

VIVIANE ARRUDA  
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR  
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA  
(ORGANIZADORES)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

Atena  
Editora  
Ano 2021

VIVIANE ARRUDA  
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR  
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA  
(ORGANIZADORES)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

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 Alfnas

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Viviane Arruda  
Antônio Santos Júnior  
Liany Divina Lima Miranda

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

F728 Forragicultura: pesquisa e ensino / Organizadores Viviane Arruda, Antônio Santos Júnior, Liany Divina Lima Miranda. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-696-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.963213011>

1. Forragicultura. 2. Pesquisa. 3. Ensino. I. Arruda, Viviane (Organizadora). II. Santos Júnior, Antônio (Organizador). III. Miranda, Liany Divina Lima (Organizadora). IV. Título.

CDD 633.2

**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.

## PREFÁCIO

Muito se tem especulado sobre as questões ambientais, sucedidas no mundo nas últimas décadas. Pensar e avaliar sobre esses problemas ambientais deve-se também, atentar sobre a produção agrícola no País, que é o ponto de partida para inserir nesse diálogo, debates sobre a temática de conservação das forragens. As técnicas empregadas na manutenção das forrageiras em áreas de pastagem exigem diversos estudos para promoção da biodiversidade local, pois um manejo sem planejamento é capaz de causar alterações ambientais irreversíveis.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne bovina. Vale ressaltar que, parte dessa produção ocorre em áreas de pastagens brasileiras. Dessa forma, vale salientar sobre a importância da quantidade e qualidade dessas forragens para os bovinos. A ciência que estuda as espécies forrageiras e sua interação com o ambiente é denominada de Forragicultura.

A importância dessa ciência para o Brasil supera o âmbito do setor produtivo, e submete a inúmeros projetos científicos em instituições de ensino, pesquisa e extensão que visam desenvolver novas cultivares e mais adaptadas, formas de adubação ideal, composição nutricional, assim como manejo ideal contra pragas e doenças.

Neste contexto, a presente obra propende contribuir e ampliar para o conhecimento de profissionais da área, técnicos e alunos dos cursos de graduação em Agronomia, Zootecnia, Medicina Veterinária e Pós graduação com informações que englobam da seleção das espécies forrageiras a ecofisiologia, e formação de pastagem. Há uma discussão ampla sobre o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas na cultura forrageiras. Destacam-se, também os sistemas de produção de cultura forrageira para fenação e silagem de suma importância na qualidade. Um debate atual e necessário é a inserção de forrageiras em sistemas agroflorestais. Para os autores compreender e aprofundar na temática exposta neste livro é de extrema importância para que se possa melhorar o manejo e a eficiência na utilização das forrageiras.

Viviane Arruda  
Engenheira Agrônoma



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS

Hemython Luis Bandeira do Nascimento


Marina Aparecida Lima

Fernanda Helena Martins Chizzotti

Viviane Modesto Arruda

Antônio dos Santos Júnior

Bruno Carneiro e Pedreira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130111>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### MELHORAMENTO GENÉTICO DE FORRAGEIRAS

Cinthyia Souza Santana

Vitor Batista Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130112>

### **CAPÍTULO 3..... 26**


#### MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Bruna Magda Favetti

Angélica Massarolli

Bruno da Silva Santos

Leandro Roberto da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130113>

### **CAPÍTULO 4..... 40**


#### MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Adriana Neves de Souza

Stefânia Caixeta Magalhães

Silvia Leão de Carvalho

Priscila Raiane Assunção de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130114>

### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS


Izabela Thais dos Santos

Guilherme Constantino Meirelles

Christiano da Conceição de Matos

Liany Divina Lima Miranda

Antônio dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130115>

**CAPÍTULO 6..... 66**

**PRODUÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS**


Andréia Márcia Santos de Souza David

Dorismar David Alves

Hugo Tiago Ribeiro Amaro

Josiane Cantuária Figueiredo

Edson Marcos Viana Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130116>

**CAPÍTULO 7..... 78**

**FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS**


Marina Aparecida Lima

Hemython Luis Bandeira do Nascimento

Dilermando Miranda da Fonseca

Domingos Sávio Campos Paciullo

Fernanda Helena Martins Chizzotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130117>

**CAPÍTULO 8..... 100**


**ADUBAÇÃO E MANEJO DO SOLO PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Elizio Ferreira Frade Junior

Thiago Araújo dos Santos

Leandro Roberto da Cruz

Eduardo Pacca Luna Mattar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130118>

**CAPÍTULO 9..... 111**

**UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM PASTAGEM**

Guilherme Constantino Meirelles


Izabela Thais dos Santos

Maikon Vinicius da Silva Lira

Viviane Modesto Arruda

Antônio dos Santos Júnior

Liany Divina Lima Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130119>

**CAPÍTULO 10..... 119**

**FORRAGEIRAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Érico de Sá Petit Lobão

Alexandro Pereira Andrade


Elizanilda Ramalho do Rêgo

José Geraldo Mageste

Antônio dos Santos Junior

Dan Érico Lobão

Raúl René Valle  
Katia Curvelo Bispo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.96321301110>

**CAPÍTULO 11 ..... 130**

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS

Fabiana Lopes Ramos de Oliveira  
Antônio dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.96321301111>

**SOBRE A ORGANIZADORES ..... 144**

Data de aceite: 11//10/2021

### **Guilherme Constantino Meirelles**

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, <https://orcid.org/0000-0002-4275-1369>

### **Izabela Thais dos Santos**

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-1238-8244>

### **Maikon Vinicius da Silva Lira**

Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, <https://orcid.org/0000-0001-7988-8521>

### **Viviane Modesto Arruda**

Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0001-7793-7449>

### **Antônio dos Santos Júnior**

Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0002-5434-5034>

### **Liany Divina Lima Miranda**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0002-1709-4715>

**RESUMO:** No Brasil a base da alimentação do gado é a pastagem. O manejo adequado da pastagem proporciona alta produtividade e qualidade da farragem ofertada, deste modo, faz necessário a aplicação de fertilizantes e dentre estes os silicatados. O silício empregado nas culturas promove diversos benéficos,

tantos nos aspectos morfológicos quantos nos fitossanitários, principalmente em espécies da família da Poaceae. Em vários países o silício é utilizado como fertilizantes, e é aplicado na forma de silicato de cálcio e magnésio. Podendo agir na correção da acidez do solo e auxiliar na disponibilidade de cálcio e magnésio. Além disso, o silício atua como elemento benéfico as plantas e pode acarretar em aumento de produtividade das forrageiras. Há algumas fontes do elemento com ação de corretivo de acidez do solo, e que faz a precipitação do alumínio. Outra vantagem da aplicação é o auxílio do silício aos mecanismos de defesa das espécies forrageiras, auxiliando no controle de algumas pragas e na amenização de estresses por fatores abióticos. Deste modo, o uso de silício auxilia no desenvolvimento das plantas, e para isso faz-se necessário a observação dos teores de silício no solo e nas forrageiras, bem como dos demais nutrientes para que as espécies forrageiras apresentem sua máxima capacidade produtiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** espécies forrageira, fertilização silicatada, pecuária.

### USE OF SILICON IN PASTURE

**ABSTRACT:** In Brazil, the basis for feeding the cattle is pasture. The proper management of the pasture provides high productivity and quality of the forage offered, thus, it is necessary to apply fertilizers and among these, the silicates. The silicon used in crops promotes several benefits, both in morphological and phytosanitary aspects,

mainly in species of the Poaceae family. In several countries silicon is used as fertilizer, and it is applied in the form of calcium and magnesium silicate. It can act to correct soil acidity and assist in the availability of calcium and magnesium. In addition, silicon acts as a beneficial element for plants and can increase forage productivity. There are some sources of the element that correct soil acidity and cause aluminum precipitation. Another advantage of the application is that silicon helps the defense mechanisms of forage species, helping to control some pests and to alleviate stresses caused by abiotic factors. Thus, the silicon use helps the plants development, and for this it is necessary to observe the silicon levels in the soil and in forages, as well as other nutrients for the forage species to present their maximum productive capacity.

