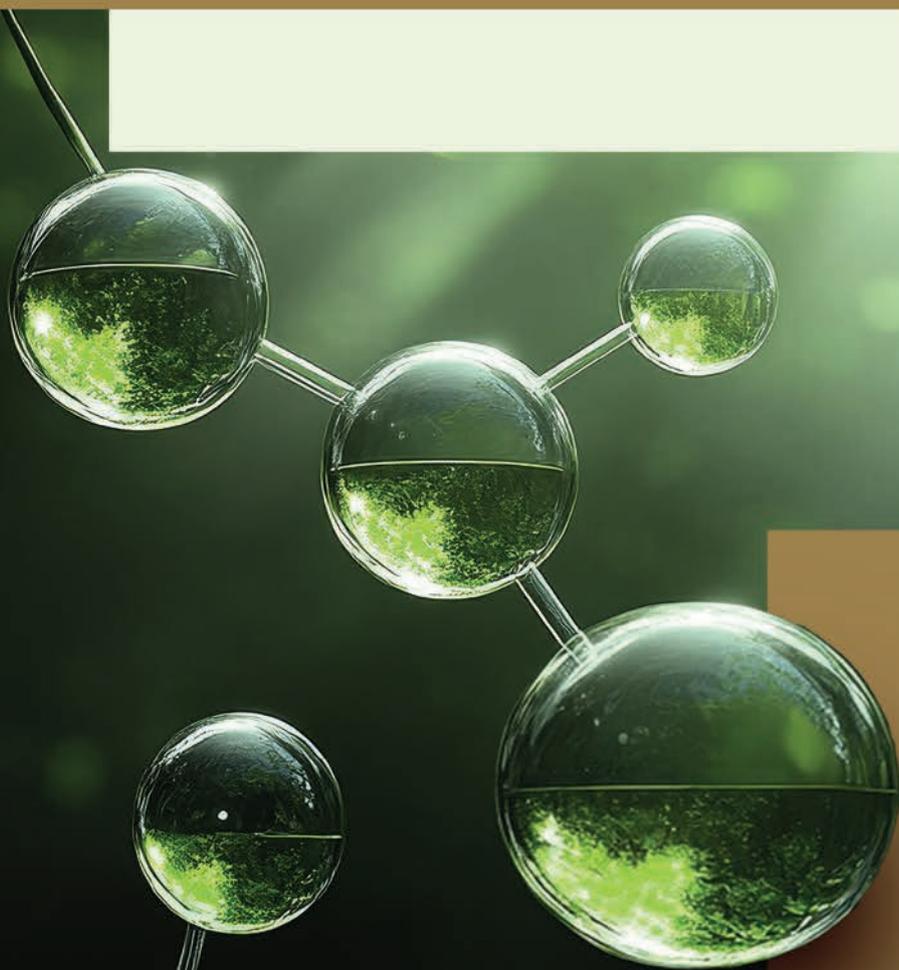


# ANUÁRIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VEGETAL



# 2025

**abisolo** 

Associação Brasileira das  
Indústrias de Tecnologia  
em Nutrição Vegetal



YaraAmplix®

Ir além nos guia.  
A linha **YaraAmplix**  
é a prova disso.



10TACOM/FSB

Querer estar à frente, olhando para o futuro e buscando sempre uma **solução inovadora** é um desafio. Mas é **isso que nos move**. Foi assim que criamos **grandes soluções** com a linha YaraAmplix.

A linha é focada em proporcionar o máximo potencial das culturas por meio da **nutrição eficiente**, ao mesmo tempo em que ajuda a lidar com as incertezas climáticas e o aumento na demanda de alimentos.

É a expertise e a dedicação da Yara desenvolvendo mais uma solução que **transforma sua lavoura**.



Utilize o QR Code ao lado para saber mais ou acesse [yarabrasil.com.br](http://yarabrasil.com.br)

Acesse nossas redes sociais:



# Empresas Anunciantes



# Sumário

08	Palavra do presidente
28	Introdução
31	A Abisolo
45	Ciência e Tecnologia
75	Caderno Especial
99	Inteligência de Mercado
131	Guia de Mercado

# Expediente

## **Abisolo**

Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal

**Clorinaldo Roberto Levrero**  
Presidente

**Gustavo Branco**  
Vice-Presidente

## **Conselho Deliberativo**

Alessandro Olinda de  
Souza Mesquita  
*Conselheiro*

Fabício Fonseca Simões  
*Conselheiro*

Gean Carlos Silva Matias  
*Conselheiro*

Giuliano Pauli  
*Conselheiro*

Bráulio Souza  
*Conselheiro*

Robson Mauri  
*Conselheiro*

Guilherme Soriani de Almeida  
*Conselheiro*

## **Conselho Consultivo e Fiscal**

Anderson Luis Schaefer  
*Conselheiro*

Francisco Guilherme Romanini  
*Conselheiro*

Vandre Silva  
*Conselheiro*

Marcelo Luiz Marino Santos  
*Suplente do Consultivo e Fiscal*

## **Consultores Técnicos**

Henrique Mazotini  
*Consultor de  
Relações Institucionais*

Gilberto Batista de Souza  
*Consultor Metroológico  
Programa de Proficiência Abisolo*

Luiz Antônio Pinazza  
*Consultor de  
Relações Institucionais*

Marcos Yassuo Kamogawa  
*Consultor Químico  
Programa de Proficiência Abisolo*

Paulo Alarcon  
*Consultor Tributário e Fiscal*

## **Diretoria Executiva**

Alexandre D'Angelo  
*Diretor de Operações*

José Alberto Nunes da Silva  
*Secretário Executivo*

Kleber Nichi  
*Coordenador de Marketing*

Luciana Bozzi  
*Analista de Relacionamento*

Maria Cristina Duvaizem Moura  
*Analista Administrativo  
Financeiro*

Kelen Rosa  
*Coord. de Relações  
Governamentais*

Fernanda Latanze Mendes  
*Coordenadora Técnica*

Irani Gomide Filho  
*Coordenador de  
Assuntos Regulatórios*

Ricardo Dotto  
*Analista de Assuntos  
Regulatórios Sr.*

## **Categoria/editorial**

Alexandre D'Angelo  
*Coord. Geral e Inteligência  
de Mercado*

Luciana Bozzi  
*Coord. de Vendas e  
Conteúdos Institucionais*

José Alberto Nunes da Silva  
*Coord. de Vendas e  
Conteúdos Institucionais*

Kleber Nichi  
*Coord. Editorial e  
do Projeto Gráfico*

Fernanda Latanze Mendes  
*Coord. do Conteúdo Técnico*

Fervilha - Moving Brands  
*Projeto Gráfico e Editoração*

# Conselho Deliberativo



**CLORIALDO  
ROBERTO  
LEVRERO**  
Presidente



**GUSTAVO  
BRANCO**  
Vice-Presidente



**ALESSANDRO  
OLINDA  
DE SOUZA  
MESQUITA**  
Conselheiro



**BRAULIO  
SOUZA**  
Conselheiro



**FABRÍCIO  
FONSECA  
SIMÕES**  
Conselheiro



**GEAN  
CARLOS  
SILVA MATIAS**  
Conselheiro



**GIULIANO  
PAULI**  
Conselheiro



**GUILHERME  
SORIANI  
ALMEIDA**  
Conselheiro



**ROBSON  
MAURI**  
Conselheiro

# Conselho Consultivo e Fiscal



**FRANCISCO  
GUILHERME  
ROMANINI**  
Conselheiro



**ANDERSON  
SHAEFER**  
Conselheiro



**VANDRE  
SILVA**  
Conselheiro



**MARCELO  
LUIZ MARINO  
SANTOS**  
Suplente do Conselho  
Consultivo e Fiscal

# Consultores Técnicos



**HENRIQUE  
MAZOTINI**

Consultor de  
Relações  
Institucionais



**GILBERTO  
BATISTA DE  
SOUZA**

Consultor  
Metrológico  
Programa de  
Proficiência Abisolo



**PAULO  
ALARCON**

Consultor Tributário  
e Fiscal



**LUIZ ANTÔNIO  
PINAZZA**

Consultor de  
Relações  
Institucionais



**MARCOS YASSUO  
KAMOGAWA**

Consultor Químico  
Programa de  
Proficiência Abisolo

# Diretoria Executiva



**ALEXANDRE  
D'ANGELO**

Diretor de  
Operações



**JOSÉ  
ALBERTO NUNES  
DA SILVA**

Secretário  
Executivo



**IRANI  
GOMIDE FILHO**

Coordenador de  
Assuntos Regulatórios



**KLEBER  
NICHI**

Coordenador  
de Marketing



**FERNANDA LATANZE  
MENDES**

Coordenadora  
Técnica



**KELEN ROSA**  
Coordenadora  
de Relações  
Governamentais



**MARIA CRISTINA  
DUVAIZEM MOURA**

Analista  
Administrativo  
Financeiro Sr.



**LUCIANA BOZZI**

Analista de  
Relacionamento



**RICARDO  
DOTTO**

Analista de Assuntos  
Regulatórios Sr.

# Palavra do Presidente



**CLORIVALDO  
ROBERTO  
LEVRERO**

PRESIDENTE DO CONSELHO  
DELIBERATIVO DA ABISOLO

## Temos muito a comemorar!!!



A despeito de todos os desafios que estão colocados para o País e para a agricultura brasileira, o setor mais uma vez mostra maturidade, competência e profissionalismo, encerrando 2024 com grandes conquistas.

A Abisolo completa este ano 22 anos e vem conquistando seu espaço com respeito e responsabilidade, sempre na defesa dos interesses do setor, porém, levando também em conta o que é importante para a valorização e o crescimento do agronegócio brasileiro. Podemos afirmar que estamos no caminho certo.

Com uma equipe capacitada, que atua proativamente para mitigar riscos e construir oportunidades, participamos dos mais importantes foros de discussão dos temas que impactam nossas indústrias e o agronegócio brasileiro. Temos propostas estruturadas de políticas públicas visando a criação de um ambiente favorável para o desenvolvimento dos negócios e que asseguram a tão necessária segurança jurídica. Lideramos importantes iniciativas em benefício do setor de insumos. Enfim, nossa proposta de valor tem sido aplicada na íntegra e de forma efetiva.



Posso dizer ainda, que ser um associado Abisolo é fazer parte da única associação que cuida de nove segmentos de insumos estratégicos para a sustentabilidade e para a boa performance da produção agropecuária. São segmentos de produtos que fazem parte do portfólio da maioria das nossas empresas associadas, o que racionaliza processos; aumenta a capacidade de interlocução e de participação, sem falar na racionalização de recursos e na segurança de ter suas demandas cuidadas com atenção e profissionalismo.

**Os desafios estarão sempre presentes. E nosso trabalho é transformá-los em oportunidades. Afinal, é na adversidade que temos a chance de revisitar, de redescobrir e de reinventar. É nos momentos mais desafiadores que crescemos.**

Nesta 11ª edição do Anuário Abisolo, trataremos de alguns deles.

Na área tributária temos vários temas desafiadores – Renovação do Convênio 26/21; Alíquota Zero de Pis/Cofins; Aproveitamento dos créditos de ICMS; Redução da base de cálculo do CBS e do IBS para insumos que ficaram de fora do Anexo “IX” da Lei 214/25, que regulamentou a reforma tributária.

Na área jurídica, precisamos atuar efetivamente para coibir abusos na utilização de um importante instrumento: A Recuperação Judicial no Agro. Decisões judiciais controversas e oportunismos que vêm ocorrendo com muita frequência já tem impactos no crédito para os agricultores.

Na área regulatória a agenda é extensa: Regulamentação da Lei dos Bioinsumos - nº 15.070/24; da Lei nº 14.515/22 – Autocontrole; A revisão da Instrução Normativa nº 35 – dos Condicionadores de Solo, são as mais importantes.

Na área de difusão de tecnologia, teremos em 2025, entre outras ações, mais um lançamento de livro: “Interação entre Fisiologia e Nutrição de Plantas – Aspectos Gerais e Aplicados”, do Prof. Dr. Átila Francisco Mógor.

Nesta edição trazemos mais um relatório de inteligência de mercado, que demonstra os resultados do setor em 2024 e um estudo atualizado sobre as “Empresas Produtoras e Importadoras de Fertilizantes no Brasil”.

Desejo que o conteúdo desta edição contribua para ampliar o conhecimento e apoiar stakeholders com interesse no setor na tomada assertiva de decisões.

Boa leitura!

**Clorinaldo Roberto Levrero**



**GERALDO  
ALCKMIN**

VICE-PRESIDENTE  
E MINISTRO DO  
DESENVOLVIMENTO,  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO  
E SERVIÇOS

# Fertilizantes e Inovação

## Cultivando o Futuro Sustentável da Agricultura Brasileira

A agricultura brasileira é uma força motriz do desenvolvimento econômico e social do país. Para manter esse papel estratégico e garantir a segurança alimentar nacional e global, é essencial fortalecer a produção de fertilizantes, com foco na inovação e na sustentabilidade. Nesse contexto, o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) surge como um alicerce para o futuro do setor, estabelecendo diretrizes claras para reduzir a dependência externa e impulsionar o crescimento de cadeias emergentes, como o setor de biofertilizantes.

O PNF traça um caminho estruturado para ampliar a capacidade produtiva interna, incentivar o uso eficiente de nutrientes no solo e promover práticas agrícolas alinhadas com os desafios ambientais contemporâneos. O objetivo é alcançar, até 2050, uma produção nacional de fertilizantes capaz de atender à crescente demanda agrícola, de forma competitiva, sustentável e integrada com as novas tecnologias.

Para alcançar essas metas, o governo federal tem mobilizado esforços em diferentes frentes. O fortalecimento da infraestrutura logística, por exemplo, é uma prioridade para reduzir custos e otimizar o transporte de insumos agrícolas pelo território nacional. Da mesma

forma, parcerias com instituições de pesquisa, como a Embrapa, têm impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, incluindo o uso de bioinsumos e fertilizantes de base orgânica.

A indústria de biofertilizantes, representada com excelência pela Abisolo, tem ganhado destaque como parte desse esforço conjunto. Esses insumos, produzidos a partir de microrganismos e resíduos orgânicos provenientes de atividades agrícolas, urbanas e de saneamento, oferecem uma alternativa sustentável para a nutrição das plantas, enriquecendo o solo, melhorando a produtividade e reduzindo impactos ambientais. Além disso, contribuem para a economia circular, reaproveitando materiais que, de outra forma, seriam descartados.

Para fomentar o desenvolvimento do setor de biofertilizantes, o governo brasileiro lançou o Programa Biofert, uma iniciativa integrada ao Plano Nacional de Fertilizantes. O objetivo do programa é multiplicar unidades de produção de fertilizantes orgânicos no país, utilizando resíduos provenientes de atividades agrícolas, urbanas e de saneamento. O Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (CONFERT) lidera os esforços de alinhamento



Tecnologia a favor da **Agricultura.**

## Soluções Agrícolas de Alta Performance!

- ✓ Fungicidas e Bactericidas
- ✓ Nutrição Foliar Premium
- ✓ Tecnologia em Aplicação
- ✓ Biológicos



Aponte a câmera do seu celular e acesse o Escopo da acreditação.

das ações, enquanto o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) oferece apoio financeiro por meio do Fundo Clima, destinado à instalação e conversão de unidades produtivas. A Embrapa e a Embrapii também participam, fornecendo suporte técnico e promovendo encomendas tecnológicas relacionadas aos objetivos do programa.

Além disso, a recente sanção da Lei nº 15.070/2024, conhecida como Lei de Bioinsumos, estabelece um marco regulatório específico para a produção, uso e comercialização desses insumos no país. A nova legislação simplifica processos de cadastro e cria mecanismos oficiais de estímulo ao uso de bioinsumos, fortalecendo a segurança jurídica e incentivando a inovação no setor.

Outras iniciativas complementares também têm impactado positivamente o setor de fertilizantes no Brasil. Programas de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, políticas de crédito facilitado para pequenos e médios produtores e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são exemplos de medidas que contribuem para a expansão e diversificação da produção de fertilizantes no país.

Com produtores rurais adotando abordagens integradas de nutrição de plantas, empresários investindo em inovação e o Estado atuando como facilitador, o Brasil está construindo um futuro promissor para a agricultura nacional. A parceria entre o governo, a Abisolo e todos os segmentos da indústria de fertilizantes é fundamental para consolidar esse novo paradigma, garantindo prosperidade e segurança alimentar para as próximas gerações.



**PEDRO  
LUPION**

PRESIDENTE DA FRENTE  
PARLAMENTAR DA  
AGROPECUÁRIA (FPA),  
DEPUTADO FEDERAL

# Desafios de 2025

## Desafios e Oportunidades para o agro brasileiro em 2025

O agronegócio nacional inicia mais um ano como principal pilar da economia brasileira. Apesar da retração de 3,2% no último trimestre de 2024, o setor responde por cerca de 1/3 do PIB nacional, cerca de 30% dos empregos, e é a principal mola motriz de nossa economia.

Com modernização, desempenho e, principalmente, uma entrega de qualidade, a agricultura tropical e sustentável brasileira mostra ao mundo, dia após dia, a vocação do país para ser o principal produtor mundial de alimentos.

No entanto, o Brasil e outros países do mundo têm vivido a expectativa de medidas, que têm ocorrido semanalmente, vindas da Casa Branca desde que o presidente Donald Trump assumiu.

Com uma postura de anunciar aumentos de tarifas à entrada de produtos estrangeiros nos EUA, o Republicano tem chamado à mesa de negociação uma série de países. Entre os mais recentes visados por ele, estão o Canadá, o México, a China e a União Europeia.

Essa política agressiva tem gerado retaliações. Se produtos chineses como aço e alumínio sofreram aumento de taxações, Pequim retaliou ao impor barreiras a produtos norte-americanos na China. São decisões que geram incertezas nos mercados internacionais, afetam cadeias de suprimentos e fluxos comerciais.

A política protecionista é uma das marcas do Partido Republicano, que também tem implementado pacotes de auxílio à produção Norte-americana, tanto na agropecuária como na indústria.

O momento é de cautela e de se preparar para negociações. O Brasil, como importante player agropecuário mundial, com certeza será chamado para negociar em algum momento. Já somos impactados com a alta das tarifas de importação norte-americana de aço e alumínio. O agro, dificilmente, ficará fora de algum tipo de tributação.

Já existem algumas disputas que duram bastante tempo entre os dois países. Uma delas envolve o pleito nacional de ter maior entrada do açúcar brasileiro lá, enquanto que, da parte dos EUA, eles querem mais espaço em nosso mercado para o etanol de milho no mercado consumidor nacional. O balanço dessa equação ficou ainda mais complexo depois que os brasileiros passaram a liderar a produção mundial desse biocombustível.

Por outro lado, em um mundo onde podemos sofrer sanções tarifárias, é preciso ter salvaguardas. O Brasil ainda não conta, em seu arcabouço jurídico, com uma legislação que proteja nosso país contra arbitrariedades internacionais.

O mais perto que temos disso é o PL da Reciprocidade Ambiental (PL 2088/2023), do senador Zequinha

Marinho, que prevê, em casos de produtos brasileiros serem instados a cumprir regularizações ambientais estrangeiras, que as importações estrangeiras também tenham que cumprir o Código Florestal Nacional - esta, por sinal, a regulamentação ambiental mais restritiva do planeta.

É uma contra-medida adotada para evitar prejuízos provocados pela Lei Anti-desmatamento, da União Europeia, que ameaçava produtos brasileiros a partir de parâmetros de área desmatada estabelecidos pelos europeus, sem observar as diferenças para a legislação brasileira. Uma ação claramente arbitrária.

No entanto, o momento de incerteza mundial provocado pelas ações do presidente Trump fez com que a relatora atual do PL da Reciprocidade, senadora Tereza Cristina, ampliasse o escopo da medida, a fim de garantir que o Brasil não se tornasse alvo de sanções tarifárias exageradas.

**Essa realidade abre também oportunidades ao Brasil. Por exemplo, se existem produtos que a China não vai adquirir dos norte-americanos, isso pode indicar um aumento nas importações do outro grande produtor mundial, no caso, dos brasileiros. Por outro lado, há dúvidas sobre qual seria o comportamento dos EUA em um cenário hipotético como esse.**

No caso da soja, por exemplo, em 2017, a China buscou abastecimento junto ao Brasil, por causa da guerra comercial com a Casa Branca. Isso consolidou a posição do país no mercado mundial do grão. Não surpreenderia que algo semelhante voltasse a ocorrer.

Será fundamental ter inteligência para saber jogar neste momento de incertezas, e tomar decisões que

mantenham a competitividade dos produtos brasileiros lá fora, sem comprometer acordos comerciais e a entrada de alimentos brasileiros em mercados estrangeiros.

Paralelo a isso, o país precisa “arrumar a casa”, e com urgência. Gargalos logísticos desafiam todos os dias o trabalho de milhares de produtores rurais pelo país inteiro. É fundamental que projetos estruturantes sejam retomados para reduzir as dificuldades enfrentadas hoje. E o pior: nossos concorrentes as conhecem bem.

Em uma visita ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) tive a oportunidade de ouvir a seguinte crítica: “como vocês esperam liderar a produção mundial de alimentos se sequer possuem galpões para armazenar os grãos?”

É uma deficiência grave! Não é raro ver filas de caminhões com grãos à espera do embarque em filas nas imediações de nossos portos, algo que compromete a qualidade e a viabilidade de nossas exportações. Boa parte da safra nacional fica estocada nesses veículos.

Isso sem contar os desafios em um país de dimensões continentais, que ainda carece de desenvolvimento nas linhas ferroviárias para transporte de nossos produtos.

Alguns exemplos: a FIOCRUZ - Ferrovia de Integração Oeste-Leste, de 1527 km entre o Tocantins e o porto de Ilhéus, na Bahia; a Ferrovia Norte-Sul, para ligar o porto de Itaqui (MA) a Rio Grande (RS), com mais de 4 mil quilômetros; A Transnordestina, de 1753 km, do Piauí ao Porto de Suape, em Pernambuco; E a Ferrogrão, com extensão de 933 km, entre Sinop (MT) e o Porto de Miritituba (PA).

Todos esses empreendimentos ou operam apenas parcialmente, ou sequer conseguem cumprir o objetivo a que se destinam por causa da falta de recursos financeiros, dos entraves burocráticos de Licenciamento Ambiental, além da falta de priorização do governo federal para agilizar tais empreendimentos.

Além dos gargalos logísticos, os produtores rurais enfrentam uma situação de constante ameaça à segurança jurídica. Seja por conta das movimentações de grupos de invasores de terras, como o MST, ou pela entrada irregular de paraguaios que se autodeclararam indígenas no Sul e no Centro-Oeste do país, inclusive no meu estado do Paraná, em cidades como Guaíra, Terra Rôxa e Altônia.

A pauta Anti-Invasão ainda tem iniciativas importantes a serem votadas na Câmara dos Deputados e no Senado Federal. Será, sem dúvida, mais um foco de nossa atuação no Congresso Nacional.

Quanto à questão da demarcação de terras indígenas, deixamos claro junto ao grupo de conciliação no Conselho Nacional de Justiça (CNJ), coordenado pelo Ministro Gilmar Mendes, que o Marco Temporal é inegociável para os produtores rurais.

Aguardamos o bom andamento das tratativas, cientes de que o projeto que sair dessa conciliação será encaminhado ao Congresso Nacional que, como efetivo guardião da soberania popular, terá que se pronunciar sobre o mesmo.

Também nas duas Casas, a Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA) possui Propostas de Emendas à Constituição (PEC) sobre o tema do Marco Temporal: a PEC 132/15, da relatoria do deputado Alceu Moreira, trata da obrigatoriedade de indenização prévia por terra nua e benfeitorias antes de qualquer desapropriação com vistas à demarcação para área indígena.

Já a PEC 48/2023, de autoria do senador Hiran Gonçalves, ressalta o que, aos produtores rurais e Constitucionalistas, já estava claro desde a promulgação da Carta Magna: a delimitação do dia 5 de outubro de 1988 como Marco Temporal para demarcações de terras indígenas, cabendo a eles as áreas que eles ocupavam naquele momento histórico.

Da nossa parte, os produtores rurais sempre podem esperar por uma atuação intransigente em defesa dos interesses dos homens e mulheres do campo que querem produzir, gerar oportunidade e renda.

Enfrentamos diariamente desafios, seja quanto a narrativas falsas que tentam “demonizar” os produtores rurais, ou mesmo aqueles relativos às questões fundiárias, de licenciamento ambiental, de regulamentação de matérias como o Autocontrole e o Marco dos Defensivos Agrícolas. Esses dois casos, por sinal, envolvem vetos da Presidência da República, os quais trabalharemos para derrubar na Sessão do Congresso Nacional destinada à apreciação dessas matérias.

Importante destacar também duas vitórias que tivemos em 2024: A aprovação da Lei nº 15.070/24, a Lei dos Bioinsumos, numa grande articulação que envolveu toda a cadeia produtiva, para impedir que milhares de produtores de bioinsumos ficassem na ilegalidade; e a aprovação pela Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do meu texto ao PL 4070/23, para zerar alíquotas de PIS/Pasep e da Cofins para importação e venda de adubos, fertilizantes e defensivos, inclusive em suas versões biológicas.

Em meio a tudo isso, o Brasil será sede da COP-30, a Conferência Mundial do Clima. Cabe, ao nosso setor, a importante missão de não nos tornarmos o “cardápio” da COP. Para isso, já temos trabalhos e articulações avançadas com o presidente da Conferência, embaixador André Corrêa do Lago, para que o agro possa oferecer as respostas a quaisquer indagações acerca de nossa agropecuária tropical sustentável, que garante comida na mesa de milhares de pessoas do mundo.

O país vive um momento desafiador, com uma inflação no preço dos alimentos provocada, principalmente, por uma crise de confiança na moeda brasileira. A falta de medidas do governo federal voltadas a reduzir os gastos públicos e de mostrar responsabilidade na gestão fiscal provocou a baixa no real frente ao dólar. A partir daí, surgiram narrativas estapafúrdias, de que os produtores rurais “se beneficiariam” do aumento dos preços.

Só esquecem de dizer que os insumos agropecuários são adquiridos com preço em dólar. Portanto, ainda que haja aqueles que possam eventualmente conseguir exportar e faturar com a alta da moeda norte-americana, o custo de produção faria a conta ficar zerada, quando não no prejuízo, para a maioria deles.

Para reafirmar nosso compromisso e responsabilidade com o custo dos alimentos, que reiteramos desde nossa luta por uma Cesta Básica com Imposto Zero durante a tramitação da PEC e do Projeto de Lei Complementar de Regulamentação da Reforma Tributária, apoiamos as iniciativas propostas pelo Instituto Pensar Agro (IPA) à Casa Civil do Governo Federal.

**O think tank<sup>1</sup> que trabalha ao lado da Frente Parlamentar de Apoio à Agropecuária (FPA) apresentou um total de 20 medidas de curto, médio e longo prazo, para reduzir os gargalos, permitir uma superação efetiva da crise, e garantir que o futuro da produção agropecuária brasileira seja respaldado por segurança jurídica e geração de oportunidade e renda.**

Não acreditamos em medidas heterodoxas para resolver um problema que pode ser encaminhado com responsabilidade fiscal pelos entes governamentais. Também nos preocupam decisões que ameaçam cadeias produtivas inteiras - como a de reduzir imposto de importação de produtos que, muitas vezes, possuem preço mais competitivo aqui no Brasil.

Exemplos não faltam: o milho está negociado no exterior mais caro do que no Brasil; o país é referência mundial de carne, café e açúcar - de quem iríamos comprar tais produtos, e por qual preço? Por outro lado, as empresas que trabalham com sardinha nacional, de marcas como Gomes de Sá e Coqueiro, passarão a trazer, pelo mesmo valor, a sardinha estrangeira asiática - beneficiada pela queda do imposto de 32% que protegia a produção nacional. Assim, fica sob ameaça uma cadeia produtiva de 30 mil pessoas no país.

Creemos que a nova safra que se aproxima vai ajudar a reduzir os preços, e oferecer alternativas mais baratas aos consumidores. Mais uma vez, serão os produtores rurais que irão ao socorro da população e, por isso, têm nosso mais profundo respeito, apoio e por quem sempre trabalharemos.

A FPA jamais se furtará da missão de empregar toda a sua força de articulação, negociação e, se necessário, de pressão para fazer a defesa intransigente dos produtores rurais, agroindústrias, cooperativas, agricultura familiar, enfim, de todos os elos dessa imensa cadeia produtiva que compõe o agro brasileiro. É a nossa missão e de nossos mais de 350 deputados e senadores no Congresso Nacional.

<sup>1</sup> O termo “Think tank” se refere a grupo de trabalho estratégico

# *SOLUÇÕES DE RESPEITO PARA O CAMPO.*



*Maior lucro, máxima  
produtividade. Experimente o  
poder dos fertilizantes especiais!*





**SÉRGIO  
SOUZA**

DEPUTADO FEDERAL E  
PRESIDENTE DA COMISSÃO  
DE AGRICULTURA,  
PECUÁRIA, ABASTECIMENTO  
E DESENVOLVIMENTO  
RURAL (CAPADR),  
COMISSÃO DE FINANÇAS  
E TRIBUTAÇÃO (CFT), E DA  
FRENTE PARLAMENTAR  
DA AGROPECUÁRIA (FPA)

# Bioinsumos

## Apoiar os bioinsumos é garantir a evolução, a ciência e as oportunidades

Vinte e três de dezembro de 2024. Essa é a data da sanção da Lei nº 15.070 - um dos avanços mais significativos para o setor agropecuário brasileiro nos últimos tempos -, que deu efetividade e respaldo legal para a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, além da possibilidade de reduzir a dependência dos insumos químicos e importados. A recente legislação trata sobre os bioinsumos, que são alternativas biotecnológicas aos tradicionais fertilizantes e defensivos agrícolas, por exemplo. O projeto de lei de origem, nº 658/21, tramitou por 3 anos no Congresso Nacional até ser transformado em lei. A proposta era tão fundamental que mais de 50 entidades representativas do agronegócio - entre elas a Abisolo - elaboraram uma carta solicitando a urgência e aprovação do PL, à época sob minha relatoria na Câmara dos Deputados.

Sempre fui um entusiasta e defensor das alternativas que, comprovadamente, desmistificam mentiras que rotulam as práticas do agronegócio brasileiro, entre elas a que considero a mais falaciosa, a de que o setor é responsável por colocar veneno no prato da população. Por décadas, narrativas como essa impediram avanços na nossa legislação, prejudicando e deixando o Brasil - líder global de utilização de bioinsumos - paralisado pela burocracia, pela

desinformação e pela insegurança jurídica. O mercado nacional de bioinsumos, que atende as principais culturas agrícolas do país, teve, nos últimos 3 anos, taxa anual de crescimento de 21%, superando em quatro vezes a média global. A soja lidera com 55% de utilização, em seguida vem o milho (27%), e depois a cana-de-açúcar (12%). O estado de Mato Grosso lidera a utilização de bioinsumos (mais de 33% do consumo), seguido por Goiás e Distrito Federal (13%), e São Paulo (9%).

Apoiar os bioinsumos é garantir a evolução, a ciência e as oportunidades. Era necessário agir, fazer o Congresso cumprir seu papel de legislar sobre uma demanda tão latente e que merece tratamento diferenciado relacionado à agricultura familiar, ao cooperativismo e outras formas associativas. Afinal, até quando o país, que se consagra entre os protagonistas na produção de alimentos para o mundo, deve ter seu desenvolvimento travancado, ser menos competitivo frente ao mercado internacional, e atender de forma ineficiente as demandas internas por causa de normas obsoletas e aquém das tendências e exigências da atualidade?

O argumento da nossa proposta era sólido, justo e consistente: passava da hora de o Brasil ter embasamento

legal para o acesso e uso de novas moléculas, tecnologias mais modernas e melhor utilização dessas alternativas para atender as especificidades do nosso território tão diverso. Precisamos de ganho de produtividade, aumento de valor agregado e de renda. E foi assim que, seguros sobre os objetivos que queríamos alcançar em defesa do fortalecimento da nossa nação, avançamos no aperfeiçoamento do texto. Contamos com amplas discussões, valiosas contribuições técnicas, além de articulações políticas. Depois de muito trabalho, conseguimos essa aprovação histórica no Parlamento, que reconheceu que a matéria estava madura e consolidada, era boa para o país e para o agro brasileiro, em especial aos produtores de orgânicos.

No lugar das formulações químicas, os bioinsumos são compostos por substâncias de origem biológica, como microrganismos, extratos vegetais e outros agentes naturais. São amplamente utilizados para o controle de pragas, bactérias e fungos, na promoção da nutrição e crescimento de plantas, substituindo com eficácia antibióticos e agentes químicos tradicionais. A Lei nº 15.070/24 trouxe diretrizes claras, separou os bioinsumos da regulação aplicada aos pesticidas, e regulamentou de forma abrangente o uso e comercialização no setor agropecuário, na produção aquícola e no cultivo florestal.

A nova lei dispensa de registro a produção própria, contanto que não seja comercializada. É instituída ainda uma taxa para financiar o trabalho de registro e fiscalização por parte da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura. Para incentivar o setor, o Poder Executivo poderá utilizar mecanismos financeiros, incluídos os fiscais e tributários, para estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento, à produção, ao uso e à comercialização de bioinsumos para uso agrícola, pecuário,

aquícola e florestal. Os mecanismos priorizarão as microempresas produtoras para fins comerciais e as cooperativas agrícolas e a agricultura familiar que fabriquem para uso próprio, conforme regulamento.

Sob o aspecto econômico, a lei foi elaborada para colaborar de forma significativa com o aumento de recursos do setor. De acordo com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, o uso de bioinsumos em substituição a agroquímicos nas plantações de milho, arroz, trigo, cana-de-açúcar e pastagens pode gerar economia de até 5,1 bilhões de dólares anuais, e reduzir em 18,5 milhões de toneladas as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente por ano.

O mercado global de bioinsumos, por exemplo, tem perspectiva de crescimento entre 13 e 14% até o ano de 2032, alcançando US\$ 45 bilhões. A nova lei também foi pensada para alavancar a política pública mais importante que o Estado oferece à população: a promoção de empregos. O agronegócio no Brasil atingiu um novo patamar de empregabilidade no 3º trimestre do ano anterior. O número de empregados chegou a 28,4 milhões, um acréscimo de 1,9% ou 533 mil novas vagas em comparação ao mesmo período do ano passado. As informações são do Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) e da CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil).

O impacto ambiental - uma das maiores preocupações globais -, é um grande diferencial da legislação. O estímulo ao uso dos bioinsumos em substituição parcial dos produtos químicos contribuirá para a agricultura de baixo carbono, tratamento mais adequado e melhoria da fertilidade do solo, promoção da saúde pública e da segurança alimentar.

Para atrair mais investimentos no desenvolvimento de tecnologias voltadas aos bioinsumos que auxiliem

na proteção de cultivos, no aporte de nutrientes ou no melhor aproveitamento deles, é indispensável um ambiente dentro da legalidade. Com o incentivo da lei ao uso sustentável dos agentes biológicos e às tecnologias, o Brasil conseguirá reduzir a importação de insumos agrícolas, mitigando significativamente a dependência externa. Nosso país encontra-se em posição privilegiada para continuar com sua soberania agrícola, além de enorme potencial no controle de pragas, doenças e o fomento à pesquisa no agro. Atualmente, 87% dos fertilizantes e 80% dos defensivos usados no Brasil são importados. Portanto, os bioinsumos são questão estratégica para o agro nacional.

A Lei nº 15.070/2024 inaugurou o novo ciclo da agricultura: mais sustentável, segura, responsável, atrativa, moderna e competitiva. Com a facilitação de acesso a soluções sustentáveis e redução de custos para os produtores, toda a cadeia do agro é beneficiada, desde o plantio das sementes até o alimento que chega no nosso prato. O Brasil, com suas vastas capacidades naturais e tecnológicas, reafirma seu compromisso com a inovação e sustentabilidade no campo.

Essa conquista é de todos que acreditam no poder transformador do agro. Por isso, agradecemos à Abisolo, em nome do presidente do Conselho Deliberativo, Clorivaldo Roberto Levrero, por sua participação marcante nessa jornada de desenvolvimento do agro brasileiro. Muito mais faremos juntos por esse setor que é combustível para a nossa economia. Continuem, Roberto, fazendo história como apoiadores fundamentais no processo de tomada de decisões da política nacional, se fazendo ouvir como um segmento indispensável para a nossa agricultura. Apoiar os bioinsumos é garantir a evolução, a ciência e as oportunidades. Muito obrigado!



**ARNALDO  
JARDIM**

DEPUTADO FEDERAL E  
VICE-PRESIDENTE DA  
FRENTE PARLAMENTAR  
AGROPECUÁRIA

# Bioinsumos e sustentabilidade

## Os bioinsumos são vanguarda das estratégias tecnológicas para promover a sustentabilidade ambiental na produção agropecuária

Após ampla discussão no Congresso Nacional, aprovamos, em dezembro de 2024, a Lei 15.070 que estabelece regras para produção de bioinsumos para uso agropecuário, cujo objetivo de promover práticas sustentáveis e reduzir a importação de insumos químicos. Só em 2024, o agro brasileiro gastou cerca de US\$ 25 bilhões para importar 85% dos fertilizantes que utiliza anualmente.

Segundo a Embrapa, bioinsumos são produtos ou processos agroindustriais desenvolvidos a partir de enzimas, metabólitos, extratos de plantas, microrganismos e macrorganismos destinados ao controle de pragas e doenças, bem como destinados à fertilização do solo e nutrição vegetal. Como substitutos de fertilizantes e agroquímicos (fungicidas, inseticidas e herbicidas), são amplamente utilizados na produção agropecuária.

A lei, de autoria do dep. Zé Vitor e relatada pelo dep. Sergio Sousa, consolida o agro brasileiro na rota da sustentabilidade ao reconhecer os bioinsumos como ferramentas fundamentais para uma agricultura sustentável. Cria oportunidades para empresas do setor ao simplificar o registro, possibilitando que novos

produtos cheguem ao mercado mais rapidamente. Para os bioinsumos produzidos para o consumo próprio, nas propriedades rurais, o marco legal dispensa o registro, desde que não sejam comercializados e sua produção siga instruções de boas práticas ambientais. Os produtores poderão continuar trabalhando dentro da legalidade.

Incentiva também a produção nacional, fomentando a instalação de biofábricas por todo o país. Com regras claras, empresas e institutos de pesquisa terão segurança jurídica para investir em tecnologias inovadoras, ampliando o portfólio de produtos biológicos disponíveis no mercado. Como o maior exportador mundial de commodities agrícolas, o Brasil ganha um diferencial competitivo ao consolidar os bioinsumos em seus sistemas de produção.

O modelo de intensificação agrícola, implementado a partir da Revolução Verde, promoveu, sem dúvida alguma, um aumento expressivo da produção mundial de alimentos, mas trouxe na sua esteira contaminação e degradação dos solos, perda de biodiversidade e exaustão vegetativa

face ao uso intensivo de pesticidas. Externalidades que os bioinsumos podem ajudar a mitigar.

O Brasil, em função da sua rica biodiversidade, tem um enorme potencial para produzir insumos biológicos. Segundo o Departamento de Apoio à Inovação Agropecuária do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), os biodefensivos movimentaram, em 2022, R\$ 1,3 bilhão, um aumento de 37% em relação à safra anterior. Ainda que os números estejam distantes dos gastos com defensivos tradicionais - R\$ 52,1 bilhões, em 2021-, a produção de biológicos está em forte expansão. Na safra 2022/2023, houve aumento de 30% e, na safra 2023/2024, foram registrados mais de R\$ 5 bilhões em vendas.

Levantamento realizado a partir dos dados do AGROFIT, banco de informações sobre os produtos agroquímicos do MAPA, mostra que já existem 136 empresas com biológicos registrados no Ministério, disponibilizando mais de 620 produtos ao mercado, dos quais 192 foram registrados em 2024. São bioinoculantes, como fixadores de nitrogênio e promotores de crescimento, biodefensivos, como bioinseticida, bionematicida e bioacaricida, e biofertilizante, como aminoácidos, extrato de algas, extratos vegetais.

O setor está crescendo a uma média anual de 21% e a taxa de adoção de bioinsumos por agricultores brasileiros é uma das maiores do mundo, em grande medida em função do sucesso de tecnologias desenvolvidas aqui mesmo em terras tropicais como a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) na cultura da Soja. As pesquisas com FBN começaram ainda na década de 1960 e possibilitaram a redução de gastos com fertilizantes e o aumento da produtividade.

O expoente dessa revolução foi Johanna Döbereiner, alemã de nascimento e naturalizada brasileira. Essa cientista iniciou suas pesquisas no antigo Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária, onde estudou a fundo o uso de bactérias

para fixação de nitrogênio. A inoculação do microrganismo em suas raízes, possibilitou a leguminosa obter nitrogênio diretamente do ar e fixá-lo no solo. A FBN transformou o Brasil no maior produtor mundial do mundo e uma economia, segundo a Embrapa, de cerca de 72 bilhões de reais nas importações de fertilizantes somente na safra de 2022/2023.

Isso sem mencionar os benefícios ambientais. Estima-se que a produção de 1 kg de fertilizante nitrogenado sintético seja responsável pela emissão de 10 kg de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq). Considerando que, aproximadamente, 80% da área cultivada de soja no país utiliza a FBN, o Brasil deixa de emitir, anualmente, 430 milhões de toneladas de Gases de Efeito Estufa.

Outra biotecnologia de sucesso é o controle da broca-da-cana, responsável por prejuízos de R\$ 8 bilhões, segundo o Centro de Tecnologia Canavieira - CTC. Na década de 1970, desenvolvemos um dos mais bem sucedidos programas de controle biológico do mundo introduzido o uso de uma vespinha, *Apanteles flavipes*, que predava as lagartas da broca, impedindo que elas completassem o seu ciclo de vida. Atualmente, o agente biológico é outra vespa, *Cotesia flavipes*, que parasita ovos das larvas, controlando a infestação. A grande vantagem da *Cotesia* em relação à *Apanteles* é sua capacidade de parasitar a larva mesmo após a entrada no colmo da cana.

São exemplos exitosos como esses que tem garantido o uso, cada vez maior, de biológicos no campo. Estima-se que área tratada com bioinsumos, na safra 2024/2025, pode chegar a 155,4 milhões de hectares, considerando o número de aplicações na mesma área - um aumento de 13% em relação à safra anterior.

Os bioinsumos são sinônimo de sustentabilidade. Somos o maior produtor e exportador mundial de soja, açúcar, café e suco de laranja. O maior exportador mundial de carne bovina e de frango e figuramos entre os maiores produtores

# 30 ANOS DE SOLUÇÕES DE QUALIDADE

**MATÉRIAS-PRIMAS**  
Para as Indústrias e Produtores do Setor

**NUTRIÇÃO E MICRONUTRIENTES**

**ADJUVANTES**

**TRATAMENTO DE SEMENTES**

30 ANOS **rigrantec**

Conheça  
nossos  
produtos.



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

de milho do planeta. E, para safra 2024/2025, a previsão é de 325 milhões de toneladas de grãos – novo recorde. A Organização das Nações Unidas (FAO) para a Alimentação e a Agricultura deposita em nossa agricultura todas as esperanças para garantir a segurança alimentar mundial.

Se somos convocados a aumentar a produção, somos cobrados também para desenvolver sistemas produtivos menos impactantes. Hoje não basta produzir. É preciso que essa produção respeite as fragilidades ambientais. Já não se aceita mais a carne bovina associada ao desmatamento da Amazônia. Todos questionam de onde vem a soja e o açúcar. Sem falar nos efeitos nocivos dos agroquímicos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

O problema é que a agricultura tropical, ao mesmo tempo que possibilita grandes produções - até 3 safras por ano-, favorece o aparecimento de muitos insetos e fungos. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), aproximadamente 40% da produção agrícola global é perdida para os insetos, um prejuízo de mais de US\$ 220 bilhões todos os anos. Se por um lado o uso de defensivos químicos é fundamental para se produzir cada vez mais, por outro em uma agricultura sustentável é imprescindível substituí-los por tecnologias menos impactantes. A exemplo do controle da *Helicoverpa* sp.

A lagarta ocorre em várias culturas como tomate, cereais, citros, algodão, feijão, milho e, especialmente, soja, onde tem provocado severos prejuízos. Registrada no Brasil em 2013, tornou-se um pesadelo para os produtores de grãos em função da sua mobilidade - os adultos podem migrar para mais de 2.000 km de distância, e pela resistência que a praga adquiriu a inseticidas. Estimam-se em US\$ 5 bilhões as perdas causadas por essa espécie em todo o mundo.

Seu controle deve ser feito com diferentes estratégias, de forma integrada, buscando atingir um controle eficiente sem promover o surgimento

de resistências. Uma única fêmea, durante o período de oviposição, pode colocar de até 3.000 ovos sobre as plantas, o que dá ideia do seu alto potencial reprodutivo. O uso de biológico, nesse caso, tem sido um grande aliado. Deve-se identificar a praga corretamente, realizar o monitoramento, conhecer a dinâmica populacional, entender os fatores ambientais e, principalmente atacar a praga no seu ponto de fraqueza.

Nesse controle, os inseticidas biológicos seletivos tem alcançado grandes resultados, como os à base de vírus que controlam até 95% das lagartas com até 1 cm. Utilizado em 1 milhão de hectares de soja no Brasil, o produto tem evitado a aplicação de cerca de 1,2 milhão de litros de inseticidas nas lavouras brasileiras. Menos impacto ao meio ambiente e à saúde da população.

Os bioinsumos estão fomentando também a inovação tecnológica, haja vista que esses produtos demandam nova abordagem, novos paradigmas. Um bom exemplo é a produção de sulfato de potássio, a partir das cinzas produzidas na caldeira da fábrica de celulose da Klabin – um processo revolucionário. É bom lembrar que o Brasil é altamente dependente da importação de potássio (K), mais de 95% do que consome, aproximadamente 14 milhões de toneladas, só em 2024.

A produção ocorre na Unidade Puma da empresa, onde as cinzas passam por um procedimento que separa o potássio dos elementos prejudiciais às caldeiras. Com essa nova tecnologia, pode-se recuperar o fertilizante na forma de sulfato cristalizado, resultando em um novo produto de grande importância na composição de fertilizantes. O que antes era submetido ao tratamento dos efluentes da planta, e perdido, agora pode produzir aproximadamente 22 toneladas sulfato de potássio/dia.

E mais: os bioinsumos estão gerando milhares de empregos diretos e indiretos, com elevada qualificação profissional. Segundo a Michael Page, uma das maiores consultorias especializadas em recrutamento, a

elevada demanda pelos bioinsumos provocou uma onda de contratações de profissionais neste setor, com as contratações crescendo 27% em 2024, especialmente para cargos de gerência. Mas faltam técnicos que entendam de biológicos.

Temos inúmeros pesquisadores na área, mas ainda poucos técnicos preparados para atender as necessidades das empresas. Nesse sentido, e como esse profissional não está disponível no mercado, é necessário incentivar a aproximação da pesquisa e do setor produtivo, estabelecendo parcerias, para formação de profissionais com capacitação técnica adequada. Praticamente todos os players do mercado tradicional de insumos agrícolas estão investindo em bioinsumos e a demanda por mão-de-obra qualificada, e muito bem remunerada, só vai aumentar.

Uma iniciativa que merece destaque foi a criação, em 2022, da UniBiotrop, uma Universidade Corporativa, com contou com a colaboração da Faculdade de Agronegócios de Holambra (Faagroh) e a SmartMip – empresa de pesquisa associada à incubadora da USP/ESALQ (ESALQTEC) para o treinamento de estudantes prestes a concluir a graduação. É assim que as empresas estão formando seus quadros e retendo talentos.

Os bioinsumos eram vistos, até bem pouco tempo, como uma alternativa ao tratamento convencional. Hoje são o único caminho. Uma sustentabilidade exigida ao longo de toda a cadeia, especialmente pelo consumidor, cada vez mais seletivo.

É entusiasmante perceber como o produtor rural, e toda nossa cadeia produtiva, têm assimilado esses princípios. Com espírito empreendedor e inovador, o nosso homem do campo tem sido vanguarda na incorporação desses novos insumos. O Brasil, destacadamente, é o País que mais assimilou o uso dos bioinsumos, cuja adesão acontece de forma sem paralelo no mundo.

A agricultura sustentável é uma grande oportunidade para o agro brasileiro.

# Mais do que uma distribuidora de produtos químicos, somos a extensão do seu negócio.

Com 9 centros de distribuição estrategicamente localizados no Brasil, presença consolidada na Argentina e no México, e uma rede de cerca de 400 fornecedores globais, somos uma das principais distribuidoras de produtos químicos na América Latina.

Nossa missão é ser uma parceira global de confiança, oferecendo serviços e soluções inovadoras para impulsionar o desenvolvimento do seu negócio.

**Descubra como nossas soluções podem transformar sua próxima criação!**

[www.anastacio.com](http://www.anastacio.com)

11 2133-6600 | [in](#) [f](#) [@](#)

Canal digital exclusivo para pedidos de cotações: ☎ (11) 96623 0075





**JOSÉ  
EUSTÁQUIO  
RIBEIRO  
VIEIRA FILHO**

INSTITUTO DE PESQUISA  
ECONÔMICA APLICADA  
(IPEA)

# Geopolítica

## A questão geopolítica no mundo e no agronegócio brasileiro

O governo republicano de Donald Trump venceu as eleições presidenciais, tanto no voto popular, quanto no voto distrital. Ademais, obteve maioria no congresso. Foi uma vitória histórica. Logo, é um governo muito forte para implementar políticas.

Com este resultado, o mundo caminha para uma nova reorganização geopolítica, principalmente entre os EUA, a China e a Rússia. A União Europeia saiu enfraquecida nessa nova estrutura. Os embates são econômicos, políticos e ideológicos. A reciprocidade tarifária foi apenas o começo. As tarifas recíprocas devem eliminar taxas reduzidas que vigoravam há décadas. A medida visa equiparar impostos praticados por outros países e combater barreiras comerciais que dificultam o livre mercado com a economia americana.

A proposta busca reduzir o déficit da balança comercial dos EUA, que alcançou US\$ 1,2 trilhão em 2024. O foco também está na mensuração das barreiras não tarifárias, como medidas sanitárias, barreiras técnicas e subsídios à exportação feitos por outros países. Em abril de 2025, os americanos aumentaram as tarifas de vários países e produtos. As importações chinesas, por exemplo, foram taxadas em 34%, enquanto as da União Europeia em 20%. Veículos automotivos, no geral, foram sobretaxados em 25%.

No caso brasileiro, o aumento anunciado foi de 10%. O governo Lula prometeu retaliar. Além disso, o nosso congresso sinalizou por aumento de tarifas de importações para produtos americanos. Entretanto, caso haja uma escalada da guerra comercial, tem-se o temor de que os americanos

possam subir ainda mais a tarifa dos importados brasileiros para 28%. Portanto, prudência é essencial daqui para frente.

***A intensificação da guerra comercial entre os EUA e o Brasil pode trazer consequências adversas para a economia brasileira, incluindo aumento da inflação, desvalorização da moeda, e dificuldades para o setor agrícola, destacando a necessidade de políticas diplomáticas e econômicas mais equilibradas***

Com esta situação, temos mais a perder do que a ganhar. O ambiente macroeconômico no nosso País é de juros altos (expectativa para mais de 15%), de inflação acumulada no limite superior da meta (4,5%), de gasto fiscal elevado (R\$ 48 bilhões de déficit primário em 2024) e de dólar em torno de R\$ 5,7. Ou seja, uma retaliação, com aumento das tarifas por parte do Brasil, pode inibir a queda da inflação e dos juros tão desejada na economia.

Este panorama é muito ruim. A guerra comercial elevará a inflação nos dois países. O dólar ficará mais forte, de um lado, e as moedas de mercados emergentes, como a do Brasil, mais desvalorizadas, de outro lado. Assim, o cenário será de maior dificuldade para o ajuste fiscal que precisamos e, portanto, continuaremos com taxas de

## Soluções Regulatórias para Fertilizantes, Controle Biológico e Afins



juros mais elevadas para conter o processo inflacionário interno. Juros mais altos inibem os investimentos aqui, o que prejudica a renovação das frotas de tratores e colheitadeiras agrícolas, a compra de fertilizantes, medicamentos e defensivos, bem como as inovações tecnológicas.

Segundo o relatório americano, desde 2022, ocorreu queda de 32% das exportações dos EUA para o Brasil. O governo americano critica o País pelo excesso de barreiras técnicas e sanitárias. Estimou-se que a perda de comércio entre os dois mercados representaria praticamente US\$ 8 bilhões, sendo o etanol responsável sozinho por US\$ 3 bilhões, ou 37,5% dessa fatia.

Enquanto o Brasil taxa o etanol importado dos EUA em 18%, o Brasil é taxado em suas exportações pelo mesmo bem para o mercado americano em 2,5%. Se há um país protecionista, este é o Brasil. No mercado de etanol, o Brasil exportou US\$ 1,5 bilhão para os EUA, em 2012, mas o número caiu para US\$ 182 milhões, em 2024. Conforme os americanos, a burocracia brasileira desmedida impede o avanço do comércio, assim como a revisão contínua de leis e normas dificulta a transparência e a previsibilidade.

Em 2024, as exportações do agronegócio brasileiro atingiram US\$ 164 bilhões. O setor foi responsável por 1/3 do produto interno bruto, 1/4 do emprego e 50% das exportações nacionais. Os principais mercados de destino das nossas exportações foram China (30%), União Europeia (14%) e EUA (7%). Cabe observar que os EUA já representaram uma parcela muito maior há 30 anos, algo em torno de 15%.

Quais seriam os impactos de uma guerra comercial mais intensa: i) redução ainda mais as exportações de açúcar e etanol para os EUA; ii) diminuição da renda e do emprego; iii) aumento nos preços de vários produtos em ambos os mercados; e iv) impacto

negativo na questão ambiental, já que essas medidas vão reduzir o mercado de biocombustíveis. É preciso notar que o protecionismo, de qual lado for, não é solução eficaz para proteger a indústria nacional, pois reduz a competitividade e a inovação. Ao contrário, é importante promover a concorrência justa e o livre mercado, para que os negócios possam prosperar.

Aproveitar o momento e reduzir tarifas seriam uma alternativa viável. Caso isso ocorresse, haveria maior competição das empresas americanas no mercado nacional, o que estimularia a competição, a inovação e a eficiência produtiva das empresas brasileiras. O consumidor se beneficiaria por pagar um preço mais baixo pelo combustível ou mesmo por qualquer outro produto que viesse a se beneficiar das reduções tarifárias. Este é um jogo de soma positiva, em que todos os lados ganham.

No passado, quando o primeiro governo Trump iniciou a guerra comercial com a China, o Brasil se beneficiou, pois ocupou o espaço da economia americana no mercado asiático. No presente, o governo brasileiro se mostrou muito hostil à campanha eleitoral do presidente Trump. As relações que eram amistosas se tornaram mais invasivas. O resultado, positivo ou negativo, dependerá de amplo equilíbrio geral, uma vez que as medidas comerciais do presente são mais difusas do que as que foram concentradas no mercado chinês anos atrás.

Em toda essa situação, é curioso o grande paradoxo que se forma. Aqueles que defendiam o protecionismo são hoje contrários. Os falsos veganos agora comem carne. E os homens que prendiam sem o devido processo legal, no momento, temem a mão pesada do Tio Sam! Espero que nossos políticos e parlamentares sejam mais diplomáticos e hábeis para o bem da economia e do agronegócio brasileiro.

- ✓ Registro de Fertilizantes, Substratos, Inoculantes, Controle Biológico e Afins.
- ✓ Registro de Estabelecimentos Produtores, Importadores e Comerciantes junto ao MAPA.
- ✓ Licença de importação de produtos e amostras visando o desenvolvimento técnico.
- ✓ Autorização de fertilizantes controlados junto à Polícia Federal e ao Exército.
- ✓ Cursos In Company conforme demanda, on-line e presencial.
- ✓ Articulação de parcerias entre empresas.
- ✓ Orientação e preparação dos relatórios periódicos obrigatórios do Ministério da Agricultura.



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

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



(19) 9 9436-2161



**RENATO  
BURANELLO**

VBSO  
ADVOGADOS

# Geopolítica do alimento

## Geopolítica do alimento e a guerra tarifária de Trump

Nas últimas cinco décadas, o Brasil saiu da posição de importador de alimentos para se tornar uma potência agrícola exportadora. Nesse período, o preço dos alimentos caiu pela metade, permitindo maior acesso da população a uma alimentação saudável e diversificada, auxiliando na erradicação da fome. Esse é o maior ganho social da modernização agrícola e beneficiou, sobretudo, a população urbana, tirando o Brasil do mapa dos Países com insegurança alimentar. As perspectivas da agricultura brasileira são positivas. O crescimento da oferta de alimentos ocorrerá via aumento da produtividade, proporcionado pelo crescimento contínuo do uso da tecnologia na produção e pelo aumento da área agrícola, principalmente sobre áreas degradadas.

Ao longo dos últimos cem anos de história do Brasil, assistimos a duas transformações econômicas ocorridas no interior de nossas fronteiras. Políticas públicas específicas foram responsáveis por transformar a estrutura produtiva brasileira de agrária em agroindustrial. Assim, passamos a verificar uma revolução da atividade agrícola, ocorrida “porteira adentro”, com a adoção de inovação tecnológica adequada ao solo e clima tropicais. “Porteira afora”, essa revolução agrícola integrou processos comerciais, financeiros, logísticos e tecnológicos.

Em outubro de 1945, a Organização Mundial das Nações Unidas (ONU) lançava um esforço mobilizador para impulsionar a agricultura nos Países pobres e em desenvolvimento. No mesmo ano foi criada a Organização das Nações Unidas para Agricultura e

Alimentação (FAO). Até 1970, o crescimento agrícola era baseado em expansão de áreas e baixos índices de produtividade; realidade, todavia, alterada nas décadas que se seguiram à Revolução Verde no Brasil, nas quais os preços foram influenciados pelos choques de oferta.

Os ganhos de produtividade com a incorporação de novas tecnologias eram repassados ao preço final dos produtos, alterando o custo da cesta básica que sofria queda em seu valor real. Investimentos em ciência e tecnologia e a presença de agricultores dinâmicos em um ambiente competitivo mudaram essa realidade. A visão sistêmica e integrada das atividades antes e pós-porteira baseadas na matriz insumo-produto, agregaram ganhos de eficiência. O país é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de alimentos, fibras e energias renováveis.

O setor vem expandindo suas exportações de produtos agropecuários de forma acelerada nos últimos anos, principalmente após eventos como a guerra comercial entre a China e os EUA, a pandemia da covid-19 e a eclosão da guerra entre a Rússia e a Ucrânia. Em diversas commodities como soja, algodão, carne bovina, suco de laranja, entre outras do agro, já é o maior país exportador do mundo, considerando apenas países, e não blocos econômicos como a União Europeia. Nessa categoria, desde 2023 o Brasil superou os EUA, seu maior concorrente no comércio internacional de alimentos.

Considerando apenas os produtos classificados como commodities

agropecuárias e agroindustriais, as exportações brasileiras atingiram US\$ 137,7 bilhões em 2024. O montante posicionou o Brasil como o maior fornecedor mundial dessa classe de produtos, superando os americanos em US\$ 14,4 bilhões no mesmo ano. As exportações do complexo soja e de milho pesaram contra o agronegócio americano, uma vez que condições climáticas adversas afetaram a produção americana, diminuindo os embarques dos EUA dessas commodities a um nível inferior ao de 2022. Enquanto essas exportações americanas recuaram 14%, as brasileiras expandiram em 5,7% entre 2022 e 2023, resultado de duas safras recorde de grãos subsequentes no período. Já em 2024, tanto as exportações americanas quanto as do brasileiras registraram queda nessa classe de produtos<sup>1</sup>.

Está colocado o debate sobre a posição do Brasil na geopolítica mundial. A geopolítica é área do conhecimento que se dedica ao estudo das relações de poder entre Estados e territórios e sua organização a nível mundial – analisa temas como conflitos diplomáticos, políticos e territoriais, crises, evolução histórica da ordem política do espaço mundial, articulação entre Estados nacionais e atuação de organizações internacionais e blocos econômicos.

Conhecer a geopolítica, hoje, nos permite compreender como a ordenação espacial do mundo evoluiu a partir de uma perspectiva política, além de permitir desenvolvimento e visão crítica dos acontecimentos atuais, como o *protecionismo verde* europeu. Assim, também, na outra ponta do mundo ocidental do hemisfério norte, a guerra tarifária de Donald Trump para a taxa de produtos importados, com implementação do “Make America great again” (MAGA), que pode inaugurar complexas novas relações geopolíticas em um mundo que passará por crescimento menor e dificuldades para a transição energética.

Em resposta às sobretaxas adotadas pela Casa Branca, a China decidiu impor restrições para as importações agrícolas de produtores americanos.

Os chineses anunciaram retaliações às exportações americanas de soja, milho, frango, carne bovina. O único país do mundo que a capacidade, seja em termos de velocidade ou de escala para gerar esse efeito de substituição, é o agronegócio brasileiro.

O Brasil se coloca como uma “superpotência alimentar” e “grande exportador de sustentabilidade”, há fatores estruturais e conjunturais que posicionam o país como um fornecedor de alimentos confiável e diferenciado, a aliança entre agro e meio ambiente dá esse diferencial de sustentabilidade ao Brasil. A materialização desse posicionamento deverá decorrer de uma postura mais ativa no comércio exterior com um esforço de comunicação na ideia de “exportação de sustentabilidade”.

Talvez no rumo de uma nova ordem internacional, as medidas anunciadas pelo Governo Trump ignoram Instituições e Regras criadas desde o pós-guerra. Instituições foram criadas sob a liderança dos Estados Unidos e da Europa (ONU, GATT-OMC, FMI), que geraram abertura comercial, integrações econômicas e globalização. Ainda nas palavras de Marcos Jank<sup>2</sup>, passamos agora por medidas unilaterais contra blocos, países, setores e empresas. As instituições foram substituídas por conversas diretas, informais, assimétricas e transacionais, uma reordenamento do mundo em agrupamentos com forte componente ideológico.

Do lado estrutural, haverá uma demanda ainda maior de alimentos no mundo com uma importante mudança demográfica em curso no planeta. Entre os 198 países do mundo, 184 terão declínio populacional nos próximos 25 anos. Nove, entretanto, sustentarão um crescimento “robusto” da população global: três asiáticos (Índia, Paquistão, Indonésia); cinco africanos (Nigéria, Sudão, Tanzânia, Congo, Uganda); e os Estados Unidos.

Nessa correlação, entre os 735 milhões de habitantes em desnutrição, mais da metade, ou 402 milhões, estão localizados no continente asiático, seguidos pela África, com 282

milhões de desnutridos. Insegurança alimentar é definida pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como a “situação em que as pessoas não têm acesso seguro a quantidades suficientes de alimentos seguros e nutritivos para o crescimento e desenvolvimento normais e uma vida ativa e saudável”. A insegurança alimentar pode ser causada por vários fatores: os alimentos podem estar fisicamente indisponíveis em um determinado país ou região, podem ser inacessíveis mesmo que estejam disponíveis para compra ou pode haver uma distribuição desigual de alimentos entre os membros da família<sup>3</sup>.

***A guerra tarifária de Trump e a crescente demanda global por alimentos posicionam o Brasil como uma superpotência alimentar, destacando a importância de políticas estratégicas para consolidar sua liderança no mercado internacional e promover a sustentabilidade.***

Existem quatro grandes fornecedores de alimentos no mundo. A China, por conta do tamanho de sua população e do seu mercado, é importadora líquida de alimentos. A Índia é outra grande produtora, mas com gravíssimos problemas de abastecimento hídrico, uma produção ainda muito voltada à economia de subsistência, em pequenas propriedades. Os Estados Unidos, com oscilações, mas sem ter tanta competitividade em algumas áreas, e quem pode responder a esse desafio? É o Brasil! É o único país que tem “um teto retrátil para produzir com sustentabilidade”. Tem as maiores reservas hídricas do mundo, tem um fenômeno extraordinário, que são os rios voadores. “A geopolítica em torno de todas essas tensões está convocando o Brasil a ser uma superpotência alimentar”, conclui Troyjo<sup>4</sup>.

O Brasil deve continuar expandindo sua presença no mercado de

<sup>1</sup> COMÉRCIO INTERNACIONAL Fev/2025. *Working paper* n.2/2025. Insper Agro Global, fevereiro /2025.

<sup>2</sup> Insper Agro Global. Apresentação ao COSAG/FIESP, “Geopolítica e seus efeitos sobre o agronegócio”, em 10 de março de 2025.

<sup>3</sup> <https://www.fao.org/hunger/en>

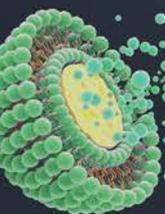
<sup>4</sup> CNN Entrevistas, concedida em 9 de março de 2025. <https://www.cnnbrasil.com.br/politica/brasil>

## Portfólio completo de fertilizantes para todas as etapas do cultivo.

Aminotech (tecnologia NANOCAP)  
Bioativadores (bio estimulantes)  
Protec (indutores de resistência)  
Nutre (corretor de carência)  
Valora (tecnologia de aplicação)  
Solo Vivo (condicionador de solo)



## TECNOLOGIA EXCLUSIVA EM BIOCÁPSULAS



Apresentamos a tecnologia **NANOCAP FITOTRONIC**, que quelata nutrientes em biocápsulas de aminoácidos, garantindo absorção rápida e maior translocação. Combinando algas, bioestimulantes e nutrientes, essa **inovação Omega® melhora a eficiência das rotas metabólicas.**

## SEJA NOSSO PARCEIRO B2B

Sua fórmula, nossa expertise!  
Produzimos seu fertilizante, envasamos e entregamos com a identidade da sua marca.

**Sempre inovando, sempre no futuro.**  
Acesse o site e conheça nosso portfólio.

25 ANOS



commodities agropecuárias e agroindustriais, impulsionado por safras recordes e pela crescente demanda de países emergentes, especialmente no Oriente Médio e Sudeste Asiático. No entanto, desafios estruturais persistem, como a necessidade de agregar valor aos produtos e diversificar mercados para reduzir a dependência de poucos parceiros comerciais. Nos Estados Unidos, a tendência aponta para uma estabilização das exportações, com maior foco em especialidades agrícolas e alimentos processados, setores onde já possuem uma posição consolidada.

As dinâmicas geopolíticas influenciarão significativamente o desempenho do agronegócio brasileiro e americano. O Brasil pode se beneficiar de tensões comerciais entre os EUA e países como China e Canadá, redirecionando parte da demanda global para sua produção agrícola. Entretanto, o impacto pode ser menor do que na primeira fase da guerra comercial sino-americana, pois a China busca evitar uma dependência excessiva do agronegócio brasileiro, que já representa 22% de suas importações do setor. Além disso, os EUA devem utilizar tarifas retaliatórias mais como ferramenta de negociação do que como medidas definitivas, como evidenciado pela recente suspensão de tarifas ao México e Canadá.

Diante desse cenário, investir em infraestrutura e remover barreiras comerciais será essencial para ampliar o acesso a novos mercados. O Acordo UE-Mercosul, assinado em dezembro do ano passado, representa uma oportunidade estratégica para o Brasil diversificar suas exportações e não depender exclusivamente de tensões comerciais para impulsionar suas vendas. A volatilidade geopolítica continuará sendo um fator determinante no comércio internacional, tornando a segurança alimentar ainda mais relevante, especialmente nos países emergentes que buscam reduzir sua exposição a conflitos internacionais.

Nesse contexto, o Brasil tem potencial para ampliar sua participação global, conforme indicam projeções do USDA: até 2034, o país deverá se consolidar como o maior exportador de milho do mundo, com vendas estimadas em 77,5 milhões de toneladas, superando os 63,5 milhões de toneladas projetadas para os EUA. Além disso, produtos como carne bovina e frango brasileiros devem expandir ainda mais sua inserção no mercado internacional.

As perspectivas de longo prazo são favoráveis ao agronegócio brasileiro, mas exigem planejamento estratégico para consolidar sua liderança global. O crescimento sustentável dependerá da continuidade de safras expressivas, do aumento da demanda global e da capacidade de diversificar mercados, agregar valor aos produtos e fortalecer a infraestrutura logística. Além disso, a resiliência frente a choques exógenos, como oscilações cambiais, barreiras comerciais e mudanças climáticas, será crucial para manter a competitividade. Se bem-sucedido, o Brasil poderá consolidar ainda mais a sua posição como maior exportador mundial de commodities.

Por fim, o mundo atual é marcado por diversidade de temas que envolvem diferentes Países e regiões do globo. Essas questões podem ser de natureza econômica, política, militar, cultural ou ideológica e podem gerar cooperação ou conflito entre os intervenientes. São diversas as questões globais (controle de recursos naturais, proteção do meio ambiente, promoção dos direitos humanos etc.) que refletem na complexidade e diversidade do cenário geopolítico global que envolve múltiplos atores, fatores e desafios. Neste contexto, se torna fundamental compreender as dinâmicas de poder que se estabelecem entre Países e territórios.



www.sicitgroup.com

Since the **1960s**, we have been your partner of choice for **premium ingredients** – fully dedicated to **enhancing your plant biostimulants** and specialty **fertilizers** for **optimal agronomic results**



### AMINO ACIDS & PEPTIDES

Hydrolyzed Proteins in different form and mix:  
Liquid  
Granules | Glycinates  
Specialty (mixed)



### SEAWEED EXTRACTS

Macrocystis pyrifera  
Durvillea antarctica  
Ulva lactuca  
Pyropia columbina



### PLANT EXTRACTS

**NEW LAUNCH IN 2025**

**New Moringa oleifera based line of products**

## HIGH-PERFORMANCE SOLUTIONS ENGINEERED TO MAXIMIZE CROP POTENTIAL

### How We Support Your Growth

- Pure B2B manufacturing
- R&D, Quality Control and Agronomic Labs
- Flexible Process with High Standardization
- Global Logistics
- Regulatory Support

Your Trusted Manufacturing Partner for Plant Biostimulants

Contact us to learn more about our dedicated solutions!  
SICIT GROUP | [agro@sicitgroup.com](mailto:agro@sicitgroup.com)

## 11ª edição do Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal

A 11ª edição do Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal está repleta de novidades e novos capítulos, destinados a fornecer informações relevantes para orientar estratégias e investimentos na indústria, guiar consumidores e contribuir para a formulação de políticas públicas em prol do setor de Insumos Agropecuários.

Esta edição foi estruturada para apoiar a tomada de decisões por parte das empresas, orientar consumidores, subsidiar a formulação de políticas públicas e ampliar o conhecimento técnico disponível para os diversos atores do setor.

No capítulo dedicado à Abisolo são apresentados os principais avanços institucionais da entidade, como a reestruturação da equipe executiva, os desafios regulatórios previstos para 2025, a apresentação do Programa de Proficiência Abisolo (PPA), a Agenda Legislativa setorial e as ações programadas no âmbito da Academia Abisolo.

O capítulo Ciência e Tecnologia reúne artigos elaborados por pesquisadores e especialistas de referência, abordando temas de interesse da indústria, profissionais da área e demais stakeholders do setor.

Como destaque desta edição, o Caderno Especial – Bioinsumos e Mudanças Climáticas traz contribuições inéditas sobre o uso de extratos de algas, L-aminoácidos, extratos vegetais e microrganismos, com foco na mitigação dos

efeitos dos estresses abióticos e no fortalecimento de práticas mais sustentáveis na agricultura.

Os resultados da “Pesquisa Nacional 2025” junto às Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal estão detalhados no capítulo de “Inteligência de Mercado”, refletindo dados de mercado de 2024 e as expectativas para 2025. Como uma novidade desta edição será apresentado a quantificação das empresas produtoras e importadoras de fertilizantes no Brasil, oferecendo uma visão mais abrangente das empresas que estão atuando no setor.

Encerrando a publicação, o Guia de Mercado das Indústrias Brasileiras de Tecnologia em Nutrição Vegetal reúne as informações atualizadas das empresas associadas à Abisolo e das empresas anunciantes desta edição.

Ressaltamos que todo o conteúdo do anuário foi elaborado com base em fontes técnicas e institucionais, mantendo uma abordagem isenta, sem a pretensão de esgotar todos os aspectos dos temas abordados, mas com o objetivo de contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento e fortalecimento do setor.

Estamos à disposição dos leitores para esclarecer dúvidas, abordar controvérsias e receber sugestões que contribuam para a melhoria contínua do nosso Anuário.

Boa leitura!



# FONTE DE NITROGÊNIO E MEIOS DE CULTURA ESPECIALIZADOS PARA **BIO-AGRICULTURA**

From Yeast to Harvest:  
Fermenting Potential, Cultivating Tomorrow



Inoculante



Biopesticidas



Biofungicidas



Biorremediação



Biofertilizantes



Bioestimulantes

## PRODUTOS

**Extratos de Levedura**

**Peptonas**

**Meios de Cultura**

A Angel Yeast é uma empresa líder global em biotecnologia de leveduras que desenvolve soluções inovadoras para os setores de biotecnologia, alimentos e fermentação microbiana em geral.

No mercado brasileiro de bioagricultura industrial, a Angel Yeast é amplamente reconhecida pelos usuários finais e comprometida em oferecer soluções sustentáveis e inovadoras para fermentação de Bioinsumos, incluindo fontes de nitrogênio (com variados tipos extratos de levedura, peptonas) e meios de cultura otimizados.



# BANDEIRANTE BRAZMO: CONECTANDO O AGRONEGÓCIO ÀS MELHORES SOLUÇÕES QUÍMICAS.

No setor do agronegócio, a eficiência é fundamental. É por isso que a Bandeirante Brazmo oferece um portfólio completo de insumos de alta tecnologia, qualidade e soluções sustentáveis, desenvolvidos para atender às demandas mais exigentes do agronegócio. Com uma logística ágil e um time de especialistas técnicos, somos o parceiro que conecta você à inovação.



ESCANEE E CONHEÇA  
NOSSO PORTFÓLIO

Siga  
[@bandeirantebrazmo](#)  
em nossas redes!



**BANDEIRANTE  
BRAZMO**

Nossa química, sua vida

# A Abisolo

*01*



## Reestruturação da Equipe Executiva

Representar um setor de múltiplos segmentos e assegurar a continuidade dos bons serviços prestados aos associados requer, além de conhecimento técnico e visão estratégica, uma equipe robusta e especializada. Em um ambiente cada vez mais dinâmico e desafiador, a consolidação de uma equipe é essencial para assegurar bons resultados e ampliar a “percepção de valor” dos associados e dos diversos Stakeholders com interesse no setor.

Nos últimos 2 anos fortalecemos nossa equipe executiva e criamos funções estratégicas para ampliar a nossa capacidade de atuação nos mais diversos temas liderados pela nossa entidade.

**As posições da equipe executiva são:**

**Diretor de Operações:** Dirige as operações da entidade, coordena o planejamento estratégico, o orçamento econômico-financeiro e o plano de investimento visando alcançar os objetivos propostos. Monitora a implementação e aplicação de políticas, processos e procedimentos organizacionais.

**Coordenador de Assuntos Regulatórios:** Lidera a construção de propostas normativas e articula a sua implementação junto aos órgãos reguladores; orienta as empresas associadas visando o cumprimento das normas e exigências legais.

**Coordenadora de Relações Governamentais:** Realiza análises da conjuntura política e de impacto normativo, avalia riscos e cenários e monitora as principais discussões governamentais que impactam o setor; participa da definição de estratégias de ação e da articulação de sua implementação.

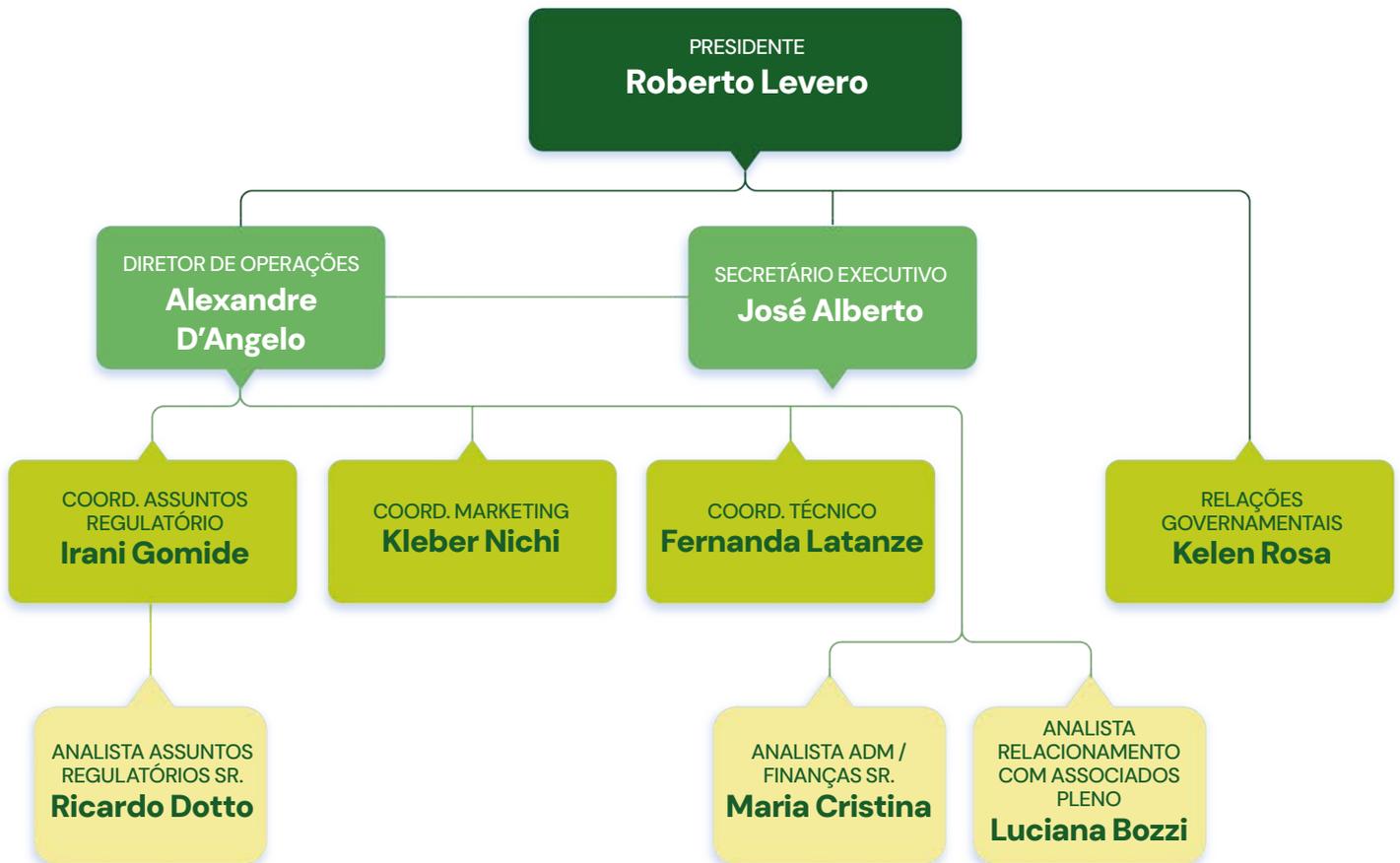
**Coordenadora Técnica:** Produz conteúdo técnico e dá suporte técnico para as áreas de marketing, comunicação e assessoria de imprensa; faz a interface entre a entidade e a comunidade acadêmica; coordena o Programa de Proficiência e participa da construção de cursos de qualificação técnica.

**Coordenador de Marketing:** Responsável por promover a imagem institucional, através do planejamento e execução de estratégias de marketing que comuniquem as ações e as iniciativas da associação.

**Analista de Assuntos Regulatórios:** Monitora, participa da construção, analisa e orienta as empresas associadas nas questões regulatórias visando o cumprimento das normas e exigências legais.

**Analista de Relacionamento:** Assegura que todos os associados tenham conhecimento dos projetos e ações da entidade; identifica demandas dos associados e direciona para as áreas de interesse para atendimento.

## NOVO ORGANOGRAMA



### NOVOS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO: INSUMOS DE BASE BIOLÓGICA E ADJUVANTES

Na Assembleia Geral Extraordinária realizada em 15 de dezembro de 2023 nossos associados aprovaram a ampliação do escopo de atuação da entidade incluindo os adjuvantes e os insumos de base biológica. A partir desta decisão, lideramos a construção do texto substitutivo ao PL 658/21, que com o apoio de 52 entidades, fundamentou a Lei Nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024. Em 2025, nosso foco estará na regulamentação da Lei.

No segmento de adjuvantes, estamos construindo uma proposta de regulamentação com o objetivo de estabelecer parâmetros mínimos de qualidade e eficiência, e buscar isonomia tributária com os demais insumos agropecuários e consolidar as bases para o desenvolvimento e valorização do setor.

### CONFIRA NOVO VIDEO INSTITUCIONAL ABISOLO



# Os desafios da regulamentação em 2025

## AUTOCONTROLE, BIOINSUMOS E REVISÃO DE NORMAS DE CORRETIVOS DE SOLO

### Autocontrole

A lei nº14.515 de 29/12/2.022 que instituiu o Autocontrole para os agentes privados regulados pela Defesa Agropecuária trouxe também alterações estruturais importantes para o segmento de insumos agropecuários dentre elas a padronização dos procedimentos de fiscalização, a criação de uma terceira instância de julgamento administrativo e a padronização das sanções e penalidades.

O grande desafio é a padronização entre os 18 segmentos regulados pela Defesa Agropecuária que apresentam características bastante distintas entre si. Muito se discutiu a regulamentação em blocos, porém sem efeito prático. Este sem dúvida é um fator que dificultou o cumprimento dos prazos determinados para a publicação da regulamentação da Lei. Até o momento não há um novo regulamento específico publicado e em vigor.

A primeira proposta de Regulamento foi a relativa à uniformização dos procedimentos do processo administrativo de fiscalização agropecuária; a Comissão Especial de Recursos de Defesa Agropecuária e os procedimentos para celebração de Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, que abrange todos os segmentos regulados da mesma forma. Apesar da publicação da consulta pública ter ocorrido em março de 2023, o texto discutido e consensado pelo MAPA ainda não foi publicado na forma de Decreto. Por ser um decreto de caráter geral, ele tem prioridade em relação aos específicos.

Uma das preocupações do nosso setor é o fato da revogação explícita das infrações e penalidades constantes da Lei 6.984/1980, bem como

a gradação e valores das multas que tiveram a estrutura alterada pela Lei. Isto cria uma insegurança jurídica muito grande. Assim é fundamental a adequação do decreto 4.954/2.004, para, no mínimo, ajustar as infrações e penalidade aos comandos da Lei 14.515/2.022.

Em dezembro de 2.023 o MAPA iniciou o processo de discussão do Decreto Técnico e Específico com a apresentação de uma proposta. De fato, houve um esforço conjunto com o MAPA e demais entidades setoriais para um texto de Decreto que atendesse minimamente a adequação às novas regras determinadas na nova Lei, encerrado em meados de abril de 2.024. Estamos aguardando a publicação para acessar o texto final.

Com relação ao Autocontrole em si, estamos aguardando a edição de normas complementares para dispor sobre os requisitos básicos dos programas. Mesmo assim, apresentamos a proposta setorial para o MAPA em outubro de 2023.

### Bioinsumos

A Lei nº 15.070 foi publicada em 23 de dezembro de 2024 e representa uma profunda alteração no cenário regulatório por englobar vários segmentos que até então eram tratados em Normas específicas, por finalidade. Assim a Lei em questão reúne as finalidades nutricionais, sanitárias, estimulantes etc., aplicadas na agricultura, pecuária, aquífera e florestal. Além disso a Lei prevê produtos de múltipla finalidade.

A questão principal é que sendo uma Lei abrangente ela exige uma

regulamentação que possa ser aplicada para os diferentes segmentos. A construção de uma mesma linguagem entre segmentos distintos é o grande desafio. Não se trata apenas de definir critérios para registros, especificação e finalidade dos produtos - parte destes já estão definidos e pacificados nas regulamentações específicas e bastaria serem aperfeiçoados e reagrupados. Entretanto, a padronização é sem dúvida o principal tema a ser enfrentado.

O MAPA pretende criar um Grupo de Trabalho Oficial com representantes das entidades setoriais, públicas e privadas, para apresentar uma proposta de regulamentação dentro de um prazo determinado. Lembrando que a Lei estabelece um prazo de um ano para a regulamentação pelo MAPA. Ainda estamos no começo do prazo.

### Revisão IN 35 (Corretivos)

A questão dos condicionadores de solo estava prevista para ser tratada logo após a publicação da IN 61/2020 que trata dos fertilizantes orgânicos e incluiu importantes atualizações e simplificações.

É fundamental que os condicionadores de solo tenham tratamento similar aos critérios estabelecidos na Lei IN 61/2.020, pois a base é a mesma. Hoje, temos tratamentos muito diferentes para produtos muito similares.

Além disso, é necessário também regular os condicionadores biológicos de solo, uma vez que o regulamento atual não traz nenhum critério específico para estes produtos, por consequência, são tratados como “produto novo”, com o processo de registro complexo e moroso.

Nossa proposta foi encaminhada ao MAPA no início de 2.021, mas até o momento não foi apreciada, provavelmente devido ao início das discussões sobre a regulamentação dos bioinsumos, onde esta categoria de produtos será enquadrada. Esperamos que no processo de regulamentação da Lei dos Bioinsumos esta questão seja resolvida.

# Programa de Proficiência Abisolo



Desde 2008, o Programa Interlaboratorial Abisolo tem desempenhado um papel essencial no fortalecimento da Garantia da Qualidade dos produtos das indústrias associadas, contribuindo diretamente para a segurança do produtor rural e para a credibilidade do setor. Ao longo dos anos, o programa evoluiu significativamente, incorporando novos componentes, metodologias e práticas técnicas.

Ao longo dos anos, o Programa passou por diversas melhorias. Ampliamos os temas abordados nos treinamentos práticos destinados aos técnicos de laboratório, incorporamos o Programa de Ensaio de Proficiência, implantamos o Programa de Certificação de Amostras e intensificamos ações corretivas. Também passamos a promover discussões técnicas mais aprofundadas, focadas nos principais pontos de atenção nas análises laboratoriais.

Diante dessa evolução, a mudança de nome para Programa de Proficiência Abisolo reflete com maior precisão o escopo ampliado e o novo posicionamento da iniciativa. O novo nome comunica com mais clareza os objetivos atuais do programa que são: fomentar a excelência analítica, apoiar o aprimoramento profissional e promover a melhoria contínua dos processos laboratoriais das empresas associadas.

## Relações Institucionais e Governamentais

Na área de relações governamentais e institucionais, avançamos muito. Ampliamos nossa capacidade de interlocução com parlamentares, o que tem fortalecido a nossa participação nas discussões relevantes para o setor.

Nossa participação no Instituto Pensar Agropecuária (IPA) tem sido efetiva, tanto em relação à busca de apoio das entidades aos nossos pleitos, quanto na viabilização da montagem de uma agenda legislativa que além de defender os interesses da nossa indústria, modernizem o marco legal e aumente a segurança jurídica. Nosso Presidente

é membro do Conselho Fiscal do Instituto.

O Departamento de Agronegócio da Fiesp (Deagro) tem sido um forte aliado nas demandas do setor de insumos para a produção agropecuária. Temas tributários e Regulatórios importantes para o nosso setor tem recebido grande apoio da Fiesp. Agora, com a nomeação do nosso Presidente como Diretor de Insumos do Deagro/Fiesp, pretendemos ampliar a agenda, sempre pensando na competitividade, na segurança jurídica e na valorização e desenvolvimento das indústrias de insumos e das agroindústrias.

Na Confederação Nacional da Indústria (CNI), participamos do Coagro - Conselho Técnico da Agroindústria e atuamos efetivamente na construção da agenda legislativa da indústria no ano de 2025. Como titulares do Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (Confert), a CNI nomeou a Abisolo como membro da Câmara Técnica das Cadeias Emergentes, onde atuamos para demonstrar a importância do nosso setor para o cumprimento dos objetivos do Plano Nacional de Fertilizantes e para buscar melhores condições de desenvolvimento para as nossas indústrias.



# Agenda Legislativa Abisolo 2025



Na agenda legislativa de 2025, elegemos temas prioritários, que consideramos de grande impacto para a nossa indústria.

Na área tributária, nossa prioridade é a aprovar regras mais adequadas para a renovação do Convênio ICMS 26/21, que vencerá em 31 de dezembro de 2025

E, considerando que nenhuma regra de renovação atenderá plenamente todas as empresas de fertilizantes, visto a diversidade de perfis de negócios; de portfólio de produtos; de localização e de mix de vendas entre os estados e DF, nosso entendimento é o de que a renovação deverá ter como resultado a redução da alíquota de 4% para os fertilizantes; o retorno do aproveitamento integral dos créditos e o retorno às regras do Convênio 100/97 para os demais insumos para a produção agropecuária. É importante lembrar que a alíquota de 4% sobre os fertilizantes resultou, segundo estudo da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em tributos da ordem de



R\$ 11,8 bilhões no período de 4 anos. Se levarmos em conta que a tributação teve como contrapartida o aumento da produção nacional de fertilizantes – que não aconteceu, não faz nenhum sentido manter a alíquota nos padrões atuais.

Outro tema prioritário na nossa agenda é a aprovação dos Projetos de Lei 4070/23, apensado ao PL 2022/22, aprovado na Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural, que tramitará na Comissão de Finanças e Tributação e na Comissão de Constituição e Justiça da Câmara dos Deputados. O objetivo das propostas legislativas é dar a correta interpretação à Lei nº 10.925/2004 – que estabelece alíquota zero de PIS/Cofins para os insumos agropecuários.



Também é prioridade a aprovação do Projeto de Lei 138/23, que permitirá aos Estados e ao Distrito Federal não exigirem o estorno de crédito de ICMS.

Outro desafio é incluir no “Anexo IX” da Lei 214/25 que regulamentou a Reforma Tributária, os fertilizantes que não foram contemplados com a redução da base de cálculo. Apresentaremos nosso pleito para a Comissão formada pela Receita Federal, pelo MAPA e pelo Comitê Gestor do IBS na primeira reunião do grupo agrícola.

# Academia Abisolo

Entre as iniciativas previstas para 2025, destaca-se o lançamento do curso online de análises químicas, que passará a integrar de forma permanente as ações da Abisolo voltadas à qualificação técnica e à garantia da qualidade. A proposta é oferecer aos associados suporte contínuo à capacitação dos profissionais de laboratório, contribuindo para a padronização dos processos analíticos e para o fortalecimento dos controles de qualidade. Empresas não associadas que tiverem interesse no tema, poderão participar mediante a inscrição paga, ampliando o alcance da iniciativa e promovendo o aperfeiçoamento técnico em toda a cadeia produtiva.

Em outubro, durante o evento Conexão Abisolo, será lançado o livro Interações entre Fisiologia e Nutrição de Plantas - Aspectos Gerais e Aplicados de autoria do Professor Átila Mógor, uma publicação inédita voltada aos profissionais do setor. A obra abordará os processos de adaptação das plantas para manter a homeostase de nutrientes, desde a germinação até a fase de produção, com ênfase no metabolismo, nos nutrientes e hormônios vegetais, além do papel dos nutrientes na adaptação aos estresses abióticos. Com redação objetiva e conteúdo ilustrado, o material será uma ferramenta técnica de alto valor para formação, consulta e atualização de conhecimento em fisiologia vegetal e nutrição de plantas.

# Conexão Abisolo



Em outubro de 25 realizaremos, de forma integrada, a 2ª edição do Fórum de Fertilizantes de Matriz Orgânica e a 3ª edição do Simpósio Latino-Americano sobre Bioestimulantes na Agricultura (SLABA), que juntos formam o “Conexão Abisolo”.

Criado em 2023, o I Fórum de Matriz Orgânica se destacou como um dos principais eventos do setor, apresentando os mais relevantes avanços em fertilizantes orgânicos, organominerais e condicionadores de solo. A primeira edição superou as expectativas iniciais, com o dobro de participantes previstos o que demandou a ampliação da área de exposição e do auditório.

O Simpósio Latino-Americano sobre Bioestimulantes, idealizado e coordenado pelo Prof. Dr. Marciel Stadnik (UFSC), teve suas duas primeiras edições realizadas em 2017 e 2018. Ambas foram consideradas marcos relevantes para o setor, reunindo os principais especialistas mundiais na área de bioestimulantes e promovendo debates de alto nível técnico e científico.

A realização simultânea dos dois eventos ampliará o impacto e a abrangência das discussões, promovendo uma conexão única entre os temas de fertilizantes de matriz orgânica e biofertilizantes. Com isso, buscamos fortalecer o nosso papel como ponte entre o conhecimento técnico-científico e a realidade produtiva, como referência na difusão de tecnologias e na articulação setorial em prol de uma agricultura mais sustentável e eficiente.



**A SEGURANÇA QUE SUA  
EMPRESA PRECISA,  
COM A QUALIDADE QUE  
VOCÊ PROCURA.**

## Conheça nossos produtos



### Seguro Empresarial

Proteção para a sua empresa de estoque e equipamentos

### Seguro RC Ambiental

Tranquilidade da sua operação junto aos órgãos legais



### Seguro Transporte

A segurança de suas mercadorias durante todo o percurso

### Riscos Financeiros

Segurança e planejamento para evitar perdas significativas no seu caixa



### Seguros Pessoais

Seguro Saúde, Vida e Odonto para o cuidado de seus colaboradores

## Descontos exclusivos para associados Abisolo

 a2gseguros

 (11) 9 1376-8040

 [www.a2gseguros.com.br](http://www.a2gseguros.com.br)

 [atendimento@a2gseguros.com.br](mailto:atendimento@a2gseguros.com.br)

Entre em contato e  
conheça nossa  
consultoria





**IRANI  
GOMIDE  
FILHO**

COORDENADOR DE  
ASSUNTOS REGULATÓRIOS  
DA ABISOLO

# Reforma Tributária

## Emenda Constitucional nº 132

A Emenda Constitucional nº 132 que instituiu a Reforma Tributária e criou o CBS e IBS, determinou também a redução da base de cálculo em 60% para os “insumos agropecuários e aquícolas”, conforme Artigo 9º, inciso XI:

*“Art. 9º - A lei complementar que instituir o imposto de que trata o art. 156-A e a contribuição de que trata o art. 195, V, ambos da Constituição Federal, poderá prever os regimes diferenciados de tributação de que trata este artigo, desde que sejam uniformes em todo o território nacional e sejam realizados os respectivos ajustes nas alíquotas de referência com vistas a reequilibrar a arrecadação da esfera federativa.*

*§ 1º A lei complementar definirá as operações beneficiadas com redução de 60% (sessenta por cento) das alíquotas dos tributos de que trata o caput entre as relativas aos seguintes bens e serviços:*

.....

**XI - insumos agropecuários e aquícolas;**

.....”

Pelo Texto Constitucional não há nenhuma exceção e fica patente a intenção do Legislador de que a

redução da base de cálculo deve ocorrer para todos os insumos agropecuários e aquícolas.

Além disso, o artigo em questão remete para a Lei Complementar defina as operações beneficiadas pela redução nos tributos. De fato, o detalhamento é objeto de Lei Complementar e não assunto para constar na Carta Magna, mas é claro que o regramento geral deve ser seguido.

O grande problema gerado com a sanção da Lei Complementar nº 214/2025 decorre do critério adotado para a classificação dos produtos que integram os Insumos Agropecuários e Aquícolas sujeitos a redução da base de cálculo dos tributos.

A LC 214/2025 reafirma a redução da base de cálculo para os Insumos Agropecuários (artigo 128, inciso IX do capítulo III que trata “DA REDUÇÃO EM SESSENTA POR CENTO DAS ALÍQUOTAS DO IBS E DA CBS”), introduz

*Art. 128. Desde que observadas as definições e demais disposições deste Capítulo, ficam reduzidas em 60% (sessenta por cento) as alíquotas do IBS e da CBS incidentes sobre operações com:*

.....

**IX – insumos agropecuários e aquícolas;**

.....

Entretanto, ao mesmo tempo que concede a redução de acordo com a emenda Constitucional, introduz a estratégia de adotar classificação fiscal NCM/SH como forma de caracterizar este grupo de insumos, conforme artigo 138:

*“Art. 138. Ficam reduzidas em 60% (sessenta por cento) as alíquotas do IBS e da CBS incidentes sobre o fornecimento dos insumos agropecuários e aquícolas relacionados no Anexo IX desta Lei Complementar, com a especificação das respectivas classificações da NCM/SH e da NBS.*

*§ 1º A redução de alíquotas prevista no caput deste artigo somente se aplica aos produtos de que trata o Anexo IX desta Lei Complementar que, quando exigido, estejam registrados como insumos agropecuários ou aquícolas no órgão competente do Ministério da Agricultura e Pecuária.*

.....”

Na prática significa que mesmo sendo insumo agropecuário registrado no órgão competente do Ministério da Agricultura e Pecuária não é garantido que o terá a redução da base de cálculo. O produto precisa estar relacionado no Anexo IX e, além disso, o código de classificação NCM/SH precisa também estar constando.

Ao se analisar os produtos relacionados no Anexo IX deparamos com graves problemas, pois insumos de mesma classificação e utilização como fertilizante, por exemplo, que não estão contemplados na sua totalidade.

ANEXO IX INSUMOS AGROPECUÁRIOS E AQUÍCOLAS SUBMETIDOS À REDUÇÃO DE 60% (SESSENTA POR CENTO) DAS ALÍQUOTAS DO IBS E DA CBS		
ITEM	DESCRIÇÃO	NBS / NCM/SH
1	Biofertilizantes, em conformidade com as definições e demais requisitos da legislação específica	3101.00.00
2	Fertilizantes (adubos), em conformidade com as definições e demais requisitos da legislação específica	Capítulo 31
		3824.99.77
		3824.99.79
		3824.99.89

Como pode-se observar, no caso do item 2 “Fertilizantes”, só são considerados aqueles do capítulo 31, e misturas de macronutrientes e micronutrientes. Todas as matérias-primas e os fertilizantes simples fornecedores de Macro e micronutrientes não estão abrangidos pelo critério adotado na confecção do Anexo IX.

Isto decorre do fato de que muitos produtos que são usados como Fertilizantes constarem na classificação NCM/SH em outros capítulos como por exemplo 25, 27, 28 etc. Há, portanto, uma distorção entre a classificação fiscal do produto (que leva em conta apenas a composição do produto) e a sua finalidade de uso, no caso um Insumo Agropecuário.

Isto ocorre não só para os Fertilizantes, mas também em outros casos como condicionadores, biofertilizantes, adjuvantes etc.

Apesar do quadro preocupante apresentado existe a possibilidade de correção da distorção pois há um dispositivo no parágrafo 10 do artigo 138 da LC citado anteriormente que prevê a inclusão de outros insumos no anexo IX:

*“§ 10. Sem prejuízo da avaliação quinquenal de que trata o Capítulo I do Título III do Livro III desta Lei Complementar, o Ministro de Estado da Fazenda e o Comitê Gestor do IBS, ouvido o Ministério da Agricultura e Pecuária, revisarão, a cada 120 (cento e vinte) dias, por meio de ato conjunto, a lista de que trata o Anexo IX, tão somente **para inclusão de insumos de que trata o caput deste artigo que sirvam às mesmas finalidades daquelas já contempladas** e de produtos destinados ao uso exclusivo para a fabricação de defensivos agropecuários” (grifo nosso)*

Esperamos que as revisões previstas solucionem as divergências apontadas e permitam uma isonomia entre todos os insumos utilizados na Agropecuária Nacional e permitam a produção com preços mais acessíveis à população.



**IRANI  
GOMIDE  
FILHO**

COORDENADOR DE  
ASSUNTOS REGULATÓRIOS  
DA ABISOLO

# Classificação NCM

## Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)

A Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) é uma Nomenclatura regional para categorização de mercadorias adotada pelo Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai desde 1995, sendo utilizada em todas as operações de comércio exterior dos países do Mercosul.

A NCM toma por base o Sistema Harmonizado (SH), que é uma expressão condensada de “Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias” mantido pela Organização Mundial das Alfândegas (OMA), que foi criado para melhorar e facilitar o comércio internacional e seu controle estatístico.

De acordo com a receita Federal, a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) é fundamental para determinar os tributos envolvidos nas operações de comércio exterior e de saída de produtos industrializados. Além disso, a NCM é base para o estabelecimento de direitos de defesa comercial, sendo também utilizada no âmbito do ICMS, na valoração aduaneira, em dados estatísticos de importação e exportação, na identificação de mercadorias para efeitos de regimes aduaneiros especiais, de tratamentos administrativos, de licença de importação etc.

É um sistema ordenado que permite, pela aplicação de regras e procedimentos próprios, determinar um único código numérico para uma dada mercadoria. Esse código, uma vez conhecido, passa a representar a própria mercadoria.

Os seis primeiros dígitos da NCM seguem, por convenção internacional, o SH e seus dois últimos dígitos são definidos pelo Mercosul.

### Classificação:

Para a correta determinação do código NCM de um determinado produto é preciso observar as “REGRAS GERAIS PARA INTERPRETAÇÃO DO SISTEMA HARMONIZADO” cujo texto está apresentado no anexo único da Instrução Normativa RBF nº 2.169/2023, publicada em 08/01/2024.

Apresentamos a seguir algumas considerações sobre estas regras, destacando que o assunto não se esgota aqui, apenas tem o objetivo de apontar alguns aspectos mais relevantes.

A regra nº 1 determina que:

*“Os títulos das Seções, Capítulos e Subcapítulos têm apenas valor indicativo. Para os efeitos legais, a classificação é determinada pelos textos das posições e das Notas de Seção e de Capítulo e, desde que não sejam contrárias aos textos das referidas posições e Notas, pelas Regras seguintes:...”*

Pelo texto a regra destaca-se:

- A primeira parte da regra determina que os títulos “têm apenas valor indicativo”. Deste fato não resulta nenhuma consequência jurídica quanto à classificação.

• A segunda parte da Regra prevê que a classificação seja determinada:

a) De acordo com os textos das posições e das Notas de Seção ou de Capítulo, e

b) Quando for o caso, desde que não sejam contrárias aos textos das referidas posições e Notas, de acordo com as disposições das Regras 2, 3, 4 e 5 (Demais Regras Gerais)

O texto da alínea “a)” é suficientemente clara e numerosas mercadorias podem classificar-se na Nomenclatura sem que seja necessário recorrer às outras Regras Gerais Interpretativas.

Já o texto da alínea “b)” A frase “desde que não sejam contrárias aos textos das referidas posições e Notas”, destina-se a precisar, sem deixar dúvidas, que os dizeres das posições e das Notas de Seção ou de Capítulo prevalecem, para a determinação da classificação, sobre qualquer outra consideração. Por exemplo, no Capítulo 31, as Notas estabelecem que certas posições apenas englobam determinadas mercadorias. Consequentemente, o alcance dessas posições não pode ser ampliado para englobar mercadorias.

A Regra nº 2 b) determina que:

*“Qualquer referência a uma matéria em determinada posição diz respeito a essa matéria, quer em estado puro, quer misturada ou associada a outras matérias. Da mesma forma, qualquer referência a obras de uma matéria determinada abrange as obras constituídas inteira ou parcialmente por essa matéria. A classificação destes produtos misturados ou artigos compostos efetua-se conforme os princípios enunciados na Regra 3.”*

Esta regra diz respeito a matérias misturadas ou associadas a outras matérias, e às obras constituídas por duas ou mais matérias. As posições às quais ela se refere são as que mencionam uma matéria

determinada. Deve notar-se que esta Regra só se aplica quando não contrariar os dizeres das posições e das Notas de Seção ou de Capítulo. Os produtos misturados que constituam preparações mencionadas como tais, numa Nota de Seção ou de Capítulo ou nos dizeres de uma posição, devem classificar-se por aplicação da Regra 1.

Contudo, esta Regra não amplia o alcance das posições a que se refere, a ponto de poder nelas incluir mercadorias que não satisfaçam, como exige a Regra 1, os dizeres dessas posições, como ocorre quando se adicionam outras matérias ou substâncias que retiram do artigo a característica de uma mercadoria incluída nessas posições. Consequentemente, as matérias misturadas ou associadas a outras matérias, e as obras constituídas por duas ou mais matérias, que sejam suscetíveis de se incluírem em duas ou mais posições, devem classificar-se conforme as disposições da Regra 3.

Regra nº 3 estabelece:

*“Quando pareça que a mercadoria pode classificar-se em duas ou mais posições por aplicação da Regra 2 b) ou por qualquer outra razão, a classificação deve efetuar-se da forma seguinte:*

*a) A posição mais específica prevalece sobre as mais genéricas.*

*b) Os produtos misturados, cuja classificação não se possa efetuar pela aplicação da Regra 3 a), classificam-se pela matéria ou artigo que lhes confira a característica essencial, quando for possível realizar esta determinação.*

*c) Nos casos em que as Regras 3 a) e 3 b) não permitam efetuar a classificação, a mercadoria classifica-se na posição situada em último lugar na ordem numérica, dentre as suscetíveis de validamente se tomarem em consideração.”*

Esta regra só se aplica se não for contrária aos dizeres das posições e das Notas de Seção ou de Capítulo.

Não é possível estabelecer princípios rigorosos que permitam determinar se uma posição é mais específica que uma outra em relação às mercadorias apresentadas; pode, contudo, dizer-se de modo geral que deve considerar-se como mais específica a posição que identifique mais claramente, e com uma descrição mais precisa e completa, a mercadoria considerada.

Nas diversas hipóteses, a classificação das mercadorias deve ser feita pela matéria ou artigo que lhes confira a característica essencial, quando for possível realizar esta determinação.

O fator que determina a característica essencial varia conforme o tipo de mercadorias. Pode, por exemplo, ser determinado pela natureza da matéria constitutiva ou dos componentes, pelo volume, quantidade, peso ou valor, pela importância de uma das matérias constitutivas tendo em vista a utilização das mercadorias.

## Fertilizantes e suas matérias-primas

Com base nas regras gerais, a primeira constatação é que o Capítulo 31 cujo título “Adubos (fertilizantes) não englobam todos os produtos. Apenas aqueles que estão previstos nas notas do capítulo que são:

*“1.- O presente Capítulo não compreende:*

*a) O sangue animal da posição 05.11;*

*b) Os produtos de constituição química definida apresentados isoladamente, exceto os descritos nas Notas 2 a), 3 a), 4 a) ou 5, abaixo;*

*c) Os cristais cultivados de cloreto de potássio (exceto os elementos de óptica), de peso unitário igual ou superior a 2,5 g, da posição 38.24; os elementos de óptica de cloreto de potássio (posição 90.01).*

2.- A posição 31.02 compreende unicamente, desde que não apresentados sob as formas ou embalagens previstas na posição 31.05:

a) Os produtos seguintes:

- 1) O nitrato de sódio, mesmo puro;
- 2) O nitrato de amônio, mesmo puro;
- 3) Os sais duplos, mesmo puros, de sulfato de amônio e de nitrato de amônio;
- 4) O sulfato de amônio, mesmo puro;
- 5) Os sais duplos, mesmo puros, ou as misturas de nitrato de cálcio e de nitrato de amônio;
- 6) Os sais duplos, mesmo puros, ou as misturas de nitrato de cálcio e de nitrato de magnésio;
- 7) A cianamida cálcica, mesmo pura, impregnada ou não de óleo;

8) A ureia, mesmo pura;

b) Os adubos (fertilizantes) que consistam em misturas entre si de produtos indicados na alínea a), acima;

c) Os adubos (fertilizantes) que consistam em misturas de cloreto de amônio ou de produtos indicados nas alíneas a) ou b), acima, com cré, gipsita ou outras matérias inorgânicas desprovidas de poder fertilizante;

d) Os adubos (fertilizantes) líquidos que consistam em soluções aquosas ou amoniacaís de produtos indicados nas alíneas a) 2) ou a) 8), acima, ou de uma mistura desses produtos.

3.- A posição 31.03 compreende unicamente, desde que não apresentados sob as formas ou embalagens previstas na posição 31.05:

a) Os produtos seguintes:

- 1) As escórias de desfosforação;

2) Os fosfatos naturais da posição 25.10, ustulados, calcinados ou que tenham sofrido um tratamento térmico superior ao utilizado para eliminar as impurezas;

3) Os superfosfatos (simples, duplos ou triplos);

4) O hidrogeno-ortofosfato de cálcio que contenha uma proporção de flúor igual ou superior a 0,2 %, calculada sobre o produto anidro no estado seco;

b) Os adubos (fertilizantes) que consistam em misturas entre si de produtos indicados na alínea a), acima, considerando-se irrelevante o teor limite de flúor;

c) Os adubos (fertilizantes) que consistam em misturas de produtos indicados nas alíneas a) ou b), acima, considerando-se irrelevante o teor limite de flúor; com cré, gipsita ou outras matérias inorgânicas desprovidas de poder fertilizante.

4.- A posição 31.04 compreende unicamente, desde que não apresentados sob as formas ou embalagens previstas na posição 31.05:

a) Os produtos seguintes:

1) Os sais de potássio naturais, em bruto (carnalita, cainita, silvinita e outros);

2) O cloreto de potássio, mesmo puro, ressalvadas as disposições da Nota 1 c), acima;

3) O sulfato de potássio, mesmo puro;

4) O sulfato de magnésio e potássio, mesmo puro;

b) Os adubos (fertilizantes) que consistam em misturas entre si de produtos indicados na alínea a), acima.

5.- O hidrogeno-ortofosfato de diamônio (fosfato de diamônio ou diamoniaca) e o di-hidrogeno-ortofosfato de amônio (fosfato de monoamônio ou monoamoniaca),

mesmo puros, e as misturas destes produtos entre si, incluem-se na posição 31.05.

6.- Na aceção da posição 31.05, a expressão "outros adubos (fertilizantes)" apenas inclui os produtos do tipo utilizado como adubos (fertilizantes), que contenham, como constituinte essencial, pelo menos um dos seguintes elementos fertilizantes: nitrogênio (azoto), fósforo ou potássio."

Deve notar-se que os produtos mineiros ou químicos descritos na lista limitativa precedente classificam-se sempre na presente posição, mesmo que manifestamente não se destinem a ser utilizados como adubos (fertilizantes).

Excluem-se também do presente Capítulo as preparações de oligoelementos (micronutrientes) que são aplicadas às sementes, à folhagem ou ao solo, a fim de facilitar a germinação de sementes e o crescimento das plantas. Elas podem conter pequenas quantidades de elementos fertilizantes: nitrogênio (azoto), fósforo e potássio, mas não como componentes essenciais (posição 38.24, por exemplo).

A posição 31.02 não compreende outros produtos nitrogenados (azotados) (de constituição química definida ou não), exceto os acima descritos, mesmo que sejam utilizados como adubos (fertilizantes). Assim, por exemplo, o cloreto de amônio classifica-se na posição 28.27.

A posição 31.03 não compreende outros produtos fosfatados (de constituição química definida ou não), exceto os acima descritos, mesmo que sejam utilizados como adubos (fertilizantes). Assim, por exemplo, o fosfato de sódio classifica-se na posição 28.35.

A posição 31.04 não compreende outros produtos potássicos (de constituição química definida ou não), exceto os acima descritos, mesmo que se destinem a ser utilizados como adubos (fertilizantes): por exemplo, os carbonatos de potássio (posição 28.36).

A posição 31.05 merece um destaque devido a particularidades:

*“31.05 - Adubos (fertilizantes) minerais ou químicos, que contenham dois ou três dos seguintes elementos fertilizantes: nitrogênio (azoto), fósforo e potássio; outros adubos (fertilizantes); produtos do presente Capítulo apresentados em tabletes ou formas semelhantes, ou ainda em embalagens de peso bruto não superior a 10 kg.”*

Esta posição compreende:

A) O hidrogênio-ortofosfato de diamônio (fosfato de diamônio ou diamoniaco) e o di-hidrogênio-ortofosfato de amônio (fosfato de monoamônio ou monoamoniaco) mesmo puros, e as misturas destes produtos entre si, mesmo que não sejam utilizadas como adubos (fertilizantes).

É conveniente salientar que esta posição não compreende outros produtos de constituição química definida não incluídos nas posições 31.02 a 31.04, mesmo que possam ser utilizados como adubos (fertilizantes). Assim, por exemplo, o nitrato de potássio classifica-se na posição 28.34 e o fosfato de potássio na posição 28.35.

B) Os adubos (fertilizantes) compostos e os adubos (fertilizantes) complexos. Trata-se de adubos (fertilizantes) minerais ou químicos (exceto os de constituição química definida, apresentados isoladamente) que contenham dois ou três dos elementos fertilizantes (nitrogênio (azoto), fósforo ou potássio) e que se obtêm:

1) Por mistura de produtos que tenham propriedades fertilizantes (mesmo que estes produtos não se classifiquem nas posições 31.02 a 31.04). Por exemplo, os adubos (fertilizantes) constituídos por misturas de:

a) Fosfatos naturais calcinados e cloreto de potássio.

b) Superfosfatos e sulfato de potássio.

c) Cianamida cálcica e escórias de desfosforação.

d) Sulfato de amônio, superfosfatos e fosfatos de potássio.

e) Nitrato de amônio, superfosfatos e sulfato ou cloreto de potássio.

2) Por reações químicas, como o adubo (fertilizante) que se obtém tratando-se os fosfatos de cálcio naturais pelo ácido nítrico, eliminando-se por arrefecimento e centrifugação o nitrato de cálcio resultante, neutralizando-se a solução pelo amoníaco após separação, adicionando-se sais de potássio e, por fim, evaporando-se até à desidratação completa. (Este produto é às vezes denominado, impropriamente, nitrato de potássio, embora não tenha constituição química definida).

3) Por combinação dos dois processos acima descritos.

Deve notar-se que não se consideram adubos (fertilizantes) compostos ou complexos da presente posição os adubos (fertilizantes) referidos nas posições 31.02, 31.03 e 31.04 que contenham como impurezas, quantidades muito pequenas de um elemento fertilizante diferente dos indicados no texto daquelas posições (nitrogênio (azoto), fósforo e potássio).

C) Todos os outros adubos (fertilizantes) (exceto os de constituição química definida, apresentados isoladamente) e, em particular:

1) As misturas de substâncias fertilizantes (isto é, as que contenham nitrogênio (azoto), fósforo ou potássio) com substâncias não fertilizantes, por exemplo, o enxofre. Muitas destas misturas que contenham nitrogênio (azoto) ou fósforo classificam-se nas posições 31.02 ou 31.03 (ver as Notas Explicativas dessas posições); todavia, as outras incluem-se na presente posição.



**ONE-STOP SHOP**

**BIOINSUMOS**

(INOCULANTES, CONDICIONADORES DE SOLO, BIOFERTILIZANTES, BIODIFENSIVOS)

**AGROQUÍMICOS**

**FERTILIZANTES**

**BIOESTIMULANTES**

**PRINCIPAIS SERVIÇOS**

- Registros de empresas e produtos
- Patrimônio genético e OGM
- Imp. e exp. de amostras e produtos
- Testes de eficácia: campo, casa-de-vegetação, bioensaios e laboratório
- Suporte pós-registro, incluindo assessoria jurídico-regulatória
- Projetos Internacionais



[www.vignabrasil.com.br](http://www.vignabrasil.com.br)  
[vigna@vignabrasil.com.br](mailto:vigna@vignabrasil.com.br)  
Tel.: (11) 3124-4455

# MATÉRIA PRIMA PARA A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES

## ÁCIDO HÚMICO LEONARDITA

Produto premium rico em Ácido Húmico e Ácido Fúlvico, derivado de Leonardita, com processo exclusivo de fabricação. Alta solubilidade e estabilidade em formulações de fertilizantes.

## ÁCIDO FÚLVICO 95%

Produto premium com alto teor de Ácido Fúlvico.

## ÁCIDO FÚLVICO

Fulvato de potássio de alto poder complexante, com 50% de Ácido Fúlvico indicado para formulações em distintas faixas de pH.

## EXTRATO DE ALGAS

Produto com alta concentração de alga marinha do gênero *Ascophyllum Nodosum* com processo exclusivo de extração e *spraydryer*.

## AMINOÁCIDO

Matéria prima com 50% de aminoácidos livres de origem vegetal, altamente solúvel.

Entre em contato conosco  
[comercial2@aquadobrasil.com.br](mailto:comercial2@aquadobrasil.com.br)  
+55 (11) 98621-2829   
+55 (11) 4021-0838



2) O nitrato de sódio potássico natural, mistura natural de nitrato de sódio e de nitrato de potássio.

3) As misturas de adubos (fertilizantes) animais e vegetais com adubos (fertilizantes) químicos ou minerais.

Excluem-se desta posição:

a) Os compostos de constituição química definida, isolados, não mencionados nas Notas 2 a 5 do presente Capítulo, mas que possam ser utilizados como adubos (fertilizantes), tais como o cloreto de amônio (posição 28.27).

b) Os resíduos amoniacais (crude ammoniac, spent oxide) (posição 38.25).

Esta posição também compreende todos os produtos do presente Capítulo, apresentados em tabletes ou formas semelhantes, ou ainda em embalagens de peso bruto não superior a 10 kg.

## Conclusão

Como se pode entender, o capítulo 31 engloba apenas parte dos fertilizantes e suas matérias-primas. Precisamos observar que muitos outros produtos estão classificados em outras posições:

PRODUTOS DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS OU DAS INDÚSTRIAS CONEXAS

Notas de Seção.

28 Produtos químicos inorgânicos; compostos

inorgânicos ou orgânicos de metais preciosos, de elementos radioativos, de metais das terras raras ou de isótopos.

29 Produtos químicos orgânicos.

30 Produtos farmacêuticos.

31 Adubos (fertilizantes).

32 Extratos tanantes e tintoriais; taninos e seus derivados; pigmentos e outras matérias corantes; tintas e vernizes; mástiques; tintas de escrever.

33 Óleos essenciais e resinoides; produtos de perfumaria ou de toucador preparados e preparações cosméticas.

34 Sabões, agentes orgânicos de superfície, preparações para lavagem, preparações lubrificantes, ceras artificiais, ceras preparadas, produtos de conservação e limpeza, velas e artigos semelhantes, massas ou pastas para modelar, "ceras para odontologia" e composições para odontologia à base de gesso.

35 Matérias albuminoides; produtos à base de amidos ou de féculas modificados; colas; enzimas.

38 Produtos diversos das indústrias químicas.

Para cada produto é necessário conhecer sua composição/constituição e classificar individualmente com base nos textos conforme apresentado.

O objetivo deste documento não é esgotar o assunto e sim despertar sobre a complexidade do tema e a necessidade de um conhecimento profundo tanto do produto quanto da Norma.

# Ciência e tecnologia

02



Os artigos a seguir não representam, necessariamente, a opinião da Abisolo.



## Os desafios da nutrição do gergelim nos sistemas de produção brasileiro

Com o aumento populacional, os sistemas de produção agrícola serão cada vez mais explorados para satisfazer a demanda de alimentos nutritivos e funcionais, e matérias-primas, tanto para consumo humano e animal como para fins industriais. No entanto, manter a sustentabilidade nestes sistemas é desafiador.

Considerando as adversidades que ocorrem no setor agrícola impactando os custos de produção, a rotação de culturas e a adoção de práticas, que visam promover benefícios a agricultura, através incrementos aos atributos químicos, físicos e biológicos dos solos, são aspectos de suma importância para o alcance de altas produtividades, garantindo a segurança alimentar e a resiliência dos agrossistemas.

Culturas oleaginosas dentro dos sistemas de produção são excelentes oportunidades de expansão para o agronegócio, visto os diversos usos

e destinos proporcionados através dos produtos gerados, podendo o escoamento ser destinado desde à cadeia alimentícia, cosmética e farmacêutica ao suprimento da matriz energética, com a produção de biodiesel. Entre essas culturas, o gergelim tem se destacado nesse aspecto, haja vista suas sementes apresentam índices elevados de óleo (35 a 58%) e proteína (17 a 30%) (Agidew et al., 2021; Antoniassi et al., 2013)

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra 2023/24, a área planta de gergelim foi de 659,9 mil ha com produção de aproximadamente 361,3 mil toneladas, quando comparada ao primeiro levantamento de safra em 2018/19, à área de plantio correspondeu à 53 mil ha, sendo perceptível o expressivo aumento de interesse pela cultura. A região Centro-Oeste representa 64% da produção total, destacando-se o estado do Mato Grosso, sendo considerado o maior produtor, seguido do Pará no norte do País (CONAB, 2025).

O Gergelim é uma cultura pertencente à família Pedaliaceae, sendo uma planta anual, com ciclo variando entre 90 e 120 dias. A semeadura pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Além disso, seu desenvolvimento é favorecido em solos profundos, bem drenados, textura desde

franco-arenosa à franco-argilosa, e boa fertilidade natural. O espaçamento utilizado pode variar de 0,4 a 0,6m entre linhas e 0,05 a 0,20m entre plantas, dependendo da cultivar (Beltrão et al., 2013; Arriel et al., 2007).

A demanda hídrica exigida pelo gergelim é baixa, considerada uma cultura rústica, visto sua alta eficiência fotossintética e resistência à seca, seu período de cultivo varia entre a safra e entressafra, além disso seu consórcio com outras culturas, como amendoim, mamona e palma forrageira, permite ainda maior diversificação de renda aos produtores (Arriel et al., 2007; Silva et al., 2013).

O gergelim é uma cultura resistente à seca, com baixa demanda hídrica, que pode ser cultivada na safra e entressafra, diversificando a renda dos produtores.

Contudo, apesar do cultivo do gergelim ser de fácil manejo, o alcance de altas produtividades e a geração de produtos de qualidade, depende diretamente da nutrição mineral da cultura. O equilíbrio na disponibilidade de nutrientes, por meio de manejo adequado da adubação, é essencial para garantir o desenvolvimento fisiológico ideal das plantas. A nutrição mineral, além de fornecer os elementos necessários para o crescimento vegetal,



Índice de óleo  
**35 a 58%**



Índice de proteína  
**17 a 30%**

envolve a compreensão da dinâmica de absorção e interação dos nutrientes no metabolismo vegetal, influenciando diretamente processos bioquímicos essenciais e impactando a sustentabilidade da produção agrícola.

Culturas oleaginosas apresentam a tendência de maior demanda nutricional, com destaque para a exigência de nitrogênio (N) e enxofre (S),

***O gergelim é uma cultura oleaginosa resistente à seca, com alta eficiência fotossintética, que pode ser cultivada na safra e entressafra. Seu consórcio com outras culturas diversifica a renda dos produtores. A nutrição mineral adequada, especialmente com nitrogênio e enxofre, é essencial para altas produtividades e qualidade dos produtos.***

devido ao papel fundamental desses elementos na biossíntese de aminoácidos, proteínas e enzimas, essenciais para o metabolismo da planta. Além disso, esses nutrientes estão diretamente relacionados à composição e qualidade do óleo extraído, influenciando características como teor de ácidos graxos e estabilidade oxidativa. A adequada suplementação de N e S também impacta a eficiência produtiva ao longo do ciclo da cultura.

No gergelim, alguns estudos demonstram que o balanço da adubação com N e S pode proporcionar ganhos de produtividade e maior crescimento da cultura (Khan et al., 2021; Zeb; Jan, 2021), aumento no teor de óleo (Shilpi et al., 2014) e proteína

(Elhanafi et al., 2019). A adubação com boro proporciona maior rendimento de grãos (Akshatha; Rajkumara, 2018; Dey et al., 2023) e maior teor de óleo (Dey et al., 2023).

No entanto, há escassez de informações relacionadas à absorção e exportação de nutrientes da cultura, que refletem a realidade dos sistemas de produção em diferentes regiões no Brasil, tornando-se esse aspecto desafiador e de suma importância na utilização de estratégias de adubação, principalmente com a rápida expansão da cultura e a obtenção de produtos de qualidade, visto que o gergelim pode apresentar diferentes respostas relacionadas à adubação, sendo dependentes do ambiente onde está sendo cultivado e cultivar utilizada.



Plantas da cultura de gergelim em desenvolvimento, experimento realizado pela Universidade Federal de Lavras no Sul de Minas Gerais avaliando a interação de de nitrogênio e enxofre na qualidade das sementes

## Autores



MARIA LIGIA  
DE SOUZA  
SILVA



AMANDA  
SANTANA  
CHALES

## Referências

- Agidew, M.G.; Dubale, A.A.; Atlabachew, M. et al. Fatty acid composition, total phenolic contents and antioxidant activity of white and black sesame seed varieties from different localities of Ethiopia. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1): 1-10, 2021.
- Antoniassi, R.; Arriel, N.H.C.; Gonçalves, E.B.; Freitas, S.D. de, Zanotto, D.L.; Bizzo, H.R. Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim. *Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim*. *Revista Ceres*, 60: 301-310, 2013.
- Akshatha, S.; Rajkumara, S. Response of sesame to different levels and methods of boron application. *J. Farm. Sci.* 31: 46-49, 2018.
- Arriel, N.H.C.; Firmino, P. de T.; Beltrão, N.E. de M.; Soares, J.J.; Araújo, A.E.de; Silva, A.C.; Ferreira, G.B. A cultura do gergelim. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 72 p., 2007.
- Beltrão, N.E. de M.; Ferreira, L.L.; Queiroz, N.L.; Tavares, M.S.; Rocha, M.S.; Alencar, R.D.; Porto, V.C.N. O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro. *Natal: IFRN*, 225 p., 2013.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Produção Agrícola. Safra - Série Histórica dos Grãos. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>.
- Dey, A.; Begum, M.; Kabiraj, M.S.; Rashid, M.H.; Paul, S.K. Influence of foliar application of boron on the growth, yield and quality of sesame (cv. BARI Til-4). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(12): 2356-2364, 2003.
- Elhanafi, L.; Houhou, M.; Rais, C.; Mansouri, I.; Elghadraoui, L.; Greche, H. Impact of excessive nitrogen fertilization on the biochemical quality, phenolic compounds, and antioxidant power of *Sesamum indicum* L seeds. *Journal of Food Quality*, 2019, 2019.
- Khan, N.; Khalil, S.K.; Amanullah; Ali, A.; Ullah, Z.; Ali, M. Effect of nitrogen and sulfur on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in calcareous soil. *Pure and Applied Biology*, 5(3): 471-475, 2021.
- Shilpi, S.; Nuruzzaman, M.; Akhter, F.; Islam, M.N.; Sutradher, G.N.C.; Response of nitrogen and sulfur on the oil content of sesame and nutrient status of soil. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 5(1): 041-046, 2014.
- Silva, G.S.; Oliveira, R.A.; Queiroz, L.N.; Silva, M.B.S.; Sousa, M.F.; Silva, S.A. Desempenho agrônomico de algodão orgânico e oleaginosas consorciados com palma forrageira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17: 975-981, 2013.
- Zeb, A.; Jan, A. Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) to sowing methods, nitrogen and sulphur levels. *Sarhad Journal of Agriculture*, 37(1): 2-78, 2021.



# Fertilizantes Foliare Para Altas Produtividades: Da Formulação ao Momento Certo de Aplicação

## Autores



HIGOR JOSÉ  
FREITAS  
ALVES DA  
SILVA



GUSTAVO  
PAPAROTTO  
LOPES



FELIPE  
SOUSA  
FRANCO



MARINA ZUIM  
ROCHA



NICOLAS  
GUSTAVO  
DA CRUZ DA  
SILVA



JULIA  
ROSSATTO  
BRANDÃO



NICOLAS  
LEITE  
CAPUCIN



LUANA  
SANTOS  
VACCHI  
PASSOS



EDUARDO  
SANTOS



GABRIEL  
SGARBIERO  
MONTANHA



JULIANA  
GRACIELA  
GIOVANNINI  
DE  
OLIVEIRA



EDUARDO DE  
ALMEIDA



LÍLIAN  
ANGÉLICA  
MOREIRA



HUDSON  
WALLACE  
PEREIRA DE  
CARVALHO

## Adubação Foliar: Por Que e Quando Fazer?

A adubação foliar se destaca pelo fornecimento rápido, ou controlado, do nutriente de interesse. Como o elemento é depositado diretamente sobre o tecido foliar, não competindo com os colóides do solo antes de ser absorvido pela planta, essa prática apresenta eficiência de absorção que pode chegar a 95% a depender dos fatores climáticos, cultura e tecnologia empregada na formulação (Correa et al, 2021).

Contudo, a adubação foliar não deve ser empregada como substituta à adubação do solo, mas como complemento nutricional e ou estimulante. A aplicação foliar como recurso corretivo pode ser utilizada em caso de detecção de deficiências via análise foliar ou diagnóstico visual, mas este não é o cenário ideal. Estudos demonstram que plantas deficientes apresentam menor capacidade de penetração, ou absorção, dos nutrientes que plantas bem nutridas. Isso ocorre porque a deficiência gera mudanças estruturais nas folhas, como diminuição da densidade de tricomas e estômatos, e aumento da hidrofobicidade da cutícula, que dificultam a penetração (Li et al., 2018).

Historicamente, os estudos têm se concentrado mais nas doses do que no momento da aplicação dos fertilizantes. Isto é relativamente fácil de compreender, visto que a dose aplicada pode ser planejada como uma função estequiométrica da quantidade de nutriente

agronomicamente extraída ou exportada. Além disso, frequentemente, por razões operacionais, busca-se combinar a aplicação dos produtos nutricionais e fitosanitários em única operação de pulverização, porém, isso não é necessariamente a melhor solução do ponto de vista de performance potencial de produtos visto que reações podem ocorrer diminuindo a performance de ambos.

Conforme apresentado na Tabela 1, o momento da aplicação foliar impacta significativamente a produtividade das culturas. Esses resultados revelam a existência de momentos em que as plantas apresentam maior capacidade de assimilação e incorporação da dose extra de nutriente em seu metabolismo. Ou seja, não se trata apenas de nutrição, mas de **nutrifisiologia**, uma vez que o incremento de nutrientes via foliar pode destruir rotas metabólicas antes limitadas. A bioquímica vegetal não é linear, e conseqüentemente, a resposta à aplicação dos nutrientes

não segue um padrão contínuo. Além disso, as formulações foliares podem conter, em complemento aos nutrientes via solo, elementos benéficos e substâncias capazes de auxiliar a planta na recuperação dos estresses bióticos e abióticos.

***A adubação foliar oferece rápida absorção de nutrientes, complementando a adubação do solo e aumentando a produtividade das culturas. A eficiência da absorção depende da formulação dos fertilizantes e do momento da aplicação. Tecnologias avançadas nas formulações podem melhorar a resiliência das plantas a estresses e aumentar a eficiência da nutrição foliar.***

Tabela 1. O momento da pulverização foliar é um fator decisivo. Incrementos de produtividade podem ser obtidos quando a aplicação é feita nos momentos de alta demanda nutricional. Os números entre colchetes indicam as referências bibliográficas utilizadas, listadas ao final do texto

Cultura	Nutriente	Controle	Menor Produtividade			Maior Produtividade		
		Prod. (t/ha)	Dose (kg/ha)	Momento de aplicação	Prod. (t/ha)	Dose (kg/ha)	Momento de aplicação	Prod. (t/ha)
Arroz <sup>[1]</sup>	Zn + N	1,4	Zn: 1,14	Florescimento (50 dias)	1,5	Zn: 1,14 + N: 4,5	Leitoso (63 dias)	1,7
Cana-de-açúcar <sup>[2]</sup>	Si	1,9 (Sacarose)	9	*(Aplicado no sulco de plantio – dia 0)	2 (Sacarose)	9	(75 dias) Aplicação via foliar*	2,3 (Sacarose)
Soja <sup>[3]</sup>	Mg	4,2	0,025	R1	4,3	0,5	R5.1	4,7
Soja <sup>[4]</sup>	K	1,75	9	R3-R4	2,15	36	2 aplicações: V4 + R1-R2	2,65
Milho <sup>[5]</sup>	Mn	7,9	0,43	V6 – V11	7,17	0,11	V15 - V18	9,4
Milho <sup>[5]</sup>	Fe	14,22	0,06	V6 – V11	14,69	0,12	V6 – V11	16,29
Milho <sup>[5]</sup>	Zn + Fe	12,7	Zn: 0,12 + Fe: 0,06	2 aplicações: V6 – V11 + V15 – V18	11,63	Zn: 0,12 + Fe: 0,06	R4	13,48
Milho <sup>[5]</sup>								
Milho <sup>[3]</sup>	Mg	7,1	0,025	V4	7,4	1	R2	8,2
Trigo <sup>[6]</sup>	Zn + Mn + SA**	3	Zn: 0,22 Mn: 0,155 SA: 0,0276	(20 – 35) dias	3,2	Zn: 0,22 Mn: 0,155 SA: 0,0276	3 aplicações: (20 – 35) + (50 – 70) + (80 – 110) dias	4,3
Trigo <sup>[7]</sup>	Mn	4,66	0,195	25 – 30 dias	5,05	0,32	35 – 40 dias	5,6

\* aplicação no sulco de plantio ao invés de foliar como nos demais casos  
\*\* ácido salicílico

## Características Químicas e Performance das Fontes de Nutrientes para Aplicação foliar

As características químicas das formulações foliares regem a sua eficiência de absorção. É possível analisar as propriedades dos fertilizantes foliares a partir de sua solubilidade, reatividade e velocidade de penetração. Assim, há fertilizantes de alta solubilidade tais como sais, complexos e quelatos; e fertilizantes de baixa solubilidade como suspensões concentradas à base de óxidos, carbonatos, oxicroretos ou oxissulfatos. A solubilidade impactará, principalmente, na velocidade de penetração, já que o nutriente deve estar dissolvido para ser absorvido pela folha, com exceção de nanopartículas usualmente menores que 10-20 nm que podem penetrar de forma intacta. Em linhas gerais, a velocidade de absorção segue a seguinte ordem:

sais solúveis > complexos e quelatos > suspensões concentradas. No quesito reatividade, espera-se a seguinte ordem: sais solúveis > complexos > suspensões concentradas > quelatos.

Os sais são as fontes mais simples. Se por um lado eles podem apresentar elevada velocidade de penetração, por outro, eles certamente apresentam alta reatividade na calda, especialmente os sais de B, Mg, P, Ca, Mn, Ni, Co, Fe, Cu, Zn e Mo. A simples mistura de sais em água costuma apresentar resultados pífios em termos de eficiência na absorção quando comparados aos produtos formulados. Os formulados podem conter aditivos que, Figura 1A, tem a capacidade de aumentar a taxa de penetração do nutriente mineral. Essas substâncias podem promover o espalhamento da gota, a desestruturação da cutícula, estabilização na calda, bem como a diminuição dos pontos de eflorescência (PDE) e deliquescência (PDD).

O PDE e PDD indicam as umidades relativas do ar em que transições de estado físico ocorrem. A Figura 1B mostra que quando a gotícula é depositada na superfície da folha, o nutriente se encontra no estado dissolvido. É nesta condição que a absorção foliar ocorre. Conforme a umidade relativa do ar diminui, o nutriente pode deixar o estado dissolvido e passar para o estado sólido. A umidade relativa em que essa transição ocorre é o PDE. Na forma sólida, a absorção foliar não ocorre. Contudo, se a umidade do ar voltar a subir, o nutriente pode passar do estado sólido novamente para o estado dissolvido, e o processo de absorção foliar é retomado, a umidade relativa do ar em que isso acontece é o PDD. A Tabela 2 apresenta o PDE e o PDD para alguns sais de interesse agrônomico. Esses parâmetros podem ser determinados em laboratório e podem ser modificados por aditivos da formulação.

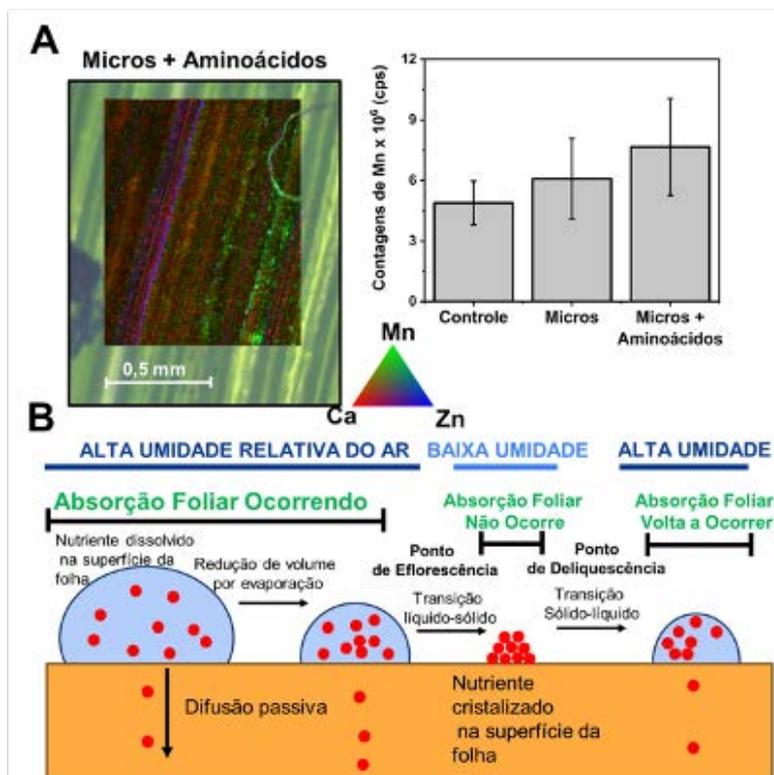


Figura 1. A) Aumento da penetração de manganês via foliar com a presença de aminoácidos. Esse efeito pode ocorrer devido a formação de complexos de nutrientes com aminoácidos que apresentam menores PDD e PDE. Além disso, os aminoácidos livres podem alterar a permeabilidade da cutícula. Nota-se a presença de cálcio que foi identificado por estar associado estruturalmente à folha; B) Comparativo na absorção foliar com alta e baixa umidade relativa do ar relacionado com o ponto de eflorescência (PDE) e deliquescência (PDD) do nutriente mineral. Com a deposição da solução na superfície da folha, o nutriente é depositado e pode ser absorvido, porém, quando há aumento da evaporação da água, o nutriente é cristalizado e a absorção foliar não ocorre, por ter atingido o seu PDE. O nutriente só volta a ser absorvido quando é atingido o seu PDD

Visto que o processo de absorção é totalmente dependente da umidade do ar, as diversas tabelas de tempo de absorção, que se encontram na literatura especializada e circulam na internet, devem ser consideradas com cautela já que esses documentos não costumam contemplar as tecnologias que possam ter sido adicionadas à formulação. Outro fator que impacta a velocidade de absorção é a espessura da cutícula. Quanto menos espessa, mais rápido é o processo de absorção. O tempo de meia-vida de absorção ( $t_{50\%}$ ), ou seja, aquele necessário para que 50% do produto seja absorvido, pode variar de algumas horas até algumas semanas (Gomes et al, 2019; Machado et al, 2019; Correa et al, 2021; Beltrame et al, 2025). Diversos experimentos realizados pelo grupo mostraram que, por exemplo, sais de potássio como baixo PDD e POD, como formiato ou acetato de potássio apresentaram  $t_{50\%}$  de ca. 4,5 horas em umidade relativa do ar variando entre 50-80%, por outro lado, nitrato e sulfato de potássio apresentaram  $t_{50\%}$  de ca. 36 horas nas mesmas

condições. Diversas fontes de Zn e Mn nas formas de sais e complexos com polióis e aminoácidos apresentaram  $t_{50\%}$  na faixa de 13 a 120 horas em condições de umidade variando de 50 a 90%. O ânion sulfato em condições de umidade de 50 a 90% misturado como aditivos apresentou  $t_{50\%}$  na faixa de 7 a 14 horas. Por fim, foi também determinado que o  $t_{50\%}$  de uma suspensão concentrada de ZnO foi da ordem de três semanas.

No caso das suspensões concentradas, partículas sólidas micrométricas e submicrométricas são depositadas na superfície foliar e precisam ser dissolvidas para que os íons sejam absorvidos. Essas fontes são capazes de fornecer nutrientes para as plantas após a pulverização foliar. Contudo, a qualidade dos tensoativos e o tamanho da partícula impactam a capacidade de liberação dos nutrientes (Will et al, 2011; Li et al, 2018; Beltrame et al, 2025).

Quanto menor o tamanho, mais rápida é a dissolução. Por serem

pouco solúveis, as suspensões concentradas, em geral, são também pouco reativas no tanque de mistura. Contudo, elas são sensíveis ao pH. À medida que o pH da calda diminui, a solubilidade da suspensão aumenta e os íons dissolvidos podem reagir com outros ativos, e dependendo da dose, levar à fitotoxicidade. Como regra de bolso, a solubilidade aumenta cerca de dez vezes a cada ponto de pH diminuído. Desta forma, deve-se atentar para que as suspensões concentradas não experimentem diminuições extremas de pH, atenção especial deve ser dada em casos de misturas com fosfitos ou ácido fosfórico.

Nas fontes complexadas ou quelatadas, o nutriente de interesse é ligado a uma ou mais moléculas orgânicas, denominadas “ligantes”. Quando o agente ligante se conecta quimicamente ao nutriente por uma única ligação, o composto é chamado de complexo. Quando ela se dá por duas ou mais ligações, ele é chamado de quelato (Figura 2A). A força da ligação do quelato é muitas ordens de grandeza superior à dos complexos. Essa combinação pode agregar diversas vantagens, notadamente, maior estabilidade no tanque de mistura.

Quelatos de boa qualidade costumam ser inertes nas faixas de pH experimentadas pela calda evitando que os nutrientes reajam entre si e com os defensivos da mistura (Figura 2B). A reatividade de sais de Ca, Mn, Ni, Fe, Cu e Zn com o glifosato é bem documentada, entretanto, resultados preliminares indicam que sais destes elementos também inativam o herbicida 2,4-D. Se a reação ocorrer, tanto o nutriente quanto o defensivo deixam de ser absorvidos pela folha. A Figura 2C mostra que reações também podem acontecer com fungicidas diminuindo a velocidade e quantidade de nutriente absorvido. A molécula ligante protege o nutriente evitando reações indesejáveis no tanque. A velocidade de absorção de complexos e quelatos é ligeiramente menor do que aquela observada nos sais, isso ocorre porque o ligante aumenta a massa molar e diminui o coeficiente de

Tabela 2. Ponto de deliquescência (PDD) e efluorescência (PDE) de alguns sais de interesse agrônomo. Os números entre colchetes indicam as referências bibliográficas utilizadas, listadas ao final do texto

Nome do Sal	Fórmula Química	Ponto de Deliquescência (%)	Ponto de Efluorescência (%)
Sulfato de Zinco	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	90 <sup>[8]</sup>	-
Nitrato de Zinco	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	42 <sup>[8]</sup>	-
Cloreto de Manganês (II)	MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	60 <sup>[8]</sup>	-
Nitrato de Manganês (II)	Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	42 <sup>[8]</sup>	-
Sulfato de Potássio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98 <sup>[8]</sup>	60 <sup>[9]</sup>
Cloreto de Potássio	KCl	86 <sup>[8]</sup>	55 <sup>[9]</sup>
Nitrato de Potássio	KNO <sub>3</sub>	95 <sup>[8]</sup>	58 <sup>[10]</sup>
Carbonato de Potássio	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	47 <sup>[9]</sup>	17 <sup>[9]</sup>
Cloreto de Ferro (III)	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	44 <sup>[9]</sup>	-
Nitrato de Ferro (III)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	54 <sup>[8]</sup>	-
Sulfato de Magnésio	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	90 <sup>[8]</sup>	83 <sup>[11]</sup>
Cloreto de Magnésio	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	33 <sup>[8]</sup>	15 <sup>[11]</sup>
Nitrato de Magnésio	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	56 <sup>[8]</sup>	32 <sup>[11]</sup>
Cloreto de Cálcio	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	33 <sup>[8]</sup>	<10 <sup>[12]</sup>
Nitrato de Cálcio	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	56 <sup>[8]</sup>	<10 <sup>[12]</sup>
Nitrato de Amônio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	63 <sup>[9]</sup>	31 <sup>[9]</sup>
Sulfato de Amônio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	89 <sup>[9]</sup>	30 <sup>[9]</sup>

difusão da molécula resultante. Por outro lado, o ligante também pode diminuir os pontos de eflorescência e deliquescência, aumentar a compatibilidade com a cutícula, reduzir o índice salino, e até mesmo aumentar a fração de nutriente absorvido pela folha, admitido no simplasto e translocado para outros órgãos.

Diante de tantas vantagens surge uma questão primordial que carece de regulação. Qual a porcentagem do nutriente está de fato complexada ou quelatada? Até o presente momento, o produtor rural não tem garantias de qual fração do elemento de interesse está quimicamente protegido. O desejável é que o produto seja 100% complexado ou quelatado, contudo, estudos demonstram que a fração pode variar de menos de 1 até 100% (Rodríguez-Lucena et al, 2010). Assim como já ocorre na União Europeia e Estados Unidos, a fração de nutriente complexada e quelatada deveria constar no rótulo dos produtos.

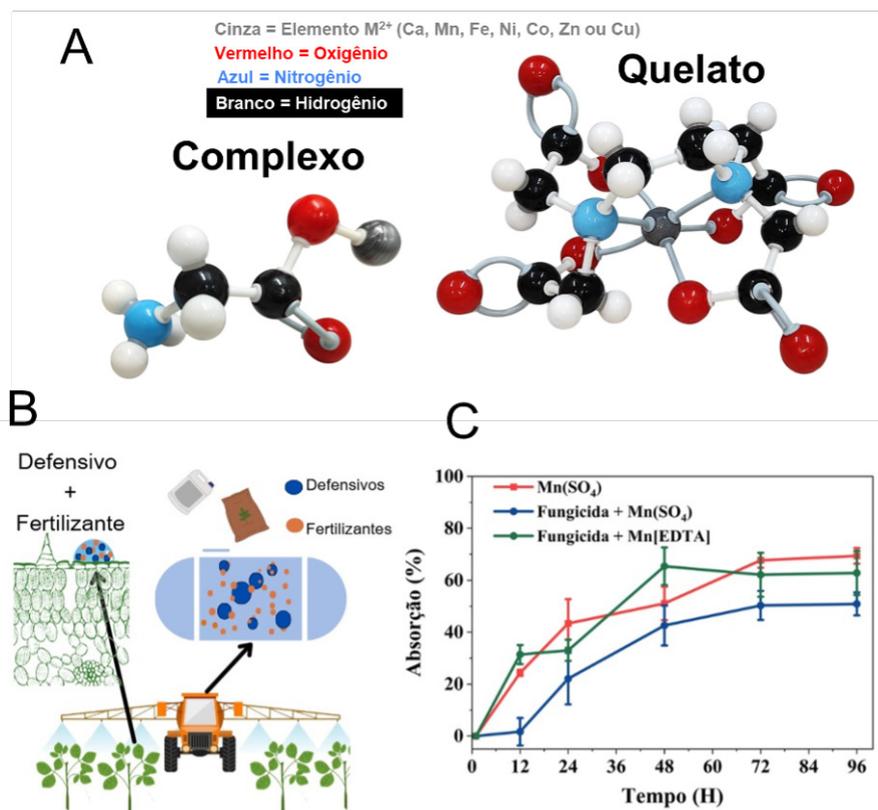


Figura 2. A) Exemplos de estruturas moleculares de complexo e quelato. Nas imagens são apresentados um complexo entre um metal e glicina e um quelato de metal e EDTA. B) Os nutrientes podem reagir com os defensivos no tanque de pulverização, o produto da reação pode entupir o sistema de filtragem do pulverizador ou permanecer inativo na parte externa da folha. C) O monitoramento da absorção foliar de manganês revelou que o sulfato de manganês reagiu com o fungicida (princípios ativos difenoconazol e ciproconazol) e sua absorção foi reduzida, por outro lado, o manganês quelatado com EDTA não tem absorção prejudicada visto que ele é inerte fora da planta. Fonte: Experimentos do GEFEN CENA-USP

## Como os nutrientes entram na folha?

As folhas são capazes de absorver nutrientes, mesmo não sendo esta a sua principal função biológica. A Figura 3A apresenta as três vias de entrada dos fertilizantes foliares. A absorção pode ocorrer pela cutícula, estômatos e tricomas. A cutícula é uma camada rica em lipídios, ela contém também quantidades menores de polissacarídeos e fenóis que variam de acordo com a espécie e as condições ambientais. Devido aos ácidos carboxílicos ionizados, a cutícula fica carregada negativamente. Sua principal função é minimizar a perda de água e resistir aos estresses ambientais. No entanto, a cutícula não é hermética, ela apresenta canais de poros com dimensões que variam de 0,5 a 5 nm, aproximadamente. Os tricomas, por sua

vez, são estruturas semelhantes à pelos na epiderme das folhas. Para o presente propósito, destacamos que eles aumentam a umidade da superfície foliar e também apresentam uma cutícula mais fina e polar, rica em polissacarídeos, que facilita a absorção de solutos. Finalmente, os estômatos, estruturas especializadas em trocas gasosas, também podem absorver nutrientes por meio de seus poros de abertura cujo diâmetro é da ordem de alguns micrômetros. Aqui é necessário destacar o papel dos tensoativos na quebra da tensão superficial para penetração estomática.

A penetração foliar ocorre através de duas rotas principais: a hidrofílica e a lipofílica. A rota hidrofílica envolve solutos polares que se difundem pelos poros aquosos da cutícula ou das paredes celulares. Os polissacarídeos da cutícula e do

apoplasto apresentam afinidade por água e solutos hidrofílicos. Os estômatos também desempenham um papel menor nesta rota, fornecendo caminhos de difusão menos seletivos em termos de tamanho para água e solutos. Na rota lipofílica, seguem compostos apolares. A camada cerosa da cutícula facilita a penetração por dissolução e difusão. Esta via é eficaz para moléculas pouco polares que podem se diluir na camada cuticular rica em lipídios. A extensão de cada via é altamente dependente da formulação do nutriente, tamanho molecular, carga e solubilidade. Por exemplo, os sais penetram apenas pela via hidrofílica, ao passo em que os produtos contendo aditivos ligantes orgânicos, como EDTA, aminoácidos, polióis e substâncias húmicas, podem se beneficiar de ambas as vias.

Uma vez ultrapassada a barreira da cutícula, o nutriente encontra-se no apoplasto, uma região constituída pela parede celular, lamela média e espaços intercelulares. No apoplasto, a mobilidade dos nutrientes é influenciada pelas interações iônicas. Por exemplo, os polissacarídeos da parede celular são carregados negativamente, o que pode restringir o movimento de cátions enquanto os

ânions se movem livremente. Constituintes da parede celular, como Ca e B, são em sua maioria aprisionados nesta fase, contribuindo para a diminuição da translocação destes após aplicação foliar. No apoplasto, o movimento dos nutrientes ocorre principalmente por difusão passiva, podendo haver contribuições de fluxo de massa da água, até que o nutriente encontre a membrana

plasmática. A entrada no simplasto envolve os mecanismos de difusão através da membrana, proteínas e canais de transporte específicos. A Figura 3B mostra a distribuição de Zn em folhas de soja e cafeeiro após ca. 36 h da pulverização, nota-se que o nutriente já penetrou e se situa principalmente no apoplasto, porém uma fração menor já foi incorporada ao interior celular.

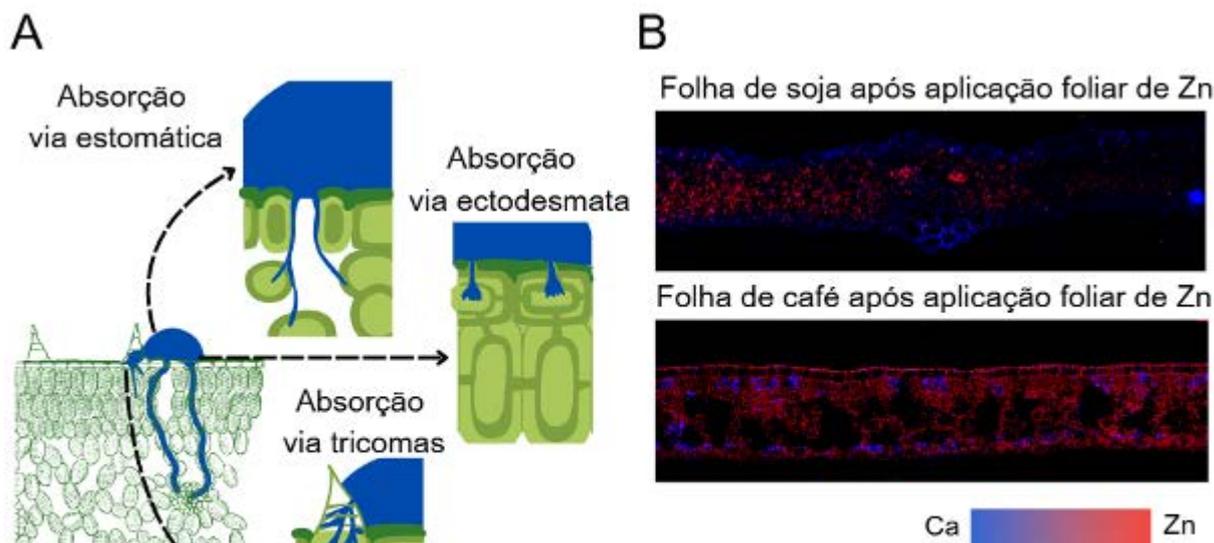


Figura 3. A) Representação das três vias de absorção dos fertilizantes foliares: pelos estômatos, pela ectodesmata (poros da cutícula) e tricomas. B) Mapas de fluorescência de raios X mostrando a distribuição de Zn em folhas de soja e cafeeiro ca. 36h após a pulverização foliar, revelando que uma fração do nutriente penetrou os tecidos foliares, e encontra-se majoritariamente no apoplasto. Não basta que o nutriente penetre na folha, ele deve ser assimilado pelas células e participar do metabolismo. Fonte: Experimentos do GEFEN CENA-USP

Para percorrer distâncias maiores e alcançar os drenos fisiológicos, como raízes, folhas em expansão, frutos e grãos, os nutrientes aplicados via foliar devem se mover pelo floema. Para serem carregados no floema, há, novamente, dois caminhos. Eles podem ser assimilados pelas células do mesofilo e seguirem o transporte célula a célula via plasmodesmatas até as células companheiras dos tubos de elemento crivados seguindo um gradiente de concentração. Este modo de transporte depende da continuidade do citoplasma entre as células. A outra via compreende o movimento via apoplasto até as células companheiras. Uma vez no floema, os elementos são transportados por fluxo de massa induzido pelo gradiente de concentração entre as regiões fonte e dreno.

## Tendências

Conforme os frutos se desenvolvem, sua nutrição se torna cada vez mais dependente do fluxo via floema. Para garantir que micronutrientes não sejam limitantes dos processos bioquímicos de síntese de carboidratos, lipídios e proteínas nestes órgãos (Montanha et al,

2023; Montanha et al, 2024), aportes destes nutrientes via pulverização foliar podem ser realizados. A taxa de carregamento do floema pode ser aumentada por aditivos reguladores osmóticos. Algumas substâncias são capazes de facilitar a entrada dos nutrientes no floema, seja pela diminuição do potencial osmótico do apoplasto (potássio,

sacarose, poliíol entre outros) ou pela complexação do nutriente tornando-o mais móvel (EDTA, IDHA, poliíóis, ácidos carboxílicos, substâncias húmicas, lignosulfonados, aminoácidos entre outros. Tais componentes podem ser adicionados a formulação das especialidades foliares incrementando a sua funcionalidade.

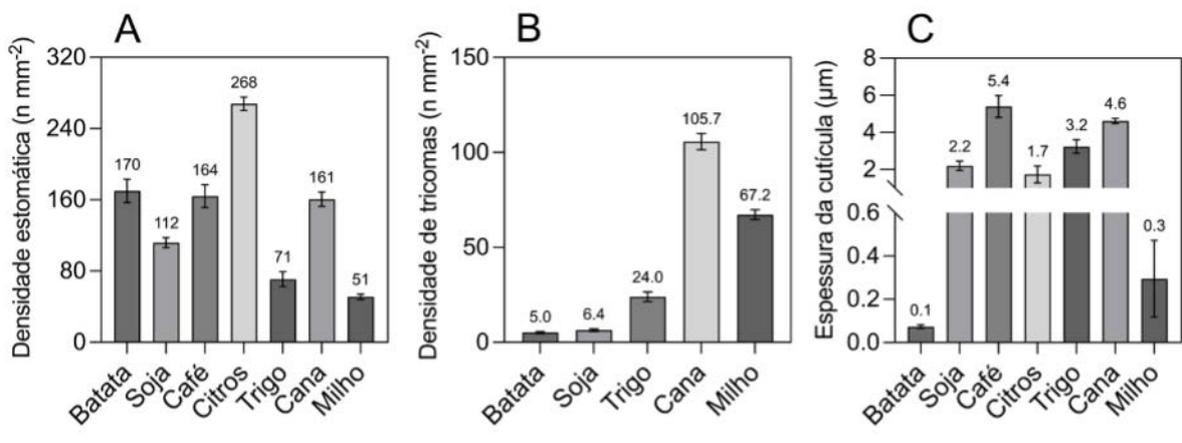


Figura 4. Metanálise da estrutura foliar de plantas cultivadas. A) Valores de densidade estomática; B) densidade de tricomas; C) espessura da cutícula. As barras indicam as médias, também apresentadas numericamente, e os desvios o erro padrão

Outro ponto de atenção que pode ser explorado pelo setor está relacionado às formulações específicas para cada cultura. Conforme Figura 4, as folhas das culturas não são todas iguais. As densidades estomáticas e de tricomas, assim como a espessura da cutícula, varia entre

as culturas. Desta forma, uma dada formulação, ou aditivo de performance, concebida e testada para, por exemplo, uma cultura de cutícula mais fina pode não ser ideal para uma folha de cutícula mais espessa. Igualmente, a molhabilidade das superfícies apresenta

alta correlação com a densidade de tricomas, e a umidade relativa do ar na superfície foliar é afetada pela densidade estomática. Esses fatores devem ser levados em conta para que o produto ofereça a máxima performance e eficiência de penetração.

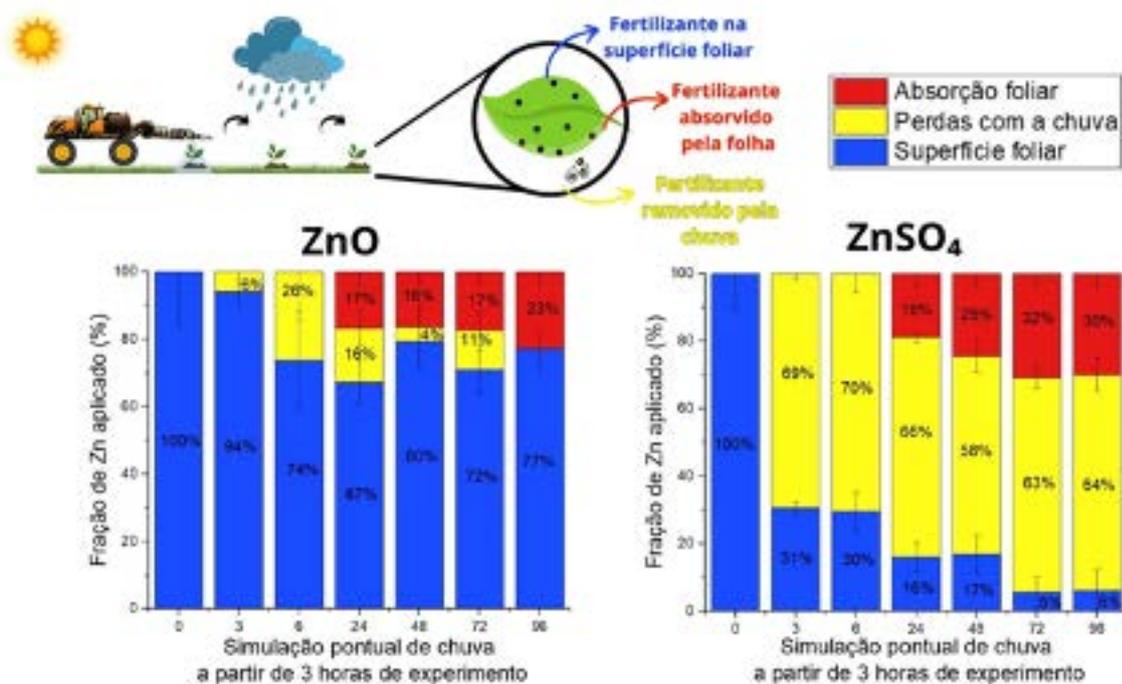


Figura 5. Representação esquemática do experimento que avalia a resistência de fertilizantes foliares (ZnO e ZnSO<sub>4</sub>) à ação da chuva. As barras em vermelho, amarelo e azul representam, respectivamente, as porcentagens de absorção foliar, remoção do nutriente devido à chuva e retenção do nutriente na superfície foliar. Fonte: Experimentos do GEFEN CENA USP

Outro ponto importante diz respeito a efetividade e resiliência dos produtos. O que acontece quando ocorre uma chuva após a pulverização foliar? Será que o produto é lavado da superfície da folha? Foram simulados eventos chuvosos de 20 mm e duração de 30 min após a pulverização de 150g Zn/ha, nas formas de solução de ZnSO<sub>4</sub> e suspensão concentrada de ZnO comercial, utilizando-se a vazão de 100 L/ha, em plantas de soja. Conforme apresentado na Figura 5, os resultados revelam que as perdas do ZnSO<sub>4</sub> por lixiviação chegam a atingir 70% enquanto as de ZnO são de no máximo 26%. A magnitude de perdas do ZnSO<sub>4</sub> se explica pela sua elevada solubilidade. Se por um lado esse fator contribui para a rápida penetração quando a umidade relativa do ar está acima de ca. 80%, em caso de precipitação, perdas significativas podem ocorrer. Já a suspensão concentrada de ZnO, apresentou menores perdas devido a sua baixa solubilidade, e possivelmente, graças a tecnologias adicionadas na formulação. Resultados semelhantes foram observados nas comparações MnSO<sub>4</sub> versus suspensão concentrada de MnCO<sub>3</sub> e CuSO<sub>4</sub> versus suspensão concentrada de CuO. Desta forma, os formuladores devem estar atentos e com isso desenvolver produtos que sejam mais resistentes à chuva.

## Conclusão

O futuro da fertilização foliar é promissor. Ao oferecer rápida absorção de nutrientes com elevadas taxas de eficiência, esta abordagem complementa a adubação do solo. As aplicações foliares podem induzir, ou acelerar, vias metabólicas nas plantas, aumentando a produtividade e biofortificando os alimentos, o que se traduz em uma dieta mais saudável aos consumidores. Ainda, a adubação foliar irá contribuir cada vez mais para aumentar a resiliência das culturas frente aos estresses abióticos causados por caldas cada vez mais concentradas, bem como por eventos climáticos extremos.

Os avanços nas formulações abrem caminho para o desenvolvimento de tecnologias de liberação controlada de nutrientes, bem como alternativas para reduzir as perdas causadas por antagonismo entre os componentes das caldas agrícolas ou pela lavagem devido à ação das chuvas. Com investimentos em inovação, o setor pode desenvolver formulações específicas para culturas capturando sinergias entre nutrientes e compostos bioativos. Ao aumentar a produtividade das culturas, as especialidades foliares contribuem para a efetiva sustentabilidade da agricultura e amplo acesso aos alimentos.

## Referências

### a) Citadas ao longo do texto

Beltrame, A.; Rodrigues Marques, J.P.; Ayres Rodrigues, M.; de Almeida, E.; Arruda Bacchi, M.; De Nadai Fernandes, E.A.; Otto, R.; Pereira de Carvalho, H.W. foliar application and translocation of radiolabeled zinc oxide suspension vs. zinc sulfate solution by soybean plants. *Agriculture*, 15(2): 197, 2025.

Correa, C.G.; Rebouças, M.T.; Diniz, M.; Pereira de Carvalho, H.W. Effect of counterions on the foliar absorption and transport of potassium in soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill]. *ACS Agricultural Science & Technology*, 1(6): 728-734, 2021.

Gomes, M.H.; Machado, B.A.; Rodrigues, E.S.; Montanha, G.S.; Rossi, M.L.; Otto, R.; Linhares, F.S.; Pereira de Carvalho, H.W. In vivo evaluation of Zn foliar uptake and transport in soybean using X-ray absorption and fluorescence spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(44): 12172-12181, 2019.

Li, C.; Wang, P.; Lombi, E.; Wu, J.; Blamey, F.P.C.; Fernández, V.; Howard, D.L.; Menzies, N.W.; Kopittke, P.M. Absorption of foliar applied Zn is decreased in Zn deficient sunflower (*Helianthus annuus*) due to changes in leaf properties. *Plant and Soil*, 433: 309-322, 2018.

Machado, B.A.; Gomes, M.H.; Marques, J.P.; Otto, R.; Pereira de Carvalho, H.W. X-ray spectroscopy fostering the understanding of foliar uptake and transport of Mn by soybean (*Glycine max* L. Merrill): Kinetics, chemical speciation, and effects of glyphosate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(47): 13010-13020, 2019.

Montanha, G.S.; Carvalho Mendes, N.A.; Perez, L.C.; Oliveira Cunha, M.L.; Santos, E.; Pérez, C.A.; de Almeida, E.; Marques, J.P.R.; Umburanas, R.C.; Sabatini, S.; Linhares, F.S.; dos Reis, A.R.; Pereira de Carvalho, H.W. Unfolding the dynamics of mineral nutrients and major storage protein fractions during soybean seed development. *ACS Agricultural Science & Technology*, 3(8): 666-674, 2023.

Montanha, G.S.; Perez, L.C.; Brandão, J.R.; de Camargo, R.F.; Tavares, T.R.; de Almeida, E.; Pereira de Carvalho, H.W. Profile of mineral nutrients and proteins in soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill): Insights from 95 varieties cultivated in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 134: 106536, 2024.

Rodríguez-Lucena, P.; Hernández-Apaolaza, L.; Lucena, J.J. Comparison of iron chelates and complexes supplied as foliar sprays and in nutrient solution to correct iron chlorosis of soybean. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173(1): 120-126, 2010.

Will, S.; Eichert, T.; Fernández, V.; Möhring, J.; Müller, T.; Römheld, V. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. *Plant and Soil*, 344: 283-293, 2011.

### b) Citadas nas tabelas

[1] Tuiwong, P.; Lordkaew, S.; Veerattakit, J.; Jamjod, S.; Prom-u-thai, C. efficacy of nitrogen and zinc application at different growth stages on yield, grain zinc, and nitrogen concentration in rice. *Agronomy*, 12(9): 2093, 2022.

[2] Dutra, A. F.; Leite, M. R. L.; Melo, C. C. d. F.; et al. Soil and foliar Si fertilization alters elemental stoichiometry and increases yield of sugarcane cultivars. *Sci Rep*, 13: 16040, 2023.

[3] Santos, L. A.; Soratto, R. P.; Silva, T. R. B. Yield performance of soybean and corn subjected to magnesium foliar spray. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(12): 1241-1250, 2017.

[4] Nelson, K. A.; Motavalli, P. P.; Nathan, M. Response of no-till soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] to timing of preplant and foliar potassium applications in a claypan soil. *Agronomy Journal*, 97(3): 832-838, 2005.

[5] Stewart, Z. P.; Pappozzi, E. T.; Wortmann, C. S.; Jha, P. K.; Shapiro, C. A. Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake, and partitioning. *Plants (Basel)*, 10(3): 528, 2021.

[6] El-Hendawy, S.; Mohammed, N.; Al-Suhaibani, N. Enhancing wheat growth, physiology, yield, and water use efficiency under deficit irrigation by integrating foliar application of salicylic acid and nutrients at critical growth stages. *Plants*, 13: 1490, 2024.

[7] Dhaliwal, S. S.; Sharma, V.; Shukla, A. K.; Verma, V.; Kaur, M.; Alsuhaibani, A. M.; Gaber, A.; Singh, P.; Laing, A. M.; Hossain, A. Minerals and chelated-based manganese fertilization influences the productivity, uptake, and mobilization of manganese in wheat (*Triticum aestivum* L.) in sandy loam soils. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1163528, 2023.

[8] Fernández, V.; Sotiropoulos, T.; Brown, P. H.; Fertilizantes, Foliar fertilization: Scientific principles and field practices. *International Fertilizer Industry Association*, 2013.

[9] Peng, C.; Chen, L.; Tang, M. A database for deliquescence and efflorescence relative humidities of compounds with atmospheric relevance. *Fundamental Research*, 2: 578-587, 2022.

[10] Freney, E. J.; Martin, S. T.; Buseck, P. R. Deliquescence and efflorescence of potassium salts relevant to biomass-burning aerosol particles. *Aerosol Science and Technology*, 43: 799-807, 2009.

[11] Barlas, N.T.; et al. Evaluating leaf wettability and salt hygroscopicity as drivers for foliar absorption. *plants*, 12: 2357, 2023.

[12] Fernández, V.; Pimentel, C.; Bahamonde, H.A. Salt hydration and drop drying of two model calcium salts: Implications for foliar nutrient absorption and deposition. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 183: 592-601, 2020.



## FABRÍCIO ÁVILA RODRIGUES

Universidade Federal de Viçosa



# Importância do fósforo no manejo das doenças das plantas

A agricultura sustentável vem recebendo grande atenção da sociedade. Nesse cenário, preocupações quanto à segurança alimentar (resíduo de agrotóxicos nos alimentos), ambiental (contaminação do solo, da água e de animais), intoxicação do aplicador dos agrotóxicos e o surgimento de populações do patógeno resistentes a algumas moléculas químicas não devem ser ignoradas e sim, trazidas para uma reflexão racional por todos aqueles envolvidos nos diferentes setores da cadeia produtiva.

As práticas agrícolas utilizadas no atual modelo de agricultura precisam ser mais sustentáveis, evitando que os diferentes ecossistemas não sejam negativamente impactados e as necessidades nutricionais em termos de quantidade e qualidade de uma população que cresce globalmente sejam perfeitamente atendidas. Um dos fatores que agravam a produção agrícola sustentável, e impossível de ser eliminado, mas amenizado, é a ocorrência de doenças nas culturas de grande valor econômico ou até mesmo naquelas cultivadas pelos agricultores familiares.

A nutrição mineral contribui decisivamente para manter a resistência das plantas ao ataque de diferentes patógenos e pode ser adotada facilmente pelos agricultores para o controle das doenças. Entre os macronutrientes, o fósforo (P) pode ter uma contribuição ímpar nesse

aspecto por desempenhar funções importantes em vários aspectos dos processos bioquímicos da planta (Figura), muitos dos quais estão envolvidos com a defesa celular contra os patógenos.

Considerando a fotossíntese, o P é essencial para a fixação do carbono nos cloroplastos pelo fato de fazer parte das moléculas envolvidas no metabolismo do carbono tais como o ATP, a ribulose bifosfato, a nicotinamida adenina dinucleotídeo



Figura 1. Diferentes atuações do fósforo (P) na fisiologia das plantas

Esse macronutriente é componente do trifosfato de adenosina (ATP) responsável pela energia celular nas diferentes reações metabólicas, tais como a síntese de macromoléculas (exemplo: proteínas e ácidos nucleicos), fotossíntese e respiração. O P faz parte também da adenosina difosfato e do fosfoenolpiruvato, que estão envolvidos na transferência e no armazenamento de energia nas células.

fosfato e a ribulose-1,5-bifosfato. O P também participa da formação de intermediários fosforilados na cadeia fotossintética do transporte de elétrons, facilitando a síntese de ATP e a transferência de energia celular.

Na forma de ortofosfato inorgânico livre (Pi), o P desempenha várias funções na fisiologia da planta, tais como atuando na melhor atividade das enzimas envolvidas no metabolismo dos carboidratos e na partição

de fotossintato entre amido e sacarose. Altos teores de Pi no estroma dos cloroplastos inibe as enzimas amido sintetase e ADP-glicose pirofosforilase, que estão envolvidas na síntese do amido nos cloroplastos.

Interessante, o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA) possuem o P em suas estruturas proporcionando tanto estabilidade estrutural e facilitando a transferência da informação genética e a síntese de proteínas. O P está também envolvido na síntese de trifosfatos de nucleotídeos que são essenciais para os processos de replicação, transcrição e tradução do DNA nas células dos diferentes tipos de tecidos das plantas.

O P é o principal constituinte dos fosfolipídios das membranas celulares garantindo integridade estrutural, fluidez e permeabilidade seletiva. A síntese das fosfoproteínas, glicerofosfolipídios e outros compostos intermediários fosforilados que regulam o transporte de nutrientes na membrana e a transdução de sinais na célula são dependentes de altos níveis de P.

A atividade de várias enzimas envolvidas nos diferentes aspectos do metabolismo celular, tais como a glicólise, respiração e síntese de compostos orgânicos, são dependentes do P. A fosforilação, a adição de grupos fosfato às proteínas e outras moléculas são mecanismos comuns para ativação e regulação enzimática. As enzimas dependentes do P catalisam ampla gama de reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo dos carboidratos, fixação do nitrogênio, assimilação do enxofre e na biossíntese de hormônios.

O crescimento e a arquitetura radicular das plantas são favorecidos pela maior disponibilidade de P na solução do solo e na sua subsequente transferência para a parte aérea. Níveis adequados de P estimulam o alongamento e a ramificação das raízes e a formação dos pelos absorventes aumentando, assim, a capacidade das plantas em absorver tanto a água quanto os nutrientes eficientemente.

## O fósforo e as doenças das plantas

Diante do envolvimento do P em vários processos metabólicos, o aumento do vigor da planta deve desfavorecer o desenvolvimento das doenças. Por outro lado, em condições de deficiência ou de excesso, as intensidades das doenças podem aumentar e isso tem sido registrado na literatura.

O P exerce efeito positivo afetando o processo infeccioso de alguns patógenos em culturas agronomicamente importantes. Por exemplo, o uso de fertilizante fosfatado em feijão-caupi reduziu a severidade da antracnose (*Colletotrichum destructivum*) e da mancha marrom (*Colletotrichum capsici*).

***O fósforo desempenha um papel crucial na resistência das plantas a doenças, contribuindo para processos bioquímicos essenciais e fortalecendo a defesa celular. Aplicações de fósforo podem reduzir a severidade de diversas doenças em culturas importantes, promovendo uma agricultura mais sustentável.***

Aplicações de P reduziram a seca da haste e das vagens (*Diaporthe sojae*) e a síndrome da morte súbita (*Fusarium virguliforme*) da soja, a estria-parda da cana-de-açúcar (*Bipolaris stenospila*) e a brusone do arroz (*Pyricularia oryzae*). A aplicação de adubos fosfatados aumentou a resistência do tomate à murchade-fusário. Em trigo, a aplicação de superfosfato reduziu a intensidade do mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*).

Em geral, o P é importante para o crescimento das plântulas, pois estimula o desenvolvimento radicular, proporcionando mecanismo de resistência estrutural para o escape das infecções por *Pythium* spp. ou de outros patógenos do

sistema radicular, tais como o *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia solani*.

Em citros, a aplicação foliar de P reduziu os sintomas do huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) e aumentou a produção de frutos. Foliolos de noz-pecã com sintomas de queima bacteriana (*Xylella fastidiosa*) continham menor concentração de P. A maior disponibilidade de P para o hipanto (taça floral) das flores da macieira ou da pereira ajudou no controle do fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*). Redução do pH do solo devido às maiores doses de fosfato reduziu a infecção das plantas de tomate por *Meloidogyne incognita*.

É importante que a comunidade científica esteja empenhada em gerar mais informações científicas sobre o papel do P no controle de doenças em culturas anuais e perenes considerando a reduzida quantidade de artigos científicos sobre esse assunto.

## Referências

Agrios, G.N. Plant Pathology. 5th edition, Elsevier Academic Press, 2005.

Little, C.R. Phosphorus and plant disease. In: Datnoff, L.E.; Elmer, W.H.; Rodrigues, F.A. (Eds.). Mineral nutrition and plant disease. The American Phytopathological Society, Saint Paul. pp. 75-104. 2023.





## Avanços no uso de fertilizante orgânico composto a base de lodo de esgoto

Embora o Brasil tenha grande potencial para expandir sua produção agrícola nas próximas décadas, a insegurança alimentar e nutricional grave afetou cerca de 9 milhões de brasileiros em 2023 (IBGE, 2024). Esse problema pode se agravar em razão da crise no fornecimento de fertilizantes minerais (MAPA, 2022) e do aumento dos preços dos alimentos de consumo básico. Outro desafio significativo é a deficiência dos serviços públicos de saneamento básico, visto que 100 milhões de brasileiros não possuem acesso à coleta de esgoto e somente 50% do esgoto gerado no país é tratado (Brasil, 2022). A adoção de práticas agrícolas sustentáveis surge como uma medida urgente para combater esses problemas socioeconômicos e ambientais. Nesse sentido, é necessário implementar estratégias eficazes para enfrentar esses desafios, a fim de atender às futuras necessidades de fontes alternativas de adubação e garantir adequada disposição final de resíduos urbanos.

Diante disso, destaca-se o lodo de esgoto (LE), um resíduo urbano proveniente dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETEs), sendo uma fonte rica em matéria orgânica (MO) e nutrientes de plantas. Devido à grande quantidade produzida de LE, o manejo adequado desse resíduo tem sido tema recorrente de estudos no Brasil e no mundo,

visando encontrar as melhores opções para sua disposição final.

Após passar pelo processo de compostagem termofílica, o LE é transformado em composto de lodo de esgoto (CLE) ou biossólido. O CLE adquire propriedades que o tornam adequado para uso na agricultura, podendo ser registrado como fertilizante orgânico composto Classe B e substituir parcialmente os fertilizantes minerais em sistemas agrícolas sustentáveis.

### Lodo de esgoto, composto de lodo de esgoto e biossólido

O LE é o resíduo gerado nas ETEs, composto por microrganismos que decompõem a MO presente no esgoto. Quando o lodo passa por tratamentos, como a adição de cal para eliminação de patógenos, ele é denominado biossólido e pode ser registrado e utilizado como produto de uso seguro na agricultura, desde que atenda aos critérios estabelecidos nas Instruções Normativas (IN) SDA nº 07/2016 e SDA nº 61/2020 (Brasil, 2016 e 2020a). Já o CLE é o resultado da compostagem do lodo, atendendo às normas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), permitindo sua comercialização como fertilizante orgânico sem restrições (Brasil, 2016; Nogueira et al., 2024).

### Autores



THIAGO  
ASSIS  
RODRIGUES  
NOGUEIRA



RODRIGO  
SILVA ALVES



CASSIO  
HAMILTON  
ABREU-  
JUNIOR



FERNANDO  
CARVALHO  
OLIVEIRA

Embora o LE não tratado possa conter patógenos e metais pesados, o processo de compostagem estabiliza a MO e elimina os patógenos devido às altas temperaturas atingidas durante a decomposição, garantindo um material microbiologicamente seguro, conforme os limites definidos pela legislação brasileira, Resolução nº 375 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil,

2006). No entanto, a compostagem não reduz a concentração de metais pesados, pois esses elementos não são degradáveis. A diluição da sua concentração no produto pode ocorrer quando há adição de estruturante celulósico ou outros componentes ao processo. Além disso, todos os resíduos utilizados na compostagem devem ser previamente autorizados pelo órgão ambiental, garantindo o atendimento às exigências do licenciamento ambiental.

***O uso de fertilizante orgânico composto a base de lodo de esgoto (CLE) é uma alternativa sustentável para a agricultura, oferecendo benefícios ambientais e econômicos. O CLE pode substituir parcialmente fertilizantes minerais, melhorar a fertilidade do solo e contribuir para uma gestão ambiental mais eficiente.***

Existem algumas concepções equivocadas sobre o LE, como a ideia de que ele possui odor desagradável ou que é composto exclusivamente por dejetos humanos. Porém, o processo de tratamento do esgoto converte a carga orgânica presente nos efluentes em biomassa, formada por células de microrganismos, e não por dejetos propriamente ditos. Quando adequadamente processado, o LE tratado não apresenta cheiro desagradável nem atrai vetores de doenças.

O CLE é reconhecido pelo MAPA como seguro para uso agrícola, desde que sejam respeitadas as diretrizes técnicas e os limites estabelecidos pela legislação. Quando adquirido como fertilizante orgânico de empresas devidamente registradas, o produto oferece segurança tanto para os produtores quanto para os consumidores, sem risco de contaminação dos alimentos (Brasil, 2016). O biossólido, por sua vez, é o LE que passou por

tratamentos específicos para reduzir a presença de patógenos e minimizar a atratividade para vetores. Apesar de ser um material mais seguro, seu uso na agricultura só é permitido quando devidamente registrado no MAPA. Para isso, é fundamental o cumprimento das exigências regulamentares, incluindo o limite máximo de 50% de umidade, restrições quanto à concentração de metais pesados e patógenos, além do atendimento às garantias mínimas estabelecidas pela legislação vigente.

### **Fertilizante orgânico a base de LE: uma alternativa sustentável para a gestão ambiental**

Aproximadamente 87% da população brasileira vive em áreas urbanas de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Siqueira; Britto, 2024), o que gera uma grande quantidade de resíduos coletados pelos sistemas de esgoto. Contudo, a destinação final do LE continua sendo um dos principais desafios ambientais no meio urbano. A maior parte desse resíduo é descartada em aterros sanitários, os quais são responsáveis por cerca de um terço das emissões de metano (CH<sub>4</sub>), um dos gases de efeito estufa (GEE), contribuindo significativamente para as mudanças climáticas. Todavia, o LE tratado pode ser reutilizado na agricultura, oferecendo benefícios ambientais e econômicos ao reduzir descartes inadequados e promover o reaproveitamento de nutrientes, além de contribuir para uma gestão ambiental mais eficiente.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o uso seguro do LE tratado na agricultura oferece vantagens expressivas, como o aumento da produção de alimentos e a conservação de recursos naturais. O LE é composto principalmente por MO (entre 60% e 75%, em base seca) e nutrientes, além de partículas minerais, como areia, argila e silte. Dependendo da

sua origem, pode conter elementos potencialmente tóxicos, poluentes orgânicos e patógenos. Anualmente, milhões de toneladas desse resíduo são produzidos, principalmente, em países industrializados como Japão (70 milhões), China (60 milhões) e EUA (6 milhões) (Hu et al., 2022; Siddiqui et al., 2023). Estima-se que cerca de 2,5 milhões de toneladas de LE são geradas anualmente no Brasil (Feng et al., 2023), com o potencial de dobrar essa quantidade quando os sistemas de coleta e tratamento de esgoto forem estendidos para toda população.

A regulamentação do uso agrícola do LE no Brasil tem evoluído nos últimos anos. A IN SDA nº 61/2020 do MAPA estabeleceu critérios para o registro de fertilizantes orgânicos a base de LE, permitindo sua utilização de forma segura (Brasil, 2020a). Ademais, a Resolução CONAMA nº 498/2020 (Brasil, 2020b) flexibilizou as normas para aplicação do biossólido, comparada à Resolução nº 375/2006. Entretanto, no Estado de São Paulo, a revisão da Norma P4.230 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2021) impôs novas restrições, limitando a aplicação do biossólido na agricultura. Dentro desse contexto, a compostagem do LE tem se consolidado como uma alternativa viável, resultando no CLE, um fertilizante orgânico Classe B registrado no MAPA (Brasil, 2020a). O uso agrícola do CLE favorece a reciclagem de nutrientes e uma destinação mais sustentável para esse resíduo.

A aplicação agrícola do CLE é viável tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. O produto é uma fonte acessível de MO e nutrientes, como N, P e micronutrientes, que melhoram a fertilidade do solo e sua capacidade de reter água. Além disso, o CLE pode aumentar a eficiência do uso de fertilizantes minerais, reduzindo os custos de produção para o agricultor. Atualmente, cerca de 86% dos fertilizantes consumidos no país são importados (ANDA, 2024),

expondo o setor agropecuário às flutuações do câmbio e a possíveis desabastecimentos, que impactam diretamente os custos de produção e os preços dos alimentos. Entretanto, embora o CLE possa ser utilizado como fertilizante orgânico, sua disponibilidade para atender as áreas cultivadas é muito limitado. A quantidade de lodo gerada anualmente no Brasil permitiria a aplicação em aproximadamente 100 mil hectares, o que representa apenas 0,125% da área agrícola do país. Mesmo com a universalização do saneamento básico, esse percentual não ultrapassaria 1% da área cultivada nacional. Assim, o principal benefício do reaproveitamento

do LE como fertilizantes não está no seu uso na agricultura, mas no impacto da gestão ambiental relacionada à sua disposição final.

Embora o uso do CLE ofereça inúmeros benefícios, ainda enfrenta barreiras de aceitação e implementação. Muitas empresas de tratamento de resíduos não estão integradas ao setor agrícola. Soma-se a isso o preconceito em relação à origem do produto e a forte influência comercial das empresas de fertilizantes minerais no agronegócio nacional (Nogueira et al., 2024).

Por outro lado, o impacto positivo da valorização do LE na gestão

urbana é expressivo. A redução do volume destinado aos aterros sanitários, cada vez mais distantes dos centros urbanos, diminui custos operacionais e amplia a vida útil dessas estruturas. Dessa forma, embora o uso agrícola do CLE seja uma alternativa viável para o manejo do LE, sua principal contribuição está na sustentabilidade urbana e na gestão integrada de resíduos. O avanço da regulamentação e o incentivo a tecnologias de reaproveitamento são essenciais para maximizar os benefícios ambientais e econômicos desse material, promovendo um modelo mais eficiente de economia circular.

## Composição do CLE

A tabela 1 ilustra a composição química e microbiológica de três lotes típicos de fertilizante produzidos por meio da compostagem de LE combinado com outros resíduos orgânicos, calcário e gesso agrícola.

A composição química do LE compostado pode variar significativamente devido aos fatores como a origem do resíduo, a época do ano, os processos de tratamento utilizados e outras condições específicas. O potencial agrônomo do CLE está relacionado às características como o teor de carbono orgânico, a presença de nutrientes, a capacidade de troca catiônica (CTC), a retenção de água, a presença de substâncias húmicas, fúlvicas e diversidade microbiológica. Esses atributos contribuem para a melhoria da qualidade do solo e o aumento de sua fertilidade.

Essa variação química e o teor de umidade representam um desafio para a padronização das doses recomendadas, exigindo maior atenção ao manejo do produto. De maneira geral, um LE típico contém aproximadamente 40% de MO, 4% de N e 2% de P, além de outros macro e micronutrientes como Zn, Fe, Cu, Mn e Mo. É importante destacar que o LE apresenta baixos teores de K, sendo necessária sua complementação com outros insumos agrícolas.

Tabela 1. Composição química e microbiológica de amostras de composto de lodo de esgoto (média ± desvio padrão; n = 3)

Característica	Unidade	2017/18	2018/19	2021/22	Valor permitido <sup>(1)</sup>
Química		Base seca			
pH <sub>(CaCl2)</sub>	--	7,0 ± 0,1	7,3 ± 0,1	8,0 ± 0,4	2,0
Umidade (60 - 65°C)	%	41,0 ± 0,3	34,4 ± 0,5	36,7 ± 0,1	--
Umidade Total	%	45,5 ± 0,2	35,8 ± 0,6	38,2 ± 0,1	--
Matéria Orgânica Total (Combustão)	g/kg	308,7 ± 10,0	255,0 ± 7,4	200,0 ± 26,8	--
CTC	mmol/dm	520,0 ± 20,0	--	263,3 ± 81,4	--
C/N	--	12,0 ± 0,8	9,0 ± 0,6	11,0 ± 3,5	--
N Total	g/kg	13,9 ± 0,2	15,3 ± 1,5	10,7 ± 3,0	--
P Total	g/kg	12,3 ± 1,4	14,1 ± 0,0	16,5 ± 4,5	--
S Total	g/kg	4,8 ± 0,3	8,4 ± 1,4	7,3 ± 0,9	--
Na	mg/kg	3930 ± 32,0	3915 ± 41,2	--	--
K	g/kg	6,0 ± 2,2	8,2 ± 0,4	4,7 ± 2,8	--
Ca	g/kg	19,4 ± 4,4	31,1 ± 1,1	41,7 ± 17,4	--
Mg	g/kg	5,2 ± 0,5	9,9 ± 0,2	11,3 ± 2,2	--
As	mg/kg	3,2 ± 1,8	--	3,3 ± 1,1	20,0
B	mg/kg	94,0 ± 4,5	94,0 ± 4,6	--	--
Cd	mg/kg	1,00 ± 0,1	--	1,0 ± 0,4	3,0
Cu	mg/kg	237,0 ± 16,5	191,2 ± 5,8	246,3 ± 69,0	--
Pb	mg/kg	18,1 ± 1,6	--	17,6 ± 0,7	150,0
Cr	mg/kg	54,3 ± 1,8	--	64,4 ± 1,0	--
Fe	mg/kg	16400 ± 1300	14708 ± 249	12405 ± 522	--
Mn	mg/kg	246 ± 37,0	310,0 ± 15,0	591,0 ± 89,1	--
Hg	mg/kg	0,2 ± 0,1	--	0,1 ± 0,1	1,0
Mo	mg/kg	5,2 ± 0,2	--	6,6 ± 2,4	--
Ni	mg/kg	26,5 ± 0,5	--	23,3 ± 4,6	70,0
Zn	mg/kg	456,0 ± 8,0	684,0 ± 7,2	1083,0 ± 339,5	--
Microbiológica					
Salmonella sp.	NMP/10g	Ausente	Ausência em 10 g de MS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/g	0	1,000,0		
Ovos Viáveis de Helmintos	Ovos/g de ST	0,12	1,0		

<sup>(1)</sup> IN SDA no 7 MAPA (Brasil, 2016). <sup>(2)</sup> Não determinado. NMP = Número mais provável. CTC: Capacidade de troca catiônica. Fonte: GENAFERT/UNESP.

## Avanços e perspectivas no fornecimento do CLE na agricultura

Com base nos avanços recentes em pesquisas e experimentação, projeta-se um aumento considerável no uso agrícola do CLE, impulsionado pela crescente adoção no mercado nacional e pelos benefícios comprovados de sua aplicação, especialmente na reciclagem de nutrientes (Chripim et al., 2020). Por outro lado, o seu uso ficará limitado à proximidade da Unidade geradora.

Estudos demonstram que a aplicação de CLE melhora os atributos físicos e químicos do solo (Curci et al., 2020). Avaliações físicas indicaram melhorias na densidade do solo, aumento da porosidade, maior capacidade de retenção de água (Pasqualone et al., 2017) e estabilidade de agregados (Curci et al., 2020). A eficácia do CLE como fertilizante orgânico e fonte alternativa de nutrientes em comparação aos fertilizantes convencionais já foi confirmada. Aplicações sequenciais de CLE em doses superiores a  $5,0 \text{ t ha}^{-1}$  (base úmida) promoveram melhorias nos atributos químicos do solo, como aumento do pH, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e nos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu e Zn (Silva et al., 2022a e 2024; Oliveira et al., 2023). Além disso, o CLE possibilita a redução nas taxas de aplicação de fertilizantes minerais, oferecendo uma solução sustentável para o manejo do LE, que frequentemente apresenta grandes volumes descartados e representa risco de contaminação ambiental com grande impacto nos centros urbanos (Prates et al., 2020 e 2022; Silva et al., 2022b). Isto pois, o CLE maximiza a eficiência de uso dos nutrientes fornecidos na adubação mineral convencional.

Pesquisas também revelaram que doses mais elevadas de CLE aplicadas em solos agrícolas aumentaram os teores de micronutrientes no solo e nas plantas, com ênfase para o B, Cu e Zn. Além disso, foram observados incrementos na produtividade da soja, 12% e 20%, respectivamente, em relação ao controle

sem adubação e ao tratamento com adubação mineral convencional. A produtividade da soja também foi 67% superior à média nacional, demonstrando os benefícios da utilização do CLE em solos naturalmente inférteis, especialmente na região do Cerrado (Cecon, 2018; Prates et al., 2020).

Resultados de pesquisas conduzidas a campo revelaram que doses médias de  $5 \text{ t/ha}$  (base úmida) são suficientes para alcançar resultados satisfatórios em diversas culturas. Em culturas graníferas, como soja, arroz, milho, feijão e trigo, o aumento da produtividade foi consistente até doses de  $12,5 \text{ t/ha}$  (base úmida) (Figura 1). No entanto, é imprescindível considerar a viabilidade econômica, especialmente em relação aos custos de transporte

e aplicação, para otimizar o uso desse insumo. As aplicações consecutivas de CLE também demonstraram efeitos residuais positivos, promovendo o aumento da fertilidade do solo, fornecendo nutrientes às plantas e contribuindo para maior produtividade. Em viveiros de cana-de-açúcar, doses menores, de  $2,5 \text{ t/ha}$  (base úmida), demonstraram ser eficazes, com desempenho semelhante ao da adubação mineral convencional.

Por outro lado, é fundamental que as doses aplicadas de CLE respeitem as recomendações técnicas. Doses excessivas podem causar a lixiviação de nutrientes não absorvidos pelas plantas, resultando em poluição dos corpos hídricos. Esse cuidado é especialmente importante no caso do N, cuja forma orgânica



Figura 1. Composto de lodo de esgoto - CLE (a), aplicação manual do composto em área total (b), cultura do arroz de terras altas cultivada no verão após aplicação do CLE (c) e efeito residual na cultura do feijão-comum semeada na palhada do arroz e cultivada no inverno (d), cultura da soja cultivada no verão após aplicação do CLE (e) e efeito residual na cultura do milho segunda safra semeada na palhada da soja (f)  
Fotos: GENAFERT/UNESP

predominante pode ser convertida em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), com risco de lixiviação, ou em amônia ( $\text{NH}_3$ ), que pode ser perdida na atmosfera. A aplicação deve ser ajustada para que a quantidade de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) não ultrapasse a capacidade de absorção da planta (Nogueira et al., 2024).

## Considerações finais

Os produtos derivados do lodo de esgoto sanitário, quando utilizados corretamente, apresentam grande potencial para uso agrícola, combinando viabilidade econômica e benefícios ambientais. O fertilizante orgânico CLE é uma alternativa promissora para aumentar a eficiência do uso de fertilizantes minerais, beneficiando o agricultor com a economia no uso deste insumo, favorecendo sistemas agrícolas mais sustentáveis, particularmente em regiões tropicais. Entretanto, para garantir a sustentabilidade no fornecimento do CLE, é fundamental que as doses aplicadas sejam ajustadas conforme as necessidades específicas de cada cultivo e cultura, evitando riscos de contaminação ambiental. Desse modo, seu uso representa não apenas uma solução viável para a destinação adequada do lodo, mas também um componente estratégico na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e economicamente vantajosas, fortalecendo a integração entre produção agrícola e proteção ambiental.

## Referências

- Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA). Macro indicadores. 2024. Disponível em: [https://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://anda.org.br/pesquisa_setorial/).
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa SDA nº 7, de 12 de abril de 2016. Altera a Instrução Normativa SDA nº 27, de 5 de junho de 2006 que estabelece os limites máximos de contaminantes e agentes fitotóxicos patogênicos ao homem, animais e plantas a serem atendidos nos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 mai. 2016.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa SDA nº 61, de 8 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jul. 2020a.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodo de esgoto gerado em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 ago. 2006.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biofertilizantes em solos, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2020b.
- Ceccon, G. Milho safrinha no cerrado brasileiro. Revista Plantio Direto e Tecnologia Agrícola, 5–8, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1092717/1/RevistaPlantiodireto2.pdf>.
- Chrispim, M.C.; Souza, F.M.; Scholz, M.; Nolasco, M.A. A framework for sustainable planning and decision-making on resource recovery from wastewater: showcase for São Paulo megacity. Water, 12: 3466, 2020.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Norma Técnica P4.230 de 29 de setembro de 2021. Aplicação de lodo de sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitários em solo - diretrizes e critérios para projeto e operação. Diário Oficial do Estado de São Paulo – Caderno Executivo I (Poder Executivo, Seção I), São Paulo, SP, 131 (188): 46–53, 2021.
- Curci, M., et al. Short-term effects of sewage sludge compost amendment on semiarid soil. soil systems, 4: 1–18, 2020.
- Feng, J.; Burke, I.T.; Chen, X.; Stewart, D.I. Assessing metal contamination and speciation in sewage sludge: Implications for soil application and environmental risk. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 22: 1037–1058, 2023.
- Hu, M., et al. A review on turning sewage sludge to value-added energy and materials via thermochemical conversion towards carbon neutrality. Journal of Cleaner Production, 134657, 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Segurança alimentar nos domicílios brasileiros volta a crescer em 2023. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39838-seguranc-a-alimentar-nos-domicilios-brasileiros-volta-a-crescer-em-2023>.
- Instituto Trata Brasil. Trata Brasil: saneamento é saúde. 2022. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br/pt/>.
- Nogueira, T.A.R.; Abreu-Junior, C.H.; Oliveira, F.C. Fertilizantes feitos a partir de lodo de esgoto: valem a pena? Quais as vantagens? In: Machado, A.W. Fertilizantes. Agrolink. 2024. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubacao-organica/fertilizantes-feito-s-a-partir-de-lodo-de-esgoto-valem-a-pena-quais-as-vantagens-494085.html>.
- Oliveira, G.S.D., et al. Common bean productivity and micronutrients in the soil-plant system under residual applications of composted sewage sludge. Plants, 12, 2023.
- Pasqualone, A., et al. Effect of composted sewage sludge on morpho-physiological growth parameters, grain yield and selected functional compounds of barley. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97: 1502–1508, 2017.
- Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Plano Nacional de Fertilizantes. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes>
- Prates, A.R., et al. Composted sewage sludge enhances soybean production and agronomic performance in naturally infertile soils (Cerrado Region, Brazil). Agronomy, 10: 1677, 2020.
- Prates, A.R., et al. Composted Sewage Sludge Sustains High Maize Productivity on an Infertile Oxisol in the Brazilian Cerrado. Land, 11: 1246, 2022.
- Siddiqui, M.I.; Rameez, H.; Farooqi, I.H.; Basheer, F. Recent advancement in commercial and other sustainable techniques for energy and material recovery from sewage sludge. Water, 15: 948, 2023.
- Silva, R.D.S., et al. Composted sewage sludge application reduces mineral fertilization requirements and improves soil fertility in sugarcane seedling nurseries. Sustainability, 14: 4684, 2022a.
- Silva, R.D.S., et al. Composted sewage sludge application in a sugarcane seedling nursery: crop nutritional status, productivity, and technological quality implications. Sustainability, 14: 4682, 2022b.
- Silva, R.S., et al. Treating tropical soils with composted sewage sludge reduces the mineral fertilizer requirements in sugarcane production. Land, 13: 1820, 2024.
- Siqueira, B.; Britto, V. Censo 2022: 87% da população brasileira vive em áreas urbanas. Agência IBGE Notícias. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/>.



# Experts em bioestimulantes desde 1986

Especialistas em extração de **ingredientes bioativos** através da nossa **tecnologia exclusiva Enzyneer®**



Ingredientes de alta pureza (L- $\alpha$ -aminoácidos)



Padrão farmacêutico



Alta performance agrônômica



Alta solubilidade e compatibilidade total



REACH e ingredientes com certificação orgânica



Plantas produtivas de alta tecnologia

Seu parceiro natural para **B2B**



BRANDED PORTFOLIO

**Phytness®**

**AminoQuelant®**

**Terra-Sorb®**

SIGA-NOS:





**VICTORIA  
FERNÁNDEZ**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID



## Atualização técnica sobre aplicações foliares

A aplicação foliar de nutrientes minerais em plantas é implementada na produção agrícola há mais de um século (Fernández; Eichert, 2009). Nos últimos anos, o uso de bioestimulantes<sup>1</sup> para melhorar o crescimento das plantas e sua resposta aos potenciais fatores de estresse ganhou importância. O mercado para esses produtos está crescendo significativamente em todo o mundo, e muitos deles são aplicados em plantações via pulverizações foliares.

Muitos estudos científicos e relatórios técnicos descrevendo respostas positivas das plantas às aplicações foliares. Da mesma forma, nas últimas décadas foram estudados alguns dos principais fatores que influenciam a eficácia das aplicações foliares, mas ainda carecemos de informações para otimizar a resposta das plantas.

### As superfícies das folhas são variáveis

As características das folhas das plantas incluindo se têm pelos ou outras estruturas epidérmicas como ceras ou estômatos, variam, por exemplo, dependendo da idade, espécie, variedade ou fatores ambientais durante o crescimento. Essas características podem afetar

a deposição de gotículas e depósitos que se formam nas folhas após a secagem das pulverizações, bem como o transporte de produtos químicos para os órgãos vegetais. Embora não possamos modificar as propriedades das superfícies foliares das culturas, a caracterização delas mesmas a nível de sua energia livre superficial (Fernández; Khayet, 2015; Barlas et al., 2023), pode nos ajudar a saber quão difícil pode ser a pulverização e se é necessário aplicar uma formulação foliar que inclua adjuvantes que melhorem a molhabilidade e a retenção de gotas dos produtos aplicados via foliar (Figura 1).



Figura 1. Aplicação foliar de carbonato de cálcio à 5% em plantas de couve-flor com água pura (A) ou adição de um surfactante (B)

Na Figura 1.A, as folhas não mantiveram o produto e algumas gotas isoladas podem ser vistas nas folhas. Na Figura 1.B, obteve-se boa molhagem foliar com distribuição mais homogênea da pulverização foliar que foi retido pela folha.

Por exemplo, comprovamos que diferentes variedades da mesma cultura podem ter características diferentes, como observado em plantas de milho. Em um estudo realizado com 4 variedades de milho com plantas cultivadas a partir de sementes, comprovou-se para todas as variedades, que inicialmente as folhas eram bastante não molháveis (ângulos de contato de aproximadamente 130°) até que se desenvolveu a quarta folha, devido à presença de ceras epicuticulares nanoestruturadas (Henningsen et al.,

<sup>1</sup> O termo bioestimulante é usado na terminologia internacional, no Brasil o termo é Biofertilizante, conforme legislação vigente.

2023a). Em três das quatro variedades de milho analisadas mensurou a mudança na molhabilidade das folhas (tornaram-se bastante molháveis) com a idade das plantas, desde que não fossem submetidas à deficiência de fósforo, fator que fez com que as folhas permanecessem não molháveis como nas mudas. A partir de medições realizadas em plantas de milho, pode-se deduzir que as aplicações foliares em mudas podem ser menos eficazes se não adicionar adjuvantes que melhorem as interações de superfície, conforme mostrado na Figura 1. Observou-se uma tendência positiva ao fornecer formulações de compostos higroscópicos para plantas com folhas muito pouco molháveis ou super-hidrofóbicas (como repolho, alho-poró ou uma variedade de milho), no nível de uma maior taxa de absorção foliar de fertilizantes 7 dias após a aplicação, como será discutido mais tarde (Barlas et al., 2023; Henningsen et al., 2023a).

### **A higroscopicidade das formulações não garante melhor resposta às pulverizações foliares**

A importância da umidade relativa do ar como um fator-chave que afeta a deposição de aerossóis na folhagem e a potencial absorção foliar é reconhecida há décadas (Burkhardt; Eiden, 1994; Burkhardt; Hunsche, 2013). Desde então, vários estudos têm pesquisado a penetração foliar de sais de nutrientes com vários graus de higroscopicidade (Schönherr, 2001; Schönherr e Luber, 2001; Burkhardt et al., 2012), focando apenas na importância do chamado “ponto de deliquescência” ou “umidade relativa de deliquescência” (Burkhardt; Eiden, 1994, Schönherr, 2001). O ponto de deliquescência varia com a temperatura e se refere à umidade relativa na qual um composto cristalino se dissolve após a sorção de água do ambiente (Fernández et al., 2020). Este parâmetro será relevante após a aplicação foliar de um agrotóxico e a formação de

depósitos cristalinos após a secagem das gotas, que podem ou não ser capazes de se reidratar e se tornar líquidos se a umidade relativa de deliquescência for atingida ou excedida para a temperatura predominante. Isso pode ocorrer após uma aplicação foliar, por exemplo, à noite quando a temperatura pode cair e a umidade relativa aumentar. Nos últimos anos, tem se difundido a crença de que gotas de fertilizantes com baixos pontos de deliquescência demoram mais para secar, fator que está associado a outro parâmetro conhecido como ponto de eflorescência ou umidade relativa da eflorescência (Fernández et al., 2020). Esse limite de umidade relativa, que varia menos (ou não varia) com a temperatura em comparação ao ponto de deliquescência, determina quando uma solução salina concentrada como a que se formará em uma gota de um agrotóxico pulverizado nas folhas de uma cultura, cristalizará, formando um depósito sólido (Fernández et al., 2020; Bahamonde et al., 2023). Até o momento, poucos estudos de aplicação foliar consideraram a importância do ponto de eflorescência, que é o fator relacionado à secagem das gotas de pulverização foliar.

Em algumas pesquisas que realizamos com vários sais de potássio, magnésio e fósforo (incluindo um surfactante) para avaliar a relevância do ponto de deliquescência e eflorescência ao nível da taxa de penetração foliar destes elementos, verificamos que este fator não é determinante para o momento de maior absorção foliar (ou seja, durante a secagem das pulverizações imediatamente após a aplicação). Observou-se uma tendência à maior absorção foliar em plantas com folhas não molháveis e sais higroscópicos, pelo menos 7 dias após as pulverizações, após uma série de ciclos de reidratação e secagem dos depósitos de gotículas de agrotóxicos que se formaram nas folhas (Bahamonde et al., 2023; Barlas et al., 2023; Henningsen et al., 2023a). Portanto, sugerimos que a higroscopicidade das formulações de aplicação foliar pode melhorar um pouco a taxa de penetração

foliar ao tratar espécies com folhas com molhabilidade muito baixa, mas que é o único fator que determina a taxa de absorção dos produtos.

### **Aplicação foliar de suspensões de partículas**

Nos últimos anos, a nanotecnologia foi introduzida na agricultura como uma ferramenta para o possível uso racional de fertilizantes e outros agrotóxicos (Santos et al., 2022; Szameitat et al., 2021). No nível da nutrição vegetal, muitos estudos avaliaram o efeito da aplicação de micro e nanopartículas, embora haja controvérsia sobre a eficácia do fornecimento de substâncias solúveis versus formas químicas pouco solúveis, pelo menos para fornecer nutrientes e elementos benéficos (Alexandre; Hunsche, 2016).

Pelo menos o transporte através da cutícula é muito seletivo em termos de tamanho molecular, com limite em torno de 2,5 nm (Eichert; Goldbach, 2008, Eichert et al., 2008). Portanto, partículas de nutrientes maiores que esse raio não conseguirão penetrar diretamente na cutícula. O transporte dessas partículas para as folhas só pode ocorrer através dos estômatos ou por processos químicos que levam à liberação de íons na superfície foliar (Pimentel et al., 2024).

### **Reavaliação da mobilidade dos nutrientes das plantas e das vias de absorção foliar**

Na última década, técnicas avançadas de bioimagem foram aplicadas para caracterizar a absorção e translocação de elementos minerais, inclusive após a aplicação de foliar. Essas metodologias incluem espectrometria de massa de plasma indutivamente acoplada por ablação a laser (LA-ICP-MS; Arsic et al., 2022), microscopia de fluorescência de raios X baseada em síncrotron (Koppitke et al., 2018; Carvalho, 2023) ou espectroscopia de fluorescência

de raios X com microsonda de bancada ( $\mu$ -XRF; Rodrigues et al., 2018).

***A aplicação foliar de nutrientes e biofertilizantes é uma prática agrícola consolidada, que pode ser otimizada considerando as características das superfícies foliares e a higroscopicidade das formulações. Estudos avançados de bioimagem ajudam a entender melhor os mecanismos de absorção e translocação dos nutrientes aplicados via foliar.***

Essas e outras técnicas podem contribuir para a caracterização dos mecanismos de transporte das aplicações foliares e para esclarecer qual rota de penetração é predominante para cada espécie/variedade/órgão. Por exemplo, Li et al. (2018)

descobriram que os pelos das folhas do tomateiro eram a via preferencial de absorção foliar de sulfato de zinco. De fato, Henningsen et al. (2023b) comprovaram que as nervuras do tomateiro, que são densamente cobertas por pelos, são as áreas de máxima absorção foliar de di-hidrogenofosfato de potássio. Após a aplicação de sulfato de zinco nas folhas de girassol, verificou-se que a penetração desse elemento ocorreu principalmente por meio de tricomas não glandulares que frequentemente aparecem em extensões da bainha do feixe, sendo que essas nervuras menores permitem que o zinco seja transportado para os feixes vasculares das folhas (Li et al., 2019).

Por outro lado, usando microscopia eletrônica de transmissão e microscopia de força atômica demonstrou que algumas superfícies de plantas são quimicamente heterogêneas na escala nanoscópica, como mostrado nas imagens de microscopia de força atômica de uma pétala de

rosa ou dos pelos de uma folha de oliveira, na Figura 3 (Almonte et al., 2022; Fernández et al., 2024).

A cutícula, que recobre a maior parte dos órgãos aéreos das plantas, era considerada até recentemente uma camada contínua feita de compostos lipídicos (gorduras, especificamente ceras e cutina). Entretanto, está estabelecido que haverá materiais vegetais com zonas hidrofílicas expostas, o que possivelmente contribuirá para o transporte de água, solutos e outras substâncias através das superfícies das plantas.

## Referências

Alexander, A.; Hunsche, M. Influence of formulation on the cuticular penetration and on spray deposit properties of manganese and zinc foliar fertilizers. *Agronomy*, 6(3): 39, 2016.

Almonte, L.; Pimentel, C.; Rodríguez-Cañás, E.; Abad, J.; Fernández, V.; Colchero, J. Rose petal effect: a subtle combination of nano-scale roughness and chemical variability. *Nano Select*, 3(5), 977-989, 2022.

Arsic, M.; Persson, D.P.; Schjoerring, J.K.; Thygesen, L.G.; Lombi, E.; Doolette, C.L.; Husted, S. Foliar-applied manganese and phosphorus in deficient barley: Linking absorption pathways and leaf

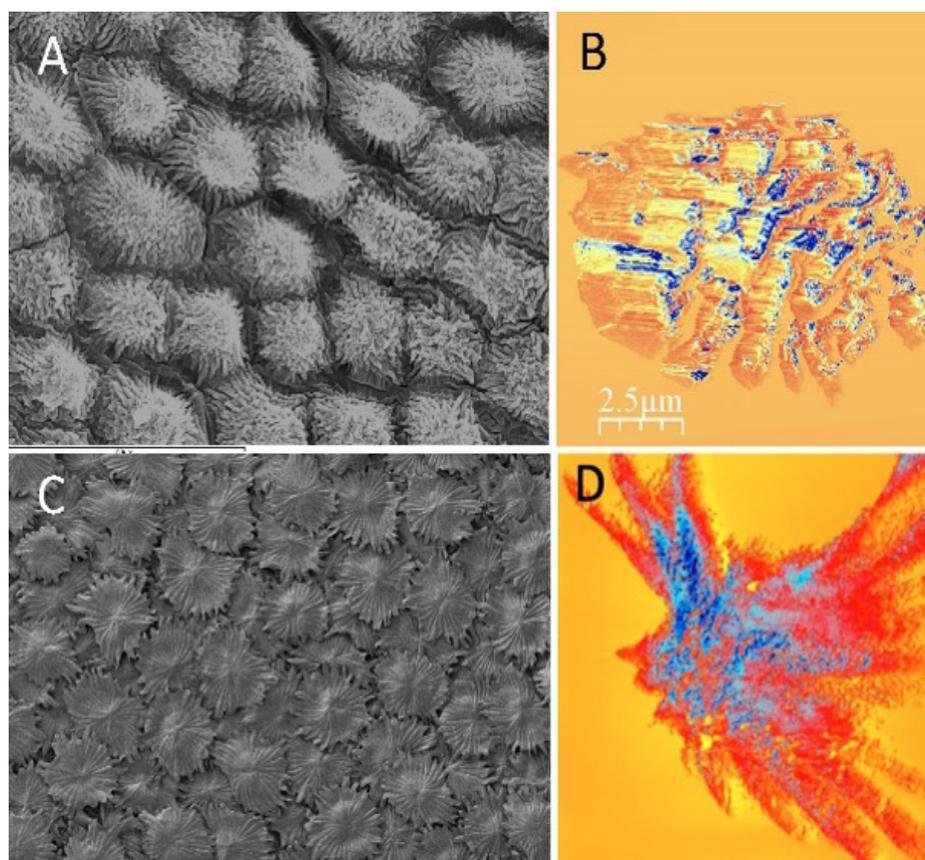


Figura 3. Micrografias da superfície superior de uma pétala de rosa (A, B) e da parte inferior de uma folha de oliveira (C, D) observadas por microscopia eletrônica de varredura (A, C) e microscopia de força atômica (B, D). Em B e D, são mostrados mapas de distribuição de compostos hidrofílicos (em azul) ou hidrofóbicos (laranja-avermelhados) de uma papila (B) e de um cabelo (D), demonstrando que essas superfícies são quimicamente heterogêneas

nutrient status. *Physiologia Plantarum*, 174(4): e13761, 2022.

Bahamonde, H.A.; Pimentel, C.; Lara, L.A.; Bahamonde-Fernández, V.; Fernández, V. Foliar application of potassium salts to olive, with focus on accompanying anions. *Plants*, 12(3): 472, 2023.

Barlas, N.T.; Bahamonde, H.A.; Pimentel, C.; Domínguez-Huidobro, P.; Pina, C.M.; Fernández, V. Evaluating leaf wettability and salt hygroscopicity as drivers for foliar absorption. *Plants*, 12(12): 2357, 2023.

Burkhardt, J.; Eiden, R. Thin water films on coniferous needles. *Atmos. Environ.* 28: 2001–2011, 2014.

Burkhardt, J.; Gerchau, J. A new device for the study of water-vapor condensation and gaseous deposition to plant-surfaces and particle samples. *Atmospheric Environment*, 28: 2012–2017, 1994.

Burkhardt, J. Hygroscopic particles on leaves: nutrients or desiccants? *Ecological Monographs*, 80(3): 369-399, 2010.

Burkhardt, J.; Hunsche, M. "Breath figures" on leaf surfaces—formation and effects of microscopic leaf wetness. *Frontiers in Plant Science* 4: 422, 2013.

Carvalho, H.W.P. Past, Present, and Future of X-ray Fluorescence Chemical Imaging. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*, 10(38): 13-17, 2023.

Eichert, T.; Goldbach, H.E. Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces—further evidence for a stomatal pathway. *Physiologia Plantarum*, 132(4): 491-502, 2008.

Eichert, T.; Kurtz, A.; Steiner, U.; Goldbach, H.E. Size exclusion limits and lateral heterogeneity of the stomatal foliar uptake pathway for aqueous solutes and water-suspended nanoparticles. *Physiologia Plantarum*, 134(1): 151-160, 2008.

Fernández, V.; Eichert, T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences* 28: 36–68, 2009.

Fernández, V.; Khayet, M. Evaluation of the surface free energy of plant surfaces: toward standardizing the procedure. *Frontiers in Plant Science*, 6: 510, 2015.

Fernández, V.; Pimentel, C.; Bahamonde, H.A. Salt hydration and drop drying of two model calcium salts: Implications for foliar nutrient absorption and deposition. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 183(5): 592–601, 2020.

Fernández, V.; Gil-Pelegrín, E.; Eichert, T. Foliar water and solute absorption: an update. *The Plant Journal*, 105(4): 870-883, 2021.

Fernández, V.; Almonte, L.; Bahamonde, H.A.; Galindo-Bernabeu, A.; Sáenz-Arce, G.; Colchero, J. Chemical and structural heterogeneity of olive leaves and their trichomes. *Communications Biology*, 7(1): 352, 2024.

Henningsen, J.N.; Görlach, B.M.; Quintero, J.M.; Garrido, R.R.; Mühlhling, K.H.; Fernández, V. Leaf wettability is the main driver for foliar P uptake in P-deficient maize. *Plant Physiology and Biochemistry*, 205: 108170, 2023a.

Henningsen, J.N.; Bahamonde, H.A.; Mühlhling, K.H.; Fernández, V. Tomato and pepper leaf parts contribute differently to the absorption of foliar-applied potassium dihydrogen phosphate. *Plants*, 12(11): 2152, 2023b.

Li, C.; Wang, P.; Lombi, E.; Cheng, M.; Tang, C.; Howard, D.L.; Menzies, N.W.; Kopittke, P.M. Absorption of foliar-applied Zn fertilizers by trichomes in soybean and tomato. *Journal of Experimental Botany*, 69(10): 2717-2729, 2018.

Li, C.; Wang, P.; van der Ent, A.; Cheng, M.; Jiang, H.; Lund Read, T.; Lombi, E.; Tang, C.; De Jonge, M.D.; Menzies, N.W.; Kopittke, P.M. Absorption of foliar-applied Zn in sunflower (*Helianthus annuus*): importance of the cuticle, stomata and trichomes. *Annals of Botany*, 123(1): 57-68, 2019.

Kopittke, P.M.; Punshon, T.; Paterson, D.J.; Tappero, R.V.; Wang, P.; Blamey, F.P.C.; van der Ent, A.; Lombi, E. Synchrotron-based X-ray fluorescence microscopy as a technique for imaging of elements in plants. *Plant Physiology*, 178(2): 507-523, 2018.

Rodrigues, E.S.; Gomes, M.H.F.; Duran, N.M.; Cassanjin J.G.B.; da Cruz T.N.M.; Sant'Anna Netom A.; Savassam S.M.; de Almeida E.; Carvalho H.W.P. Laboratory Microprobe X-Ray Fluorescence in Plant Science: Emerging Applications and Case Studies. *Frontiers in Plant Sciences* 9: 1588, 2018.

Santos, E.; Montanha, G.S.; Gomes, M.F.; Duran, N.M.; Corrêa, C.G.; Romeu, S.Z.A.; Pereira, E.S.; Oliveira, J.L.; Almeida, E.; Pérez-de-Luque, A.; Ghoshal, S.; Santaella, C.; de Lima, R.; Fraceto, L.F.; Carvalho, H.W.P. Are nanomaterials leading to more efficient agriculture? Outputs from 2009 to 2022 research metadata analysis. *Environmental Science: Nano*, 9(10): 3711-3724, 2022.

Szameitat, A.E.; Sharma, A.; Minutello, F.; Pinna, A.; Er-Rafik, M.; Hansen, T.H.; Persson, D.P.; Andersen, B.; Husted, S. Unravelling the interactions between nano-hydroxyapatite and the roots of phosphorus deficient barley plants. *Environmental Science: Nano*, 8(2): 444-459, 2021.



Há mais de **40** anos,  
parceiros do produtor rural  
em todas as fases da sua  
lavoura.

 **AGROCETE**

#AGRO desde  
as Raízes

[agrocete.com.br](http://agrocete.com.br)



**GUSTAVO  
SPADOTTI**

EMBRAPA TERRITORIAL



## Agro Brasileiro: Benchmark para o Equilíbrio Ambiental Global

O Brasil desempenha um papel central no equilíbrio ambiental global, combinando vasta extensão de áreas com vegetações nativas com a produção agropecuária regada sob uma das legislações ambientais mais avançadas do mundo, o Código Florestal. Este artigo explora as iniciativas do país na proteção, preservação e conservação de sua biodiversidade e como o setor agropecuário contribui para manter um modelo sustentável que alia produção e respeito ao meio ambiente.

### Brasil: Líder Global em Proteção da Vegetação Nativa

O Brasil é destaque mundial na proteção ambiental, destinando aproximadamente 30,6% de seu território às áreas protegidas, que abrangem mais de 2,6 milhões km<sup>2</sup>. Este número, que inclui unidades de conservação, incluindo Áreas de Proteção Ambiental (APAs), e terras indígenas, supera a média global de 19,5% e evidencia o país como referência em conservação ecológica. Segundo a Embrapa Territorial, essas áreas somam mais de 2.400 unidades, com dados georreferenciados que auxiliam no planejamento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade e ordenamento territorial.

Só as unidades de conservação de proteção integral, como parques nacionais e estações ecológicas, ocupam 9,5% do território, enquanto terras indígenas abrangem quase 14%. Essa ampla rede reflete o compromisso com a proteção ambiental e o respeito aos serviços ecossistêmicos, essenciais para o equilíbrio ecológico global. Incluem-se também as áreas de uso sustentável, como Reservas Extrativistas e Áreas de Proteção Ambiental, que permitem a presença humana sob restrições.

A extensão das áreas protegidas no Brasil equivale a 54% do território europeu, ou à soma da superfície de 15 países europeus. Entre os 20 países com maior extensão territorial, o Brasil lidera tanto em números absolutos quanto proporcionais. Enquanto a média de áreas protegidas desses países é de 14,5%, o Brasil atinge 30,6%. O relatório UNEP Protected Planet Report reconhece o país como responsável pela maior rede nacional de áreas protegidas terrestres do mundo.

A gestão dessas áreas apresenta desafios técnicos, financeiros e humanos para garantir sua proteção. Apesar disso, os dados robustos e detalhados da Embrapa Territorial permitem análises profundas sobre a inserção e os desafios das áreas protegidas, facilitando o monitoramento e a identificação

de sobreposições; e, interações com comunidades locais.

***O Brasil é um líder global na proteção ambiental, com 30,6% de seu território dedicado a áreas protegidas. O Código Florestal Brasileiro e o Cadastro Ambiental Rural (CAR) são ferramentas essenciais para garantir a sustentabilidade na produção agropecuária, promovendo a preservação da vegetação nativa e a biodiversidade.***

Essa liderança em proteção ambiental demonstra o papel do Brasil como ator-chave no equilíbrio ecológico global, reforçando sua capacidade de proteger vastos territórios enquanto atende às demandas de um mundo em transformação.

Porém, não só de áreas protegidas sobrevivem nossas vegetações nativas. Os produtores rurais tem uma contribuição ainda maior para a preservação de nossa biodiversidade graças ao passado e presente das legislações ambientais.

<sup>1</sup> <https://www.embrapa.br/territorial>

## O Código Florestal: Uma Referência em Sustentabilidade Ambiental

O Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), consolidou-se como uma das legislações ambientais mais abrangentes e inovadoras do mundo, combinando exigências rigorosas de preservação ambiental à produção agropecuária. Após extensos debates, a lei definiu que os produtores rurais devem preservar porcentagens significativas de suas propriedades com vegetação nativa, variando de 20% a 80%, conforme o bioma. Assim, o Código assegura um equilíbrio entre a exploração sustentável e a conservação dos recursos naturais.

Entre suas principais inovações estão as APPs, que protegem margens de rios, encostas e topos de morro; e, as Reservas Legais, que mantêm grandes extensões de vegetação nativa dentro das propriedades. Além de preservar a biodiversidade e os recursos hídricos, essas áreas promovem corredores ecológicos que conectam fragmentos florestais e garantem a continuidade dos serviços ecossistêmicos, como sequestro de carbono e regulação climática.

## Cadastro Ambiental Rural: Ferramenta de Transparência e Gestão

Para assegurar a implementação do Código Florestal, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) foi instituído como ferramenta de monitoramento e gestão ambiental. Este registro eletrônico reúne dados geocodificados de 6,8 milhões de imóveis rurais, cobrindo 4,8 milhões km<sup>2</sup>. Essa base de informações, construída por meio de um esforço colaborativo entre agricultores e instituições, permite mapear vegetação nativa, nascentes e outras categorias ambientais com precisão.

O CAR viabiliza análises detalhadas sobre ativos e passivos ambientais, auxiliando produtores no

cumprimento das normas e permitindo uma visão integrada do uso do solo. A Embrapa Territorial tem contribuído significativamente para essa análise, destacando-se pela produção de dados que fundamentam políticas públicas e iniciativas de sustentabilidade.

## A Contribuição do Mundo Rural na Preservação Ambiental

Os dados mais recentes resultantes das pesquisas da Embrapa Territorial indicam 282,8 milhões de hectares estão dedicados à preservação da vegetação nativa em imóveis rurais, representando 33,2% do território brasileiro. Desses, 228 milhões de hectares estão mapeados no CAR, enquanto o restante provém de estabelecimentos agropecuários recenseados pelo IBGE, mas não cadastrados. Esse esforço coloca o setor rural brasileiro como líder global na conservação de ecossistemas.

Além de abrigar uma biodiversidade extraordinária, essas áreas preservam recursos hídricos, garantem a saúde do solo e proporcionam habitats para fauna e flora. Também são essenciais para o sequestro de carbono, para a manutenção de ciclos hidrológicos e para recarga de aquíferos, evidenciando a relevância do Brasil na mitigação das mudanças climáticas.

O cumprimento do Código Florestal pelos produtores rurais reforça o papel do Brasil como modelo de desenvolvimento sustentável. A combinação de legislações avançadas, ferramentas tecnológicas como o CAR e o compromisso dos produtores é um marco global. Ao utilizar dados de ponta para monitoramento e planejamento, a Embrapa Territorial assegura que o esforço de preservação seja reconhecido e valorizado.

Apesar dos avanços, o CAR ainda enfrenta desafios de adesão, especialmente em áreas com baixa tecnologia e agricultura incipiente,

como no Bioma Caatinga. Políticas públicas, extensão rural, academia e setor privado têm papel decisivo para expandir boas práticas e integrar tecnologias, garantindo maior adesão ao CAR e intensificação do manejo sustentável. Mas nosso maior entrave, hoje, passa por analisar cada CAR visando o avanço nos Programas de Regularização Ambiental (PRA) e nas Cotas de Reservas Ambientais (CRA), criando uma bolsa na qual quem possui excedente de vegetação nativa pode negociar com os produtores deficitários.

Essas iniciativas não apenas preservam a natureza, mas também demonstram que é possível aliar produção agropecuária ao meio ambiente, promovendo o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental.

## Gerir um País Protegido, Preservado e Conservado

Somando-se as áreas protegidas pelo Estado, e as preservadas por produtores rurais, e as áreas conservadas em terras devolutas, não atribuídas e áreas de florestas militares, elevamos o total de áreas dedicadas à vegetação nativa para 66,3% do território brasileiro, ou 564,2 milhões de hectares. Essa vasta área inclui diferentes biomas, com vegetações florestais e não florestais, passando de campos nativos, por cerrados riquíssimos e até vegetações extremamente densas, reforçando a busca pelo equilíbrio na diversidade ecológica brasileira.

Por falar em equilíbrio, fiel da balança não se deu ao acaso, mas pelos constantes ajustes legais proporcionados pelos três poderes do Estado e, principalmente, pelos avanços tecnológicos proporcionados pela pesquisa agropecuária brasileira e pela capacidade adaptativa atrelada à resiliência dos bravos produtores rurais brasileiros. Produtores rurais no vermelho não conseguem pensar no verde. Por isso é fundamental garantir a competitividade dos nossos fazendeiros para que eles tenham meios de produzir

alimentos, fibras e bioenergias para o mundo em quantidade, qualidade e sustentabilidade.

## Oportunidades para o futuro iminente

Atualizações da Embrapa Territorial sobre o uso das terras no Brasil mostram três grandes desafios:

1. gestão de áreas protegidas;
2. apoio ao papel crucial dos produtores rurais na preservação com recursos próprios; e,
3. necessidade de práticas sustentáveis para manter a competitividade nos 30,2% do território destinados ao setor agropecuário que alimentam mais de um bilhão de bocas no mundo.

Os dados confirmam o Brasil como potência agroambiental única, conciliando produção e preservação. Os produtores rurais não são apenas responsáveis por produzir, mas também pela gestão ambiental de áreas essenciais para biodiversidade e qualidade de vida.

A 30ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP30) poderá ser uma oportunidade histórica para apresentar ao mundo o modelo brasileiro de produção sustentável. Devemos liderar o debate global, assegurando o reconhecimento de nossas florestas em pé, com instrumentos como o pagamento por serviços ecossistêmicos, enquanto fortalecemos a soberania territorial e a segurança jurídica. O Brasil deve ser reconhecido como exemplo de excelência produtiva e responsabilidade ambiental, consolidando seu papel como referência global em sustentabilidade.

## Referências

Brasil. Lei IN° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm)

# Benefício máximo é Axihum!

Ácido Húmico de fonte orgânica.



Eficiência comprovada

Logística ágil

Produto nacional



**Axihum**  
Fertilizantes

A Brenntag oferece um portfólio completo de produtos químicos e especialidades de alta qualidade, com distribuição ágil e segura por meio de uma rede global de fornecedores.

Para a agroindústria, desenvolvemos formulações sob medida, garantindo inovação, eficiência e alto desempenho para o seu negócio.

### **Vantagens Competitivas para seu Negócio:**

- Aumento das margens e ganhos financeiros.
- Diferenciação competitiva e novas oportunidades estratégicas.
- Liberdade de atuação e gestão eficiente de fornecedores.
- Portfólio exclusivo e formulações sob medida.
- Maior comprometimento da equipe e fidelização de clientes.
- Fortalecimento da marca e presença no mercado.
- Redução de estoques e suporte técnico especializado.

**Entre em contato para  
maiores informações:**



**[brenntag.com](https://www.brenntag.com)**



# Importância da regulamentação de adjuvantes

Adjuvante da pulverização, por definição, é “qualquer substância ou composto sem propriedades fitossanitárias, exceto a água, que é acrescido numa preparação de agrotóxico, para facilitar a aplicação, aumentar a eficácia ou diminuir riscos”. Já houve muita discussão sobre se esses produtos deveriam ou não ser considerados um “Afim” na Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 7.802/1989 regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002) (MAPA, 2022) e, por isso, submetidos ao mesmo processo de registro ao qual são submetidos os agrotóxicos, como ocorre em outros países.

No Brasil, mesmo frente à dúvida, os produtos classificados como adjuvantes eram registrados como agrotóxicos até novembro de 2017, quando o Ato nº 104, publicado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2017), considerou-os como “produtos de venda livre, sem necessidade de qualquer autorização pelo MAPA”, eliminando a obrigatoriedade de registro para produtos classificados como adjuvantes, “tendo em vista não existir obrigatoriedade de registro na Lei nº 7.802 e nº Decreto nº 4.074”.

Uma análise fria da situação mostra que tal atitude não pode ser considerada errada, uma vez que os adjuvantes, por não possuírem propriedades fitossanitárias, não controlam nenhuma praga, doença ou planta daninha, não sendo de fato agrotóxicos. Por outro lado, a publicação

do Ato nº 104 causa um inegável prejuízo aos consumidores proporcionado pelo fato de deixar de haver uma regulamentação, permitindo que produtos de qualidade duvidosa cheguem ao mercado.

Entre prós e contras, ela tem um ponto positivo, que é permitir que a maneira de pensar adjuvantes seja ampliada, como forma de valorizar seus efeitos na pulverização. Isso porque, para se registrar um adjuvante como um agrotóxico, o único teste de eficácia necessário era o de misturá-lo a um agrotóxico e analisar o nível de controle. Caso o controle fosse adequado, o adjuvante poderia ser registrado. Dessa forma, a verdadeira eficácia do adjuvante não era adequadamente analisada. Entendia-se “o que ele faz”, mas não o “porquê ele faz”. O entendimento de que adjuvante é algo diferente de um agrotóxico e auxiliar no tratamento fitossanitário deu, ao mercado, luz ao trabalho de vários pesquisadores que já vinham estudando a melhor forma de uso e classificação destes produtos.

No conceito do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo (CEA/IAC)<sup>1</sup>, órgão a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), compartilhado por outros pesquisadores, tais produtos devem ser classificados em função da sua funcionalidade. Na Classificação Funcional, os adjuvantes podem ser divididos em

## Autores



HAMILTON HUMBERTO RAMOS



VIVIANE CORRÊA AGUIAR



MATHEUS DE OLIVEIRA ARAÚJO

2 grandes grupos: os Utilitários, que atuam no processo de pulverização, ou seja, entre o tanque e o alvo; e, os Potencializadores, que melhoram o desempenho do produto depois que a gota atinge o alvo. Alguns autores, ao traduzir diretamente do inglês, consideram o grupo dos Potencializadores como Ativadores, no entanto, o agrotóxico é ativo mesmo sem o uso dos adjuvantes, podendo ter seu efeito potencializado em função destes, daí a adoção do termo Potencializadores. Dentro destes grupos estão as funcionalidades do adjuvante, que são sua forma de ação, como tensoativos, espalhantes, adesivos, penetrantes, umectantes, redutores da evaporação, tamponantes, quelatizantes, redutores

<sup>1</sup> <https://www.embrapa.br/territorial>

de deriva etc. Neste contexto, os adjuvantes desempenham funções específicas, e não genéricas, como normalmente difundidas. Além disso, a funcionalidade está relacionada com a química, natureza e qualidade dos componentes, o que faz com que diferentes formulações de um mesmo produto, como um óleo vegetal, possam levar a resultados diferentes. Por fim, apesar de alguns adjuvantes poderem ser **Multifuncionais**, ou seja, possuir mais de uma funcionalidade, não existe um único adjuvante que possa desempenhar adequadamente todas estas funções.

***A regulamentação dos adjuvantes de pulverização é essencial para garantir a qualidade dos produtos no mercado, permitindo uma aplicação mais eficaz e segura, além de proporcionar uma recomendação técnica mais precisa e reduzir prejuízos aos produtores.***

Saber selecionar o adjuvante correto é a base da eficácia e economia proporcionada por estes produtos. Para a correta identificação do adjuvante, o primeiro passo é analisar o cenário de utilização e entender “o que se espera que ele faça”, ou seja, “qual Funcionalidade deve ser buscada”. Como exemplo, se pode usar a seleção de adjuvante para a aplicação de um fungicida. Caso o fungicida tenha ação de proteção, ou seja, se espera que ele forme uma camada de proteção na parte externa da folha, a funcionalidade **espalhante** vai fazer com que a gota de pulverização cubra uma área maior, melhorando a eficácia.

Por outro lado, caso o produto seja sistêmico e precise penetrar no alvo, como a primeira fase da penetração é passiva e depende da concentração do produto, um elevado espalhamento da gota sobre a folhas reduziria a concentração do produto na parte externa, podendo prejudicar

a penetração e consequentemente a eficácia. Assim, para cada situação existem funcionalidades mais adequadas. Também, todo adjuvante possui pontos fortes e fracos, e não adianta conhecer apenas os fortes. Se um excelente espalhante possui como ponto fraco elevar a velocidade de evaporação da água por exemplo, esse fator deve ser levado em consideração no momento de uso do produto com drones, aviões ou turbopulverizadores, que estão mais longe do alvo, para não se prejudicar parâmetros como a deriva e a segurança no uso.

Cabe ainda uma consideração importante. Os adjuvantes são sempre “Redutores de” e nunca “Anti”, pois esta é uma forma errônea de comunicar ou transmitir a funcionalidade. Um produto Anti-deriva seria aquele que elimina a deriva, ou seja, que faz com que ela deixe de acontecer, o que não existe, enquanto o Redutor de Deriva apenas a traz para níveis mais baixos, apesar de continuar existindo. Várias outras funcionalidades tão importantes quanto as citadas podem ser consideradas, entretanto, as mencionadas exemplificam claramente o porquê as **Funcionalidades** poderiam constituir a base técnica para um novo Sistema de Certificação de Adjuvantes.

Voltar a registrar adjuvantes como agrotóxicos seria um retrocesso, frente ao conhecimento desenvolvido e as necessidades dos agricultores, mas apenas conhecer as funcionalidades também não é suficiente, é preciso medi-las e interpretá-las adequadamente. Sim, porque apenas medir não é suficiente. Como exemplo, considera-se como tensoativo qualquer substância capaz de reduzir a tensão superficial da água. Assim, se um adjuvante reduzir a tensão de 72,7 mN/m (tensão superficial da água pura a 20°C) para 69,0 mN/m, ele pode ser considerado um tensoativo eficaz na agricultura?

Por esta razão é que o CEA/IAC, há mais de 20 anos, se dedica a desenvolver métodos para avaliar individualmente as funcionalidades dos adjuvantes, aplica tais métodos aos

produtos de mercado de empresas parceiras e, com os resultados destas avaliações, vem construindo um banco de dados que está auxiliando no desenvolvimento de padrões de interpretação dos resultados obtidos. No entanto, é necessário que os critérios e métodos desenvolvidos, não apenas pelo CEA/IAC, mas por toda a academia, sejam discutidos entre fabricantes, pesquisadores e usuários dos produtos, de forma coordenada, no âmbito de câmaras técnicas como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com o objetivo de desenvolver um conjunto de normas que respaldem um Sistema de Certificação para Adjuvantes da Pulverização. Importante salientar que, além das funcionalidades, o Sistema de Certificação deve abordar e discutir vários outros itens como toxicidade, transporte, armazenagem, etc., que também já são considerados em outros sistemas sejam oficiais, como o de registro de agrotóxicos, por exemplo, ou autorregulados, como o Adjuvant Certification Program do Council of Producers & Distributors of Agrotechnology<sup>2</sup> (CPDA) nos EUA. O desenvolvimento de um Sistema de Certificação para Adjuvantes da Pulverização evidenciando suas Funcionalidades, além de elevar a qualidade dos produtos no mercado, possibilitaria aos profissionais uma recomendação mais técnica para esses produtos, permitindo aproveitar seu lado positivo e ao mesmo tempo adotar cuidados com o lado negativo. Por parte do produtor, seria importante não só para elevar a eficácia e a economia do tratamento fitossanitário, como também para reduzir prejuízos por meio da limitação do seu uso, da alteração da forma de regulagem e/ou das condições de uso do pulverizador. Por fim, todos são ganhadores dentro deste processo.

## Referências

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm)

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Ato nº 104, 20 de novembro de 2017. [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrototoxicos/legislacao/copy2\\_of\\_ATOSADJUVANTES.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrototoxicos/legislacao/copy2_of_ATOSADJUVANTES.pdf)

<sup>2</sup> <https://cpda.com/cpda-certification-info/>

**T·MINAS**  
BENTONITAS INDUSTRIAIS

**TRANSFORMANDO  
MINERAIS EM SOLUÇÕES  
PARA A INDÚSTRIA E PARA  
O CAMPO**

**A T-MINAS RESPONDE COM  
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E  
ALTA PERFORMANCE**

Transformamos a maneira como indústrias e o agronegócio aproveitam o potencial da bentonita mineral. Com pesquisa contínua e desenvolvimento estratégico, criamos soluções que otimizam processos, reduzem desperdícios e elevam resultados.



- **Aumente a Produção em fábrica de fertilizante.**
- **Aglomerado e dureza dos grânulos.**
- **Condicionadores de solo com alta capacidade de retenção de água e elevada etc.**

**Escolher a T-Minas é garantir um diferencial competitivo. Se sua empresa busca o próximo nível, temos as soluções certas para levá-la até lá.**

## BIOINSUMOS E O CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O ambiente (no contexto amplo da palavra) para a produção agrícola tem se tornado cada vez mais desafiador. Um dos principais está relacionado ao tema das mudanças climáticas, que certamente também é um dos mais discutidos. Não por acaso, a mitigação dos impactos climáticos na produção agrícola tem sido um foco global, pois estima-se que até 2050 cerca de 50% das áreas agrícolas poderão enfrentar problemas de aumento da salinidade, elevação das temperaturas, aumento da intensidade da radiação UV e seca, causando os estresses abióticos, que por sua vez, podem levar ao estresse oxidativo com graves consequências ao metabolismo vegetal e, portanto, para a produção agrícola.

Nesse cenário, a adoção de múltiplas técnicas visando mitigar os efeitos dos estresses abióticos torna-se estratégico para a manutenção da produção e ganhos de produtividade, com destaque para o uso de Bioinsumos, produtos contemplados na Lei n.º 15.070 de 23 de dezembro de 2024, novo marco regulatório para bioinsumos no Brasil, que entre diversas fontes inclui biofertilizantes e bactérias promotoras de crescimento de plantas.

Nesse caderno especial “Bioinsumos e o contexto das mudanças climáticas”, com a participação de diversos pesquisadores, são abordados os efeitos do uso de extratos de algas, L-aminoácidos e extratos vegetais como fontes biofertilizantes, e também de microrganismos para a mitigação dos efeitos dos estresses abióticos. Além disso, inclui um texto abordando os efeitos das substâncias húmicas melhorando as respostas de adaptação das plantas às doenças.

Boa leitura!

Átila Francisco Mógor

# Caderno especial

03



Os artigos a seguir não representam, necessariamente, a opinião da Abisolo.



## Aminoácidos na adaptação das plantas aos estresses abióticos

Preocupações com o clima sempre estiveram presentes no cotidiano dos agricultores, porém, nos últimos anos o ambiente tem se tornado mais desafiador para a produção agrícola, expondo as plantas à necessidade de adaptação as alterações mais intensas e frequentes, sendo o aumento da temperatura e a irregularidade na disponibilidade de água os principais causadores dos estresses abióticos, resultando em significativas perdas de produção (Hirakumi, 2021).

Além da baixa disponibilidade de água e das altas temperaturas, o aumento da salinidade na solução do solo e o aumento da intensidade da radiação UV podem promover alterações no metabolismo das plantas levando ao acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs) nas células, como o oxigênio singlete ( $^1O_2$ ), superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o radical hidroxila (HO $\cdot$ ), causando o estresse oxidativo, degradando proteínas e danificando as membranas celulares pela peroxidação de lipídios (Bulut et al., 2025).

As plantas apresentam múltiplas estratégias para a adaptação aos estresses abióticos, como a síntese e acúmulo de metabólitos de baixo peso molecular denominados de solutos compatíveis, ou osmólitos compatíveis, que promovem o ajustamento osmótico aumentando a capacidade celular em reter água,

mantendo a atividade metabólica normal. Os açúcares solúveis e os aminoácidos livres são os osmólitos compatíveis mais abundantes, com funções essenciais no ajuste osmótico e redução dos danos causados pelas EROs (Shiade et al., 2024).

***Os aminoácidos desempenham um papel crucial na adaptação das plantas aos estresses abióticos, atuando como osmólitos, sinalizadores na expressão de genes de resposta ao estresse e na composição de enzimas antioxidantes, contribuindo para a mitigação dos danos adversos como alta temperatura, falta de água, salinidade e radiação UV***

Os aminoácidos participam das intrincadas rotas metabólicas relacionadas à adaptação aos estresses abióticos (Batista-Silva et al., 2019), por exemplo, pelo aumento na concentração de aminoácidos livres totais nas células atuando como osmólitos (Hildebrandt, 2015); pelo aumento na concentração do aminoácido prolina (Cordeiro et al., 2024) e do aminoácido

ácido gama-aminobutírico (GABA) (Ramos-Ruiz et al., 2019). Além desses, pelo aumento das poliaminas, cuja biossíntese depende dos aminoácidos L-arginina, L-ornitina e L-metionina (Shahid et al., 2020), e do osmólito glicina betaina, uma N,N,N-trimetilglicina cuja biossíntese ocorre por meio da oxidação da colina, que por sua vez tem como precursor o aminoácido L-serina (Xu et al., 2018).

O aminoácido prolina, sintetizado a partir do ácido L-glutâmico e da ornitina, é considerado um dos osmólitos mais acumulados em condições de estresse, pois além de contribuir no ajuste do potencial osmótico na sua forma livre, a prolina contribui para preservar a integridade das membranas celulares por meio da formação de ligações de hidrogênio (Trovato et al., 2019), reduzindo os danos causados pelas EROs. A forma cíclica da cadeia lateral da prolina e sua afinidade para ligações com íons metálicos atuando como quelante, contribuem para manter a estrutura e atividade das enzimas (Masoumi et al., 2024).

A atividade de enzimas é fundamental para a eficiência do sistema de defesa antioxidante das plantas. As enzimas peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) atuam na degradação de EROs em plantas submetidas ao

estresse oxidativo. A SOD atua na primeira etapa para eliminar as EROs por meio da dismutação de dois radicais  $O_2^-$ , produzindo  $O_2$  ou  $H_2O_2$ ; enquanto a POD, APX e CAT reduzem  $H_2O_2$  em  $H_2O$  (Quan et al., 2022).

Assim como a prolina, a glicina betaína, além do seu papel como osmólito relacionado à sua alta solubilidade em água, também atua para estabilizar a estrutura de enzimas, contribuindo para manter a integridade das membranas e a atividade metabólica, melhorando o sistema de defesa antioxidante das plantas (Islam et al., 2021).

O sistema de defesa antioxidante das plantas é desencadeado por processos de sinalização, a exemplo do exercido pelo GABA, que acumulado rapidamente como osmólito, atua também na transcrição de genes para a síntese de enzimas antioxidantes (Hayat et al., 2023). O GABA promove aumentos nas concentrações de açúcares solúveis e prolina, além de alterações no perfil de poliaminas (Li et al., 2021).

As principais formas livres de poliaminas são a putrescina, espermidina e espermina. Por serem solúveis em água e de baixo peso molecular, as poliaminas se difundem com facilidade pelo tecido vegetal, participando de um complexo sistema de sinalização dos processos de adaptação aos estresses abióticos (González-Hernández et al., 2022), sendo consideradas moléculas protetoras (Mógor; Mógor, 2023).

Outros aminoácidos também podem desempenhar funções de sinalização na expressão de genes de resposta aos estresses abióticos, como a L-leucina, L-lisina, glicina e ácido aspártico (Ali et al., 2020).

A participação dos aminoácidos em inúmeras rotas metabólicas de adaptação aos estresses abióticos como moléculas sinalizadoras, como osmólitos, ou na composição e manutenção da atividade de enzimas antioxidantes, e ainda como

precursores das poliaminas, contribui para justificar os inúmeros efeitos benéficos de sua aplicação em cultivos agrícolas, caracterizando em parte a bioatividade dos aminoácidos (Mógor; Mógor, 2022a).

Produtos comerciais que contêm aminoácidos livres obtidos por fermentação ou hidrólise de materiais orgânicos naturais, que apresentem como garantia o teor mínimo (porcentagem em peso) de 1% em produtos fluidos e 5% em produtos sólidos, e que tenham a sua bioatividade comprovada em bioensaios, são registrados como biofertilizantes (MAPA, 2020), sendo classificados como bioinsusos (MAPA, 2024).

Inúmeros trabalhos relatam os benefícios de aplicações dos aminoácidos nos cultivos para a mitigação dos efeitos dos estresses abióticos, por exemplo:

Aplicações foliares do GABA apresentaram efeito no ajustamento osmótico, melhorando o sistema de defesa antioxidante em plantas de feijão (El-Gawad et al., 2020) e aumento na expressão de genes relacionados à síntese de enzimas antioxidantes em plantas de girassol (Razik et al., 2021), ambas submetidas ao estresse hídrico; e o acúmulo de açúcares em plantas de soja submetidas ao estresse por alta temperatura (Liu et al., 2021). Também aumentaram o nível de transcrição de genes relacionados à adaptação ao estresse salino em morango (Golnari et al., 2021) e o teor de açúcares solúveis em grama sob estresse hídrico (Li et al., 2020).

Aplicações de prolina promoveram melhor recuperação após o período de estresse hídrico em diversos cultivos (Hosseinifard et al., 2022). Em sementes, a aplicação melhorou a taxa de germinação de arroz e trigo em condição salina por aumentar a atividade da enzima alfa-amilase (Singh et al., 2018; Shafiq et al., 2018), enquanto aplicações foliares em plantas de alface submetidas ao estresse salino e alta temperatura

## Autores



ÁTILA  
FRANCISCO  
MÓGOR



GILDA  
MÓGOR

possibilitaram a manutenção da atividade fotossintética ao evitar a degradação da clorofila (Orsini et al., 2018). Ainda, promoveram o incremento na atividade das enzimas SOD, POD em plantas de cenoura submetidas ao estresse salino, mantendo a produtividade (Qirat et al., 2018).

A aplicação conjunta de prolina e glicina betaína apresentou efeito sinérgico, com maior redução no acúmulo de  $H_2O_2$  e da peroxidação lipídica em plantas de milho submetidas ao estresse salino (Rhaman et al., 2024), enquanto aplicações de glicina betaína promoveram o aumento da tolerância à altas temperaturas nos cultivos de tomate, trigo e cana-de açúcar (Zulfiqar et al., 2022).

Os aminoácidos L-glutamato, L-cisteína, L-fenilalanina e glicina, aplicados nas folhas ou em sementes de soja, promoveram o aumento da atividade das enzimas CAT, POD e SOD, melhorando o sistema de defesa antioxidante das plantas (Teixeira et al., 2017); enquanto aplicações do ácido L-glutâmico promoveram aumentos no acúmulo de açúcares, aminoácidos livres, e na atividade das enzimas nitrato redutase e POD, além do aumento no teor de prolina, mitigando os danos causados pela restrição hídrica em plantas de soja (Marques et al., 2021).

Aplicações de poliaminas apresentaram efeitos na promoção do crescimento e aumento da tolerância

aos estresses abióticos em vários cultivos (Tyagi et al., 2023), a exemplo da espermina com efeito protetor das membranas dos cloroplastos, mantendo a atividade fotossintética de plantas de trigo em estresse hídrico (Hassan et al., 2020); da espermidina melhorando o desempenho fotossintético ao estabilizar a estrutura e a função dos cloroplastos em plantas de arroz submetidas ao estresse salino (Jiang et al., 2020) e também promovendo a maior expressão de genes relacionadas à adaptação a altas temperaturas em plantas de tomate (Shao et al., 2022).

Processos de hidrólise, fermentação ou cultivos de microrganismos possibilitam a obtenção de L-aminoácidos livres que apresentam pool variável de composições, a depender da fonte proteica e sua forma obtenção, em geral hidrólise enzimática ou alcalina; ou dos microrganismos nos processos fermentativos, em geral bactérias ou leveduras; ou microrganismos cultivados, como as microalgas (Mógor; Mógor, 2022b).

Quando aplicados, esses L-aminoácidos são absorvidos e metabolizados, podendo ser convertidos em um

novo conjunto de aminoácidos pela ação das enzimas aminotransferases, de acordo com as demandas metabólicas das plantas (Mógor; Mógor, 2022a), a exemplo da conversão do ácido L-glutâmico em prolina (Trovato et al., 2019).

Os efeitos benéficos das aplicações de hidrolisados, fermentados ou extratos contendo pool de L-aminoácidos livres na mitigação de estresse abióticos se multiplicam na literatura, por exemplo:

A aplicação foliar de produto contendo L-aminoácidos livres apresentou efeito na mitigação do estresse salino em soja ao promover o acúmulo de osmólitos, principalmente prolina (Calzada et al., 2022); aplicação de hidrolisado de base vegetal promoveu melhor recuperação de plantas de pimentão após estresse hídrico pelo acúmulo de osmólitos (Agliaisa et al., 2021), também a aplicação foliar de hidrolisado proteico promoveu maior acúmulo de açúcares, mitigando os efeitos do estresse hídrico em plantas de tomate (Leporino et al., 2024).

Aplicações da biomassa de microalga com 30,31% de L-aminoácidos livres

melhoraram a adaptação de plantas de melão ao estresse salino pelo acúmulo de diversos osmólitos, como prolina, aminoácidos livres e açúcares, aliado ao aumento da atividade de enzimas antioxidantes (Marques et al., 2025). Da mesma maneira, aplicações foliares da biomassa de microalga mitigaram os efeitos do estresse hídrico no feijoeiro, estimulando o metabolismo antioxidante das plantas (Marques et al., 2023); enquanto a mistura de biomassa de microalga com *Bradyrhizobium* aplicada em sementes de soja melhorou a nodulação e a tolerância à salinidade, ao promover incrementos na atividade de enzimas antioxidantes aliado ao acúmulo de prolina e outros osmólitos (Palma et al., 2022).

De maneira geral, produtos contendo pool de L-aminoácidos livres ou L-aminoácidos isolados são importantes ferramentas naturais para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, diante dos desafios impostos pelos estresses abióticos. Os efeitos bioativos de produtos contendo L-aminoácidos livres devem ser comprovados por meio de bioensaios para o registro como biofertilizantes.

A seguir, um resumo gráfico dos efeitos de aplicações de L-aminoácidos livres na mitigação do estresse oxidativo causado pelos estresses abióticos:

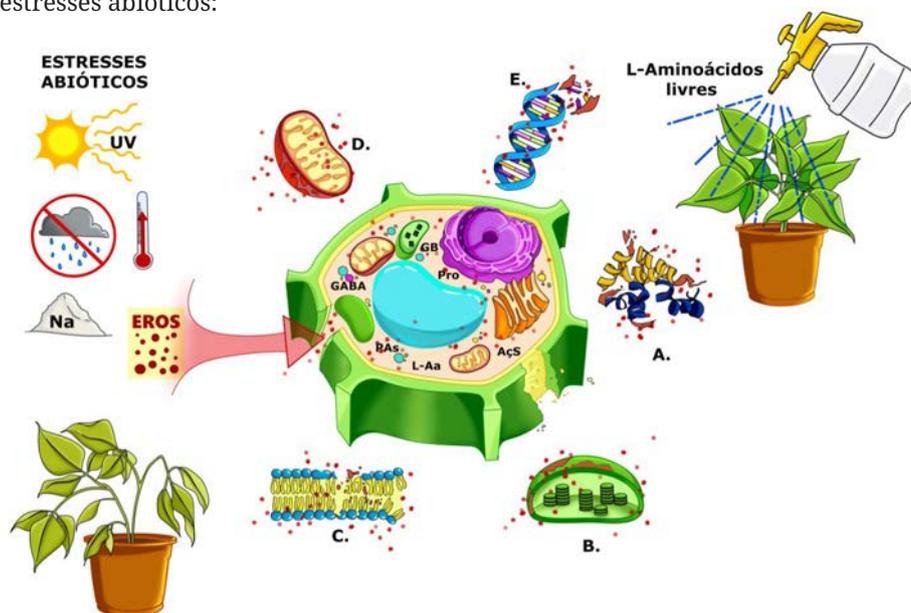


Ilustração: Marion Cordeiro Langner  
Fonte: adaptado de Espinosa-Leal et al., 2022

Estresses abióticos, como a elevação da temperatura, falta de água, salinidade e alta intensidade da radiação UV, podem promover o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROS) causando o estresse oxidativo. Aplicações de aminoácidos livres podem melhorar as respostas de adaptação das plantas e mitigar os danos das EROs, promovendo o aumento de osmólitos nas células [GABA (ácido  $\gamma$ -aminobutírico), AçS (açúcares solúveis), PAs (poliaminas), Pro (prolina), GB (glicina betaina), L-Aa (L-aminoácidos livres)], aumento na síntese de enzimas antioxidantes (A), proteção das membranas dos cloroplastos (B), redução da peroxidação lipídica (C), manutenção da atividade metabólica (D) e sinalização na expressão de genes de resposta aos estresses abióticos (E).

## Referências

- Ali, Q., et al. Role of amino acids in improving abiotic stress tolerance to plants. pp.175-204. In: Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Islam, M.T. (org). Plant tolerance to environmental stress: Role of phytoprotectants. CRC Press, 2019. <https://doi.org/10.1201/9780203705315-12>
- Agliassa, C., et al. A new protein hydrolysate-based biostimulant applied by fertigation promotes relief from drought stress in *Capsicum annuum* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166: 1076-1086, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.07.015>
- Batista-Silva, W., et al. The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. *Plant, Cell & Environment*, 42(5): 1630-1644, 2019. <https://doi.org/10.1111/pce.13518>
- Bulut, M.; Karakas, E.; Alisdair R. Fernie. Metabolic responses to multi-stress: An update. *Plant Stress*, 15: 100729, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100729>
- Calzada, K.P., et al. Exogenous application of amino acids mitigates the deleterious effects of salt stress on soybean plants. *Agronomy*, 12(9), 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092014>
- Cordeiro, E.C.N., et al. Can Ascophyllum nodosum extract application before or at drought stress trigger different metabolic adaptation responses in soybean plants? *Journal of Applied Phycology*, 36: 2283-2293, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03231-z>
- El-Gawad, H.G.A., et al. Exogenous  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA)-induced signaling events and field performance associated with mitigation of drought stress in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Signaling & Behavior*, 16(2), 2020. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7849733/>
- Espinosa-Leal, C.A., et al. Recent advances on the use of abiotic stress (water, UV radiation, atmospheric gases, and temperature stress) for the enhanced production of secondary metabolites on in vitro plant tissue culture. *Plant Growth Regulation*, 97: 1-20, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10725-022-00810-3>
- Golnari, S.; Vafae, Y.; Nazari, F.; Ghaderi, N. Gamma-aminobutyric Acid (GABA) and salinity impacts antioxidative response and expression of stress-related genes in strawberry cv. Aromas. *Brazilian Journal of Botany*, 44(9): 639-651, 2021. <https://doi.org/10.1007/s04015-021-00750-8>
- González-Hernández, A.I., et al. Putrescine: A key metabolite involved in plant development, tolerance and resistance responses to stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(6): 2971, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijms23062971>
- Hassan, N., Ebeed, H.; Aljaary, A. Exogenous application of spermine and putrescine mitigate adversities of drought stress in wheat by protecting membranes and chloroplast ultra-structure. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26: 233-245, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00744-7>
- Hayat, F., et al.  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA): A key player in alleviating abiotic stress resistance in horticultural crops: Current insights and future directions. *Horticulturae*, 9(6): 647, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060647>
- Hildebrandt, T.M.; Nunes-Nesi, A.; Araújo, W.L.; Braun, H.P. Amino acid catabolism in plants. *Molecular Plant*, 8(1): 1563-79, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.09.005>
- Hirakumi, M.H. Perdas econômicas geradas por estresses bióticos e abióticos na produção brasileira de soja no período 2016-2020. *EMBRAPA-Circular Técnica* 169, 8p. 2021.
- Hosseinfard, M., et al. Contribution of exogenous proline to abiotic stresses tolerance in plants: A review. *International Journal of Molecular Science*, 23(9), 2022. <http://doi:10.3390/ijms23095186>
- Islam, S.; Parrey, Z.A.; Shah, H.S.; Mohammad, F. Glycine betaine mediated changes in growth, photosynthetic efficiency, antioxidant system, yield and quality of mustard. *Scientia Horticulturae*, 285: 110170, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110170>
- Jiang, D.X., et al. Exogenous spermidine enhances salt-stressed rice photosynthetic performance by stabilizing structure and function of chloroplast and thylakoid membranes. *Photosynthetica*, 58(1): 61-71, 2020.
- Leporino M.; Roupheal Y.; Bonini P.; Colla G.; Cardarelli, M. Protein hydrolysates enhance recovery from drought stress in tomato plants: phenomic and metabolomic insights. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1357316, 2024. <http://doi:10.3389/fpls.2024.1357316>
- Li, L.; Dou, N.; Zhang, H.; Wu, C. The versatile GABA in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 16(3), 2021. <http://doi.org/10.1080/15592324.2020.1862565>
- Li, Z.; Cheng, I; Peng, Y.; Zhang, Y. Adaptability to abiotic stress regulated by  $\gamma$ -aminobutyric acid in relation to alterations of endogenous polyamines and organic metabolites in creeping bentgrass. *Plant Physiology and Biochemistry*, 157: 185-194, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.10.025>
- Liu, C.; Wang, H.; Zhang, X.; Ma, F.; Guo, T.; Li, C. Activation of the ABA signal pathway mediated by GABA Improves the drought resistance of apple seedlings. *International Journal of Molecular Science*, 22:12676, 2021. <http://doi:10.3390/ijms222312676>
- Marques, H.M.C.; Cordeiro, E.C.N.; Amatuzzi J.O.; Lara, G. B.; Mógor, G.; Nedilha, L. C.B.M.; Mógor, Á.F. Mitigation of water restriction effects on soybean with biofertilizer: metabolic and stomatal conductance changes. *Research, Society and Development*, 10(11): e11101119377, 2021. <https://doi:10.33448/rsd-v10i11.19377>
- Marques, H.M.C.; Mógor, Á.F.; Amatuzzi, J.O.; Lara, G.B.; Mógor, G.; Sant'Anna-Santos, B.F. Use of microalga *Asterarcys quadricellularis* in common bean. *Journal of Applied Phycology*, 35: 2891-2905, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03098-6>
- Marques, H.M.C.; Mógor, Á.F.; Amatuzzi, J.O.; Lara, G.B.; Mógor, G.; Brasileiro, B.P.; Sant'Anna-Santos, B.F. Microalgal biomass application promotes growth and alleviates salt stress in melon plants stimulating antioxidant metabolism. *Journal of Applied Phycology*, 2025. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03430-8>
- Masoumi, Z.; Khosravi, S.; Haghghi, M.; Mozafarian, M. Exploring the protective effects of proline on pepper (*Capsicum annuum* L.) under high-temperature stress. *Plant Stress*, 14: 100695, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100695>
- Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Instrução normativa Nº 61, de 8 de julho de 2020. Ministério da Agricultura e Pecuária. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>
- Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Lei nº 15.070 de 23 de dezembro de 2024. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>
- Mógor, Á.F.; Mógor, G. Aminoácidