A configuração do emissor proposto consiste em um microtubo regulador de pressão ligado a um conector com disposição radial de onde derivam seis microtubos emissores. O emissor avaliado apresentou um coeficiente de variação de fabricação próximo a 3%, valor considerado excelente. Pequenas diferenças entre dois emissores aparentemente idênticos podem ocasionar modificações significativas na vazão do sistema. Logo, a qualidade do emissor é uma informação muito importante, tendo em vista que, o alto coeficiente de variação de fabricação pode causar baixa uniformidade de vazão no sistema. A equação representativa da

curva vazão-pressão dos microtubo com múltiplas saídas apresentou elevado coeficiente de determinação, demonstrando um bom ajuste dos dados observados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microirrigação; inovação tecnológica; emissor.

## DEVELOPMENT OF MICROTUBE TYPE ISSUERS WITH MULTIPLE OUTLETS

**ABSTRACT:** For the development of sustainable agriculture in Brazil, it is essential to invest in sectors that develop innovative low-cost technologies that are adapted to the country's peculiar conditions, replacing dependence on high-cost imported products that are inaccessible to most small producers. In this way, the microtube-type emitters used in microirrigation systems present themselves as an attractive technological alternative to this portion of producers, due to the low cost of manufacture and installation. The proposed emitter is characterized by its lower cost compared to current systems, which use microtubes, in view of the smaller amount of material needed for its implementation. The objective of this paper was to develop a microtube-type emitter with multiple outputs. The conduct of this research consisted of determining the inner diameter of the microtubes, determining the flow versus pressure curve of microtubes with multiple outlets and determining the manufacturing coefficient of variation, which were carried out in the Hydraulics Laboratory of the Department of Biosystems Engineering at School of Agriculture "Luiz de Queiroz"/USP, in Piracicaba - SP. The configuration of the proposed emitter consists of a pressure regulating microtube connected to a connector with a radial arrangement from which six emitter microtubes derive. The evaluated emitter presented a manufacturing variation coefficient close to 3%, a value considered excellent. Small differences between two apparently identical emitters can cause significant changes in system throughput. Therefore, the emitter quality is a important information, considering that the high manufacturing variation coefficient can cause low flow uniformity in the system. The representative equation to the flow-pressure curve of microtubes with multiple outlets presented a high coefficient of determination, demonstrating a good adjustment of the observed data.

**KEYWORDS:** Microirrigation; technology innovation; emitter.

## 1 | INTRODUÇÃO

A irrigação se caracteriza como uma tecnologia que está frequentemente apresentando inovações, capazes de assegurar elevados níveis de desempenho dos sistemas, nas mais adversas e diversas condições. Isso é proveniente das pesquisas, as quais promovem o desenvolvimento da ciência de irrigação, numa procura constante do melhor resultado aliado ao menor custo.

A utilização de sistemas de microirrigação com microtubos destaca-se como uma boa alternativa para pequenos agricultores. O microtubo, também chamado de espaguete, é um gotejador de longo percurso e de baixo custo, feito de polietileno de pequeno diâmetro (0,5 a 1,5 mm), cujo comprimento pode ser ajustado de acordo com a pressão no ponto de inserção do microtubo na linha lateral. Com isso, o interesse por microtubos vem aumentando, principalmente por entidades que prestam assistência técnica a pequenos

produtores e comunidades carentes.

A maioria desses agricultores trabalham com agricultura familiar, a qual é responsável por garantir boa parte do suprimento de alimentos, caracterizando-se como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno brasileiro (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2006). Em geral, esses agricultores são de baixa renda, e por consequência, apresentam baixa capacidade de adoção de tecnologias em irrigação.

O grupo de pesquisa em hidráulica da ESALQ/USP vem estudando de forma mais sistemática o uso dessa tecnologia. Inicialmente, Souza e Botrel (2004) desenvolveram softwares de dimensionamento hidráulico e avaliaram o desempenho da tecnologia na irrigação por gotejamento de hortaliças e fruticultura em condições de regime laminar. Em seguida, Souza (2008) avaliou seu uso em condições de regime turbulento. E com caráter mais inovador, Almeida (2008) e Almeida, Botrel e Smith (2009) utilizaram o microtubo como mecanismo de regulação de pressão em sistemas de microaspersão.

Diversos modelos matemáticos foram desenvolvidos para o dimensionamento de sistemas de irrigação que utilizam microtubos. Recentemente, por ser uma configuração inovadora, foi desenvolvido um novo modelo para o caso de microtubo conectado a seis microtubos emissores (microtubos ramificados). Esse sistema é caracterizado por possuir menor custo em comparação com os sistemas atuais, que utilizam microtubos, tendo em vista a menor quantidade de material necessário à sua implantação (Alves et al., 2012). Todavia, esse sistema apresentou problemas de obstrução e aprisionamento de ar. Neste sentido, foi realizado um aprimoramento dessa configuração inovadora de modo a eliminar os problemas observados. Portanto, o emissor aprimorado denominado “microtubo com múltiplas saídas” é um tipo de gotejador inexistente no mercado e em trabalhos acadêmicos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um emissor do tipo microtubo espaguete com múltiplas saídas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e etapas da pesquisa

A condução dessa pesquisa consistiu no aprimoramento do emissor com múltiplas saídas desenvolvido por Alves (2010); na determinação do diâmetro interno dos microtubos; determinação da curva vazão versus pressão; e, na determinação do coeficiente de variação de fabricação, que foram realizados no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, situada no município de Piracicaba – SP. Ressalta-se que, em todos os ensaios a temperatura da água foi mensurada a fim de obter o valor da viscosidade cinemática e o valor de sua massa específica



## Descrição do microtubo com múltiplas saídas (MMS)

Com base no emissor desenvolvido por Alves (2010), denominado de “microtubo ramificado”, realizou-se um aprimoramento desse emissor, uma vez que foi observado problemas de obstrução e acúmulo de ar relatado pelo autor. O emissor proposto nesta pesquisa, tem distribuição radial de água, de forma a reduzir os problemas constatados por Alves (2010).

O emissor proposto consiste de um microtubo regulador de pressão (MRP), seis microtubos emissores (ME) que estão acoplados ao MRP por meio de um conector (Figura 1). Esse conector pode ser visualizado em maiores detalhes na Figura 2. Ressalta-se que, o MRP foi denominado desta forma pelo fato de seu comprimento poder ser ajustado de acordo com a pressão no ponto de inserção do MRP na linha lateral de forma a manter constante a pressão na parte central do conector.

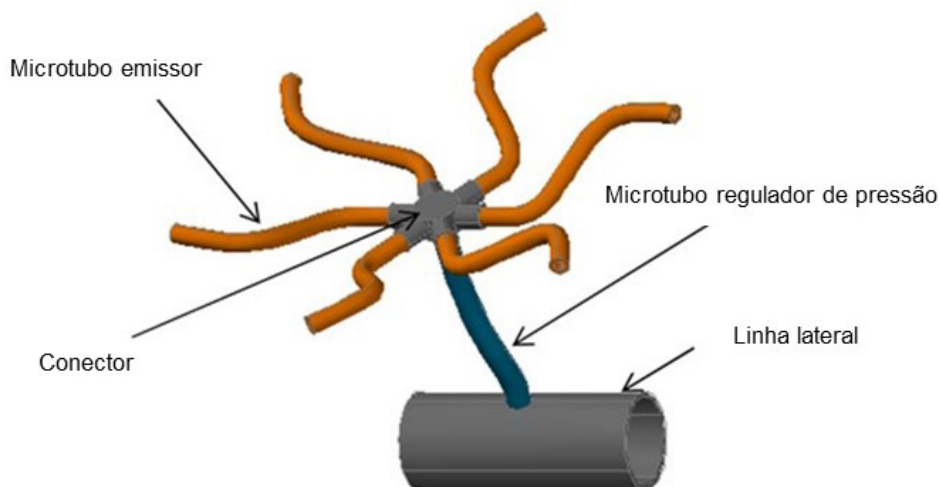


Figura 1 - Esquema do microtubo com múltiplas saídas

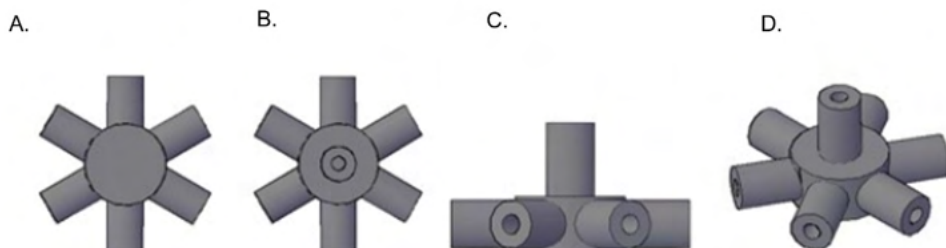


Figura 2 - Conector: A - vista inferior; B - vista superior; C - vista lateral; D - vista em perspectiva

## Determinação do diâmetro interno dos microtubos

Antes de serem realizados os testes com o sistema de irrigação proposto, necessitou-se determinar o diâmetro real dos microtubos, pois, qualquer variação no diâmetro poderia ocasionar grande alteração no valor da vazão prevista no projeto.

Foram avaliados microtubos com diâmetro nominal de 0,8 e 1,0 mm, fabricados pela empresa Plasnova Louveira Ind. Com. Ltda, cujo diâmetro externo de ambos é de 2,5 mm. A determinação do diâmetro interno do microtubo foi realizada por meio de medidas hidrodinâmicas em laboratório, sob regime laminar, conforme metodologia proposta por Almeida e Botrel (2010).

Para isso, foram utilizados microtubos com comprimento de 5 m, submetidos a uma pressão constante de 12,4 kPa. Considerou-se um comprimento de microtubo buscando reduzir os efeitos da perda localizada de carga (existente na entrada do microtubo), minimizando a importância da mesma na determinação do diâmetro. A pressão de operação foi estimada com base na distância entre o nível da água do reservatório superior e o final do microtubo. Foram utilizados dois reservatórios em que por meio da força da gravidade, a água presente no reservatório superior foi conduzida pelo microtubo para o reservatório inferior de massa conhecida, destinado à coleta de água durante um determinado intervalo de tempo, e pesado posteriormente em uma balança analítica de resolução de 0,01g. A vazão foi determinada pela razão entre o volume e o tempo em que a água foi coletada. Para cada microtubo foram realizadas três repetições. A necessidade de saber a temperatura da água se deve ao fato do escoamento sob regime laminar ser bastante sensível à variação da viscosidade da água, a qual é influenciada pela variação da temperatura, além disso, o peso específico da água é também função da temperatura.

Os diâmetros internos dos microtubos foram calculados por meio de dados obtidos nos ensaios, aplicados na eq. (1) proposta por Almeida e Botrel (2010).

$$D = \left( \frac{0,08262647Q^2 + 4,153269\mu LQ}{Z} \right)^{0,25} \quad (1)$$

em que:

D - diâmetro interno do microtubo, m;

$\mu$  - viscosidade cinemática da água,  $m^2 s^{-1}$ ;

L - comprimento do microtubo, m;

Q - vazão no microtubo,  $m^3 s^{-1}$ ; e

Z - carga de posição, m.

## Dimensionamento do microtubo espaguete com múltiplas saídas

O cálculo do comprimento dos MRP e ME, foi realizado com base em uma planilha eletrônica, cujas variáveis independentes foram: pressão, diâmetro e vazão. Utilizou-se o modelo desenvolvido por Alves et al. (2012) para o dimensionamento dos microtubos.

Inicialmente admitiu-se os seguintes valores no projeto: vazão de 1 L h<sup>-1</sup> para o ME e de 6 L h<sup>-1</sup> para MRP, viscosidade de 1,01x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> para uma temperatura de 23 °C, pressão de alimentação de 49,05 kPa e pressão na parte central do conector de 10,79 kPa.

O fator de atrito (f) e o número de Reynolds (Re) foram calculados por meio das equações. 2 e 3, respectivamente. Ressalta-se que a utilização da eq. 2 deve-se ao fato do regime de escoamento ser laminar (Re ≤ 2300).

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2)$$

em que:

Re - número de Reynolds, adimensional calculada pela eq. (3).

$$Re = \frac{VD}{\mu} \quad (3)$$

em que:

D - diâmetro interno do microtubo, m;

V - velocidade da água no microtubo, m s<sup>-1</sup>; e

μ - viscosidade cinemática da água, m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>

No cálculo da perda de carga no microtubo regulador de pressão e no microtubo emissor, foi utilizada a equação de Bernoulli apresentada na eq. (4).

$$hf = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + Z_2 - Z_1 \quad (4)$$

em que:

hf - perda contínua de carga no microtubo, m;

$\frac{P}{\gamma}$  - carga de pressão, m;

$\frac{v^2}{2g}$  - carga cinética, m; e

Z - carga de posição, m.

Foram calculados os comprimentos (L) do microtubo regulador de pressão e do microtubo emissor dividindo-se a perda de carga (hf) pela perda de carga unitária (J) eq. (5) do microtubo. Isto pode ser observado na eq. (6). Esse cálculo foi realizado desprezando-se a perda localizada de carga que pode existir na conexão do microtubo regulador de pressão com a linha lateral e o conector.

$$J = f \frac{V^2}{2gD} \quad (5)$$

$$L = \frac{hf}{J} \quad (6)$$

Os resultados dos cálculos do comprimento do microtubo emissor e do microtubo regulador de pressão podem ser visualizados na Tabela 1. Esses dados são a base dos

ensaios realizados em laboratório, visando obter a relação entre pressão e vazão, e a verificação da aderência do modelo de dimensionamento.

Microtubo	Vazão* (L h <sup>-1</sup> )	D (mm)	Re	f	J (m m <sup>-1</sup> )	P* (kPa)	hf (kPa)	L (m)
Emissor	1,0	0,888	395	0,162	1,87	10,79**	10,69	0,584
Regulador de pressão	6,0	1,074	1960	0,033	5,26	49,05***	38,26	0,742

D: diâmetro interno; Re: número de Reynolds; f: fator de atrito; J; perda de carga unitária; hf: perda de carga; L: comprimento do microtubo

\* Valores predefinidos

\*\* Pressão na parte central do conector

\*\*\* Pressão na entrada do microtubo regulador de pressão

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para determinação do comprimento do microtubo emissor e do microtubo regulador de pressão

## Coeficiente de variação de fabricação

propõe um coeficiente de variação de fabricação (CVf), dado pela eq. (7).

$$CVf = \frac{\sigma}{\bar{q}} \quad (7)$$

em que:

CVf - coeficiente de variação de fabricação, adimensional;

$\sigma$  - desvio padrão das vazões dos emissores, sob mesma carga de pressão; L h<sup>-1</sup> e,  $\bar{q}$ - média das vazões, L h<sup>-1</sup>.

Foram ensaiados 30 microtubos com múltiplas saídas submetidos a pressão constante de 49,05 kPa e tempo de coleta de 5 min, sendo efetuadas 3 repetições. O CVf foi determinado aplicando-se a eq. 7. Os recipientes para coleta de água foram pesados antes e depois de cada coleta em balança de precisão de 0,01 g, sendo a massa transformada em volume ao dividi-la pela massa específica da água. As vazões foram determinadas mediante a razão entre o volume e o tempo de cada coleta.

## Curva vazão-pressão dos microtubos com múltiplas saídas

Foi montada uma bancada de ensaios composta por: uma bomba centrífuga, uma caixa d'água, um filtro de tela, uma linha lateral (LL) com diâmetro interno de 10 mm, três microtubos com múltiplas saídas, um manômetro tipo tubo U utilizando mercúrio como líquido indicador para monitorar a pressão de alimentação da linha, e três piezômetros para medir e monitorar a pressão no conector em cada microtubo com múltiplas saídas (Figura 3). Para isto, foi realizado um furo no centro da parte inferior do conector e neste foi colado um tubo o qual foi conectado ao piezômetro (Figura 4).

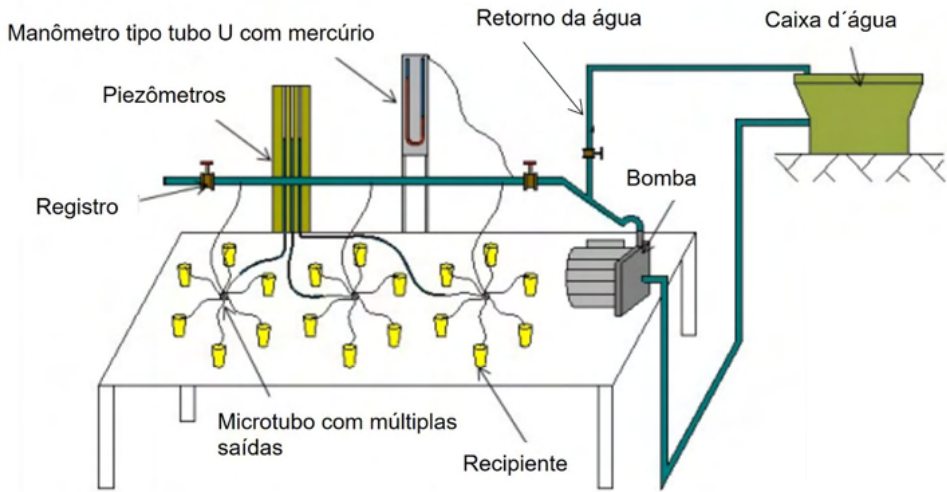


Figura 3 - Esquema da bancada de ensaio

Durante os ensaios, os três microtubos com múltiplas saídas foram colocados em funcionamento simultaneamente, os quais foram ensaiados sob diferentes pressões de entrada: 20,40; 30,31; 35,22; 40,22; 45,13; 49,05; 50,03; 55,03 e 59,93 kPa. As pressões foram reguladas por meio de dois registros sendo um instalado no início da LL e outro no final onde era realizado o controle da quantidade de água que saía no final da linha lateral. Cada teste teve três repetições.

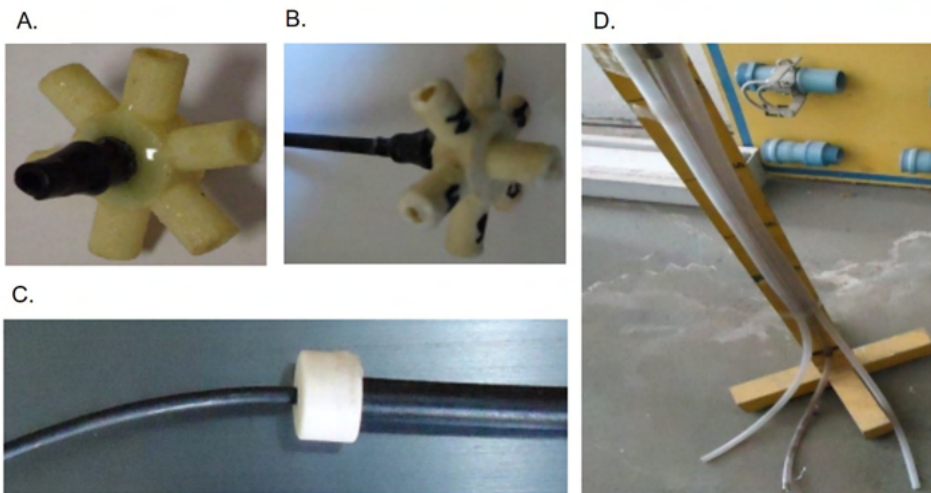


Figura 4 – Detalhes da ligação do conector ao piezômetro. A - adaptador para leitura da pressão no conetor; B - microtubo inserido no adaptador; C - conexão do microtubo ao tubo de diâmetro maior; D - piezômetros

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### **Coeficiente de variação de fabricação dos microtubos com múltiplas saídas**

O emissor avaliado apresentou um CVf próximo a 3%, valor considerado excelente segundo Solomon (1979), bom segundo a ASABE (2010); e, abaixo dos 7% especificado pela NBR ABNT ISO 9261:2006. O resultado obtido está em concordância com a afirmação de Frizzone et al. (2012), que relatam que o coeficiente de variação de vazão para microtubos, em geral é baixo, da ordem de 2% a 5%.

De acordo com Dantas Neto et al. (1997), pequenas diferenças entre dois emissores aparentemente idênticos podem ocasionar modificações significativas na vazão do sistema. Logo, a qualidade do emissor é uma informação muito importante, tendo em vista que, o alto CVf pode causar baixa uniformidade de vazão no sistema.

Frizzone et al. (2012) afirmam que qualquer desvio na geometria interna do emissor, em forma ou em tamanho, causará variação de vazão do emissor, por este motivo, se um conjunto de emissores de igual modelo for submetido à mesma pressão esses terão vazões diferentes.

#### **Curva vazão-pressão para microtubos com múltiplas saídas**

Os ensaios realizados em laboratório, com o emissor proposto, estabeleceram a relação entre a vazão e pressão dos MMS (Figura 5).

O expoente com valor de 0,8059 apresentado pela equação para MMS está de acordo com o recomendado por Keller e Karmelli (1974). Segundo esses autores, o expoente ( $x$ ) da curva vazão-pressão caracteriza o regime de escoamento do emissor, em que  $x = 0,5$  para o regime totalmente turbulento;  $0,5 < x < 0,7$  para regime parcialmente turbulento;  $0,7 < x < 1,0$  para regime de transição, e  $x = 1,0$  para regime de escoamento laminar. Contudo, os mesmos autores comentam que emissores autocompensantes possuem expoentes  $< 0,5$  (sendo o autocompensante ideal com  $x = 0$ ).

Além disso, o coeficiente de determinação foi superior a 99,6%, demonstrando um bom ajuste dos dados observados. Elevado valor de coeficiente de determinação também foi verificado no trabalho realizado por Alves et al. (2012) que utilizaram um sistema de microirrigação com microtubos ramificados.

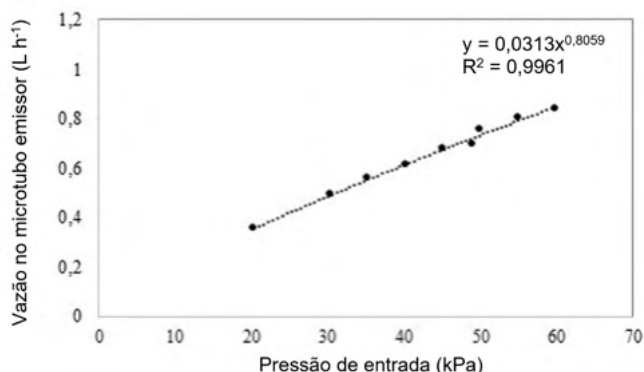


Figura 5 - Curva vazão versus pressão de entrada no microtubo com múltiplas saídas

## 4 | CONCLUSÕES

O emissor proposto apresentou excelente coeficiente de variação de fabricação que é um importante fator que influencia a uniformidade de emissão da água e a eficiência do sistema de irrigação.

A equação representativa da curva vazão-pressão dos microtubo com múltiplas saídas apresentou elevado coeficiente de determinação, demonstrando um bom ajuste dos dados observados.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro a esta pesquisa, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI).

## REFERÊNCIAS

Almeida, A.C.S. **Desenvolvimento de um sistema de irrigação por microaspersão com microtubos para hortas agrícolas**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

Almeida, C.D.G.C.; Botrel, T.A. **Determinação do diâmetro de microtubos em irrigação localizada**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 5, p. 413-417, 2010.

Almeida, C.D.G. C.; Botrel, T.A.; Smith, R.J. **Characterization of the microtube emitters used in a novel micro-sprinkler**. Irrigation Science, New York, v. 27, p. 209-214, 2009.

Alves, D.G. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação com ultra baixa vazão utilizando microtubos ramificados**. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Alves, D.G.; Pinto, M.F.; Salvador, C.A.; Almeida, A.C.S.; Almeida, C.D.G.C. de; Botrel, T.A. **Modelagem para o dimensionamento de um sistema de microirrigação utilizando microtubos ramificados**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 125-132, fev. 2012.

American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASABE. **ASAE EP405.1: design and installation of microirrigation systems**. St. Joseph, 2010. 4 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. **NBR ISO 9261: equipamentos de irrigação agrícola. Emissores e tubos emissores. Especificação e métodos de ensaio**. São Paulo, 2006. 17 p.

Dantas Neto, J.; Medeiros, M.G.A.; Azevedo, C.A.V.; Azevedo, H.M. **Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor Naan 7110, sob diferentes condições de vento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 1, p. 57-61, 1997.

Frizzone, J.A.; Freitas, P.S.L. de; Rezende, R.; Faria, M.A. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006: agricultura familiar**. Rio de Janeiro, 2006. 267 p.

Keller, J.; Karmeli, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, July/Aug. 1974.

Solomon, K. **Manufacturing variation of trickle emitters**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.22, n.5, p.1034-1038, Sept/Oct. 1979.

Souza, R.O.R.M.; Botrel, T.A. **Modelagem para o dimensionamento de microtubos em irrigação localizada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 8, p. 16-22, 2004.

Souza, W.J. **Escoamento em regime turbulento aplicado à irrigação localizada com microtubos**. 2008. 117 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aclimatização de mudas 100

Acúmulo de fitomassa 162, 165, 171, 172

Adubação verde 163, 178, 179, 181

Agroecossistemas 92, 97, 98

Água 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 59, 100, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 114, 128, 129, 139, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 176, 178, 183, 201, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267

Água residuária 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Água subterrânea 237, 239, 249

Alga extract 47

Amostragem foliar 182

Arroz 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 115, 220, 221, 222, 240, 248

### B

Bactérias 105, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 250, 256, 259, 260, 263, 264, 265, 266

Biofertilizantes 47, 54

Biofortificação mineral 199, 202

### C

Caqui 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Coinoculação 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 129, 131

Cotonicultura 56, 57, 58, 60, 62, 63, 68, 78, 79, 80, 83, 85, 86

Cultivo vertical 37

### D

Diversidade de espécies 132, 134, 163

### E

Ecossistema ripário 132

Emissor 226, 227, 228, 229, 231, 232, 234, 235

## F

Fertilidade 5, 12, 104, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 149, 150, 152, 160, 161, 208, 211, 212, 221, 240

Fertilização 100, 106, 202

Frutos secos 23, 30

Fungos micorrízicos 132, 133, 146, 147, 148, 149, 150

## G

Geoprocessamento 211

Gérbera 106, 107, 108

Grãos 1, 2, 3, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 67, 74, 86, 113, 115, 116, 117, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 221, 222

## H

Hortaliças 89, 131, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 228

## I

Inoculação 100, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131

Inseto praga 57

## L

Laurel 92, 93, 96, 99

## M

Macronutrientes 182

Mamoeiro 182, 183, 184, 185, 187, 189, 191, 192, 193, 194, 197

Meloeiro 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46

Metais pesados 237, 238, 239, 247, 251

Microirrigação 226, 227, 234, 236

Microrganismos 10, 77, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 121, 134, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 261, 263, 264, 265, 266

Milho 1, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 142, 146, 163, 178, 179, 222, 240

## O

Olerícolas 200, 206

Orchidaceae 100, 101, 105

## P

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 131, 146, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 171, 174, 177, 178, 179, 180, 181

Plantio direto 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 73, 116, 119, 162, 163, 178, 179

Produtividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 61, 86, 87, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 219, 220, 221, 222, 223, 225

Propagação *in vitro* 100

Propagación sexual y asexual 92

## Q

Qualidade da fruta 23

Qualidade do solo 1, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 132, 153

## R

Recursos hídricos 37, 45, 46, 152, 219, 220, 221, 224, 225, 250, 265

Rio 1, 13, 16, 17, 21, 38, 44, 47, 48, 62, 90, 105, 120, 123, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 146, 147, 151, 153, 163, 180, 183, 197, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 221, 226, 236, 250, 252, 269

## S

Secagem 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 167

Semeadura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 70, 72, 73, 75, 86, 102, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 148, 162, 166, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180

Semeadura direta 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 179, 180

Sistemas agroflorestais 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 149

Soja 1, 3, 4, 12, 57, 63, 74, 113, 115, 116, 118, 119, 122, 123, 130, 131, 155, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 204, 207, 220, 222, 240

Solo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 59, 65, 73, 74, 75, 77, 79, 94, 98, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 116, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 198, 201, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 218, 221, 222, 237, 239, 240, 245, 246, 247

Sucessão de culturas 1, 3, 163, 164

## T


Temperatura de secagem 16, 17, 19

Tempo de armazenamento 16, 18, 19, 20, 21

Tomateiro 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 207

## V

Valorização de resíduos 23

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


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




# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

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



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021