**KEYWORDS:** forage species, silicate fertilization, livestock.

## 1 | INTRODUÇÃO

As pastagens são a base da nutrição dos rebanhos brasileiros. E grande parte do rendimento, da qualidade e da precocidade do produto depende de como as pastagens são utilizadas para o consumo e ou exploradas, sendo que o estabelecimento e o manejo das pastagens têm suma importância para evitar a degradação e garantir a sustentabilidade do sistema sem diminuir a qualidade nutricional dos produtos à base de carne. A escolha da técnica determina a dinâmica de produção e utilização de forragem, o desequilíbrio pode reduzir de maneira qualitativa e quantitativa a cultura forrageira (LUZ et al., 2011)

O silício (Si) compõem rochas, areia e argila, ocupando 27,7% da crosta terrestre, além disso, pode estar presente em tecidos e compostos orgânicos de algumas plantas. O silício é considerado um elemento benéfico às plantas por proporcionar desenvolvimento, crescimento e incremento de produtividade. No solo esse elemento pode encontrar ligado com o alumínio, magnésio, cálcio, sódio, potássio ou ferro na constituição dos silicatos (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

O emprego do silício na agricultura vem promovendo diversos benefícios principalmente para as gramíneas. Muitos são os países que empregam o silício como fertilizantes, como Brasil, Japão, Estados Unidos, Austrália e África do Sul, sendo que em alguns países como o Japão a adubação com silício é realizada em gramíneas como arroz e cana-de-açúcar, aplicado na forma de silicato de cálcio e magnésio (RODRIGUES et al., 2011).

Os fertilizantes silicatados podem ser empregados para auxiliar no fornecimento de cálcio, magnésio e silício, e ainda pode ser usado como corretivo de acidez do solo e contribuir no manejo integrado de pragas, por promover a indução de resistência às plantas (RODRIGUES et al., 2011).

O silício pode ser encontrado em diversas formas no solo, dentre elas encontramos

maior concentração do nutriente na forma de ácido monossilícico ( $H_4SiO$ ), esse elemento está presente na forma amorfa (irregular) nas paredes celulares nas plantas, auxiliando a rigidez e elasticidade. Sendo que, para algumas espécies são encontrados em seus tecidos altas concentrações de silício, o que auxilia no crescimento e produtividade dessas plantas (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

A utilização do silício aumenta a produção agrícola, auxilia na proteção da planta ao estresse salino e oxidativo, pois estimula a expressão de proteínas que atuam no processo de fotossíntese e no metabolismo celular (MANIVANNAN et al., 2016).

Um dos métodos empregados para incrementar teores de Si no solo é a aplicação de escórias de siderurgia que proporciona aumentos lineares deste elemento (Fonseca et al., 2009). Ainda Fonseca et al., 2009, observaram que no segundo corte de *U. brizantha* cv. marandu, foi possível obter maiores produções de matéria seca e absorção de silício quando houve aplicação de nitrogênio aliada a aplicação de escórias de siderurgia.

A liberação de sílica solúvel se dá pela hidrólise, onde os elementos ionizados da água promovem uma substituição com outros íons que constituem um mineral, os cátions liberados como o cálcio e o potássio nas plantas são utilizados para sua nutrição, do mesmo modo que outros elementos que ocasionam acidez e/ou toxidez as plantas (LEPSCH, 2011).

## 2 | USO DE SILICATO EM PASTAGEM

A utilização de silicato de cálcio e magnésio apresenta níveis de correção do solo e auxilia na disponibilidade de Ca e Mg, bem como o calcário dolomítico, assim o silicato pode substituí-lo (PULZ et al., 2008).

A utilização de silicato de cálcio aumenta o teor de silício na parte aérea das espécies *Magathysus maximus* cv. Mombaça e *U. Brizantha*, sendo que os teores foram duas vezes maiores do a não aplicação do silicato de cálcio, mostrando assim que a fonte utilizada é capaz de liberar silício no solo para que a planta possa absorver (KORNDÖRFNER, 2010).

### 2.1 Aplicação no solo

No solo a utilização do silicato de cálcio atua na correção da acidez, modificando o pH, isso na camada de 0 a 10 cm, além de melhorar a fertilidade do solo tais benefícios podem ser observados principalmente aos 365 dias após realização da aplicação com silicato de cálcio (LUZ et al., 2011). A aplicação de silicato de cálcio nas doses de 2 a 6 t ha<sup>-1</sup> promove incremento nas concentrações de silício no solo e nas folhas de capim braquiária. A aplicação de doses de silicato de cálcio pode proporcionar um incremento do elemento no solo e nas plantas. Deste modo, as doses de silicato de cálcio melhoram a composição química e a produção de massa seca de plantas de braquiária em pré-pastejo (LUZ et al., 2011).

A aplicação de silício em culturas que passam por estresse abiótico e biótico pode proporcionar aumento na média de biomassa vegetal e rendimento das culturas em 35% e 24% respectivamente. Os efeitos benéficos do silício em plantas submetidas diferentes estresses dependem das espécies de plantas e cultivares (Li et al., 2018).

Ainda Li et al., 2018, são necessários elucidar pesquisas que visam avaliar as relações de acoplamento entre Si e elementos essenciais da planta, bem como a restauração de carbono na biomassa vegetal, relação entre o ciclo biogeoquímico de silício.

## 2.2 Aplicação foliar de silicato

As aplicações de silício foliar em plantas forrageiras das espécies *M. maximus* cv. Mombaça apresentaram aumento de 14% e 15% da produção de matéria seca no segundo e terceiro corte, respectivamente, comparando com a *Urochloa decumbens* cv. Basilisk. Em relação ao acúmulo de silício na parte aérea, a espécie *U. decumbens* obteve maiores valores quando comparada com o *M. maximus* tal resposta deve se ao efeito diluição dos nutrientes, deve ao maior incremento de matéria seca devido a fertilização silicatada, observadas no segundo e terceiro cortes (SAVIO et al., 2011).

De acordo com Buchelt (2019) a aplicação de duas fontes de silício via fertirrigação, a acarretou aumento da produção e do teor de proteína bruta das forrageiras BRS Zuri (*M. maximus*) e BRS RB331 Ipyporã (híbrido *Urochloa ruziziensis* x *Urochloa brizantha*). Para os outros parâmetros avaliados como acúmulo de Si na parte aérea, número de perfilhos e de folhas, área foliar, eficiência do uso de nitrogênio, massa seca da parte aérea e acumulada, teores de N e de proteína bruta obteve-se aumento independente da fonte utilizada.

Os benefícios da utilização de fertirrigação de Si é agronomicamente eficaz no cultivo de forrageiras, pois incrementa na produção e no teor de proteína bruta dessas espécies (BUHELDT, 2019).

## 3 | BENEFÍCIOS DO USO DO SILÍCIO

A aplicação de silício favorece tantos os aspectos morfológicos quanto fitossanitários das culturas, principalmente em espécies da família da Poaceae.

Para Taiz e Zeiger, 2013, plantas que apresentam deficiência em silício ficam mais propensas a acamamento, atua no mecanismo de defesa das plantas e a contaminação por fungos, pois o Si ele constitui a paredes celulares e espaços intercelulares e promove a mitigação da toxicidade por metais pesados, alumínio e manganês.

Com a utilização de silicato de cálcio em *M. maximus* cv. Mombaça e *U. brizantha* aumentam os teores de silício nas plantas, mas não teve efeito na produtividade de matéria seca, e ainda o incrementa os valores de pH, fazendo com que haja uma neutralização do alumínio, e auxilia no aumento da saturação por bases no solo (Korndörfer, 2010).

Em solos com elevado grau de intemperismo que estão nas regiões tropicais e subtropicais, aliada a culturas acumuladoras de silício, mostra que o silicato de cálcio é uma fonte que tem acelerada dissolução em um solo ácido, liberando o silício na forma de ácido silícico, que tem algum potencial de reduzir a acidez do solo e a toxidez por alumínio, enquanto que outras fontes disponibilizam pequenas quantidades solúveis do elemento, não tendo eficácia para neutralizar a acidez do solo, bem como agir para neutralizar os efeitos do alumínio nas raízes (KEEPING, 2017).

### 3.1 Condição abiótica x absorção de silício

Há efeito da interação entre a aplicação de silicato de cálcio no solo e a precipitação, no qual a aplicação de silicato de cálcio proporcionou incremento na umidade do solo, no entanto deve se ressaltar que esse comportamento ocorre apenas em locais de elevadas precipitações (RYALLS et al., 2018).

Em condições em que ocorreram alta intensidade de chuvas as alturas de plantas foram maiores do que onde tem estresse hídrico, e ainda observou que a utilização do silicato de cálcio proporcionou maiores alturas de plantas em ambas as condições quando comparado com solo sem aplicação de silício (RYALLS et al., 2018).

A aplicação do silicato de cálcio não afetou a quantidade de perfilhos, porém comparada a não aplicação apresentou maior teor de silício no solo, assim como ocorreu para a disponibilidade do nutriente no solo, no entanto se tratando do teor do elemento na planta nota-se que não houve incrementos (RYALLS et al., 2018).

Nota que a concentração de silício nas raízes foi reduzida em condições de restrição de água e aumentou a de concentração de carbono, em que apresenta correlações negativas, enquanto que em condições com chuva em que se tem água a disposição para plantas há maior absorção de Si, no qual aumenta na parte aérea em relação com a concentração nas raízes. A chuva interage aumentando a eficiência de absorção de Si em 84% quando se tem alta precipitação e reduz em 40% em condições de seca (RYALLS et al., 2018).

### 3.2 Incremento de silício em forrageiras x produtividade

Nas folhas a concentração de silício é maior quando é utilizado o silicato de cálcio aplicado ao solo, a aplicação promove aumento nos teores do Si solo como no Latossolo Vermelho eutroférico de 32 para 40 g kg<sup>-1</sup>, Latossolo Vermelho distroférico de 26 para 37 g kg<sup>-1</sup> e o Argissolo Vermelho de 25 para 52 g kg<sup>-1</sup>, o que representou incrementos de 25%, 42% e 108% na concentração de silício na parte aérea da *Urochloa* (SARTO et al., 2019). No entanto, não apresentou efeitos na matéria seca, matéria mineral e na proteína bruta da *Urochloa* (SARTO et al., 2019).

A produção de massa seca da *Urochloa brizantha* aumentou com a aplicação do



silicato de cálcio, e ainda o silicato promoveu maiores teores de cálcio, de silício e no pH do solo (SOUZA et al., 2009). Ainda, a utilização do silicato de cálcio acarretou em incrementos na parte aérea dessa espécie forrageira nos teores de nitrogênio, potássio, magnésio e silício, e aumentou a produção de massa seca da *U. brizantha* (SOUZA et al., 2009).

### 3.3 Atuação do silício no mecanismo de defesa de forrageiras

No Brasil há um crescente aumento de pesquisas relacionadas a aumento de resistência aos ataques de insetos com plantas que apresenta quantidade ótima de silício em seus tecidos. Algumas pesquisas apresentaram resultados com pragas incluindo incluem o pulgão-verde em trigo e sorgo, lagarta-do-cartucho em milho, broca-do-colmo em cevada, broca-da-cana-de-açúcar, lagarta-do-colmo em arroz, entre outros insetos-praga de culturas (CAMARGO et al., 2011).

A aplicação de silicato de cálcio na dose de 2,6 t ha<sup>-1</sup> resulta em uma maior diminuição da população de ninfas de percevejo castanho com aproximadamente 63% quando comparado a não aplicação do silicato, no entanto para a dose de 4 t ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio a redução foi menor, sendo em torno de 45%, mostrando que a aplicação de silicato pode ser eficaz na diminuição da população do percevejo castanho em *U. brizantha* (SOUZA et al., 2009).

Para Barker, 1989, estudando a oviposição do gorgulho-das-pastagens *Listronotus bonariensis* (Kuschel) observou-se que em plantas forrageiras com maior deposição de silício na epiderme da bainha de folhas apresentaram menor oviposição.

Em uma pequena quantidade de gramíneas a vantagem de baixo teor de fibra é contrariado por componentes químicos e físicos da planta, que pode ser observado na ovoposição, a qual a alimentação a prioridade na alimentação pode ser mudada de acordo com o nível de silicatagem nas bainhas, assim a escolha de gramíneas com maior palatabilidade e digestibilidade para ruminantes pode ter relação com a maior propensão ao aparecimento do gorgulho, e ainda pode ser acrescentado um nível de silício na bainha que auxilia na maior resistência aos gorgulho sem que haja alterações na palatabilidade ou digestibilidade das pastagens (Barker, 1989).

### 3.4 Silício: mecanismo mecânico ou químico de tolerância?

Os insetos constituem cerca de 80% da vida animal e são os principais consumidores da produção primária terrestre. Alguns têm hábito herbívoro em alguma fase de sua vida e/ou em toda ela, tendo um importante papel ecológico. Devido à quantidade de indivíduo eles podem ocupar diversos nichos e grande parte pode acabar transformando em pragas de grande importância em diversas culturas de valor econômico, devido ao desequilíbrio ecológico, dentre outros fatores (CAMARGO et al., 2011).

O emprego de silício em áreas cultivadas promove melhoria no metabolismo celular das plantas, ativa genes relacionados a produção de enzimas que atua no mecanismo de defesa da planta a insetos-pragas. No entanto além do efeito bioquímico e o efeito mecânico, tais efeitos apresentam controle das pragas, sendo por meio de liberação de compostos que repelem tais insetos e formação de pelo e tricomas, respectivamente (CAMARGO et al., 2011).

Deste modo, observamos dois tipos de defesa mecânica e química que afetam insetos mastigadores e sugadores, respectivamente. Estes atuam nos hábitos alimentares das pragas de modo que reduz o consumo da seiva, raspagem das folhas e além de reduzir o crescimento populacional de algumas espécies (CAMARGO et al., 2011).

Contudo, faz-se necessário o entendimento da biologia dos insetos-pragas bem como a cadeia produtiva das culturas para entender o hábito alimentar do inseto e adaptar-se à aplicação de silício tanto por meio foliar ou pelo solo, dosagem apropriada, época de aplicação ideal e associação de outras táticas de manejo que visa a eficácia no momento do controle (CAMARGO et al., 2011).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de silício via fertilizantes pode acarretar acréscimos de produtividade de espécies forrageiras. Além disso, algumas fontes podem ter ação na acidez do solo, bem como precipitar o alumínio, auxiliar no incremento de nitrogênio e no teor de proteína bruta das pastagens.

Outros aspectos que a aplicação de silicatos pode favorecer que estão relacionados aos mecanismos de defesa das forrageiras resultando no controle de algumas pragas em pastagem e além de beneficiar as plantas estressadas por fatores abióticos (estresse hídrico).

Sendo assim, o uso do silício na agricultura vem promovendo diversos benéficos, principalmente para as plantas da família da Poaceae. Porém, deve-se observar os teores no solo e nas folhas do elemento e de outros nutrientes, para que as forrageiras possam expressar sua máxima produtividade.

#### REFERÊNCIAS

BUCHELT, A.C. **Silício na mitigação de deficiência nutricional e formas de aplicação via fertirrigação e foliar em plantas forrageiras.** UNESP, Jaboticabal. Tese de doutorado, 87p.2019.

BARKER, G.M. Grass host preferences of *Listronotus bonariensis*. **Journal Economic Entomology**, v. 82, p. 1807 – 1816, 1989.

CAMARGO, J.M.M.; MORAES, J.C.; ZANOL, K.M.R.; QUIROZ, D.S.L. Interação silício e insetos-praga: defesa mecânica ou química? **Revista de Agricultura**,v. 86, n. 1, p. 62 - 79, 2011.





- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade brasileira de ciência do solo, Viçosa, MG, p. 92 - 132, 2007.
- FONSECA, I.M.; PRADO, R.M.; VIDAL, A.A.; NOGUEIRA, T.A.R. Efeito da escória, calcário e nitrogênio na absorção de silício e na produção de capim-marandu. **Bragantia**, v. 68, n. 1 p. 221-232, 2009.
- KEEPING, M.G. Uptake of Silicon by Sugarcane from Applied Sources May Not Reflect Plant-Available Soil Silicon and Total Silicon Content of Sources. **Journal of Animal Ecology**, v.77 p. 631 - 633, 2008.
- KORNDÖRFER, P.H.; SILVA, G.C.; TEIXEIRA, I.R.; SILVA, A.G.; FREITAS, R.S. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 119- 225, 2010.
- LEPSCH, I.F. **19 Lições de pedologia**. Oficina de Textos, São Paulo, 2011, 456p.
- LI, Z.; SONG, Z.; YAN, Z.; HAO, Q.; SONG, A.; LIU, L.; YANG, X.; XIA, S., LIANG, Y. Silicon enhancement of estimated plant biomass carbon accumulation under abiotic and biotic stresses. A meta-analysis. **Agronomy for sustainable development**, v. 38, n. 26 p. 1 - 19, 2018.
- LUZ, P.H.C.; FARIA, L.A.; MACEDO, F.B.; HERLING, V.R.; SANCHES, A.B.; RODRIGUES, R.C. Effect of silicate fertilization on soil and on palisade grass plants under grazing intensities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1458 - 1465, 2011.
- MANIVANNAN, A.; SOUNDARARAJAN, P.; MUNEER, S.; HO KO, C.; JEONG, B.R.. Silicon Mitigates Salinity Stress by Regulating the Physiology, Antioxidant Enzyme Activities, and Protein Expression in Capsicum annum'Bugwang. **BioMed Research International**, 2016, p. 1-14.
- PULZ, A.L.; CRUSCIOL, C.A.C.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1651-1659, 2008.
- RYALLS, J.M.W.; MOORE, B.D.; JOHNSON, S.N. Silicon uptake by a pasture grass experiencing simulated grazing is greatest under elevated precipitation. **BMC Ecology**, v.18, n. 53, p. 1 - 8, 2018.
- RODRIGUES, F.A.; OLIVEIRA, L.A.; KORNDORFER, A.P.; KORNDORFER, G.H. **Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas**. Informações Agronômicas, n. 134, 2011, 20p.
- SARTO, J. R. W.; NERES, M. A.; NATH, C. D.; BASSEGIO, D.; SARTO, M. V. M. Can silicon (Si) fertilization influence the production and nutritional value of *Urochloa* convert HD364. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1317 - 1328, 2019.
- SAVIO, F. L.; SILVA, G. C.; TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 103 - 110, 2011.
- SOUZA, E.A.; MORAES, J.C.; AMARAL, J.L.; LIBERATO, R.D.; BONELLI, E.A.; LIMA, L.R. Efeito da aplicação de silicato de cálcio em *Urochloa brizantha* cv. marandu sobre a população de ninfas do percevejo castanho das raízes *Scaptocoris carvalhoi* becker, 1967, características químicas do solo, planta e produção de matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1518-1526, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Techbooks, 5 ed. 2013, 918p.

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

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

  
Ano 2021

 [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)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

  
Ano 2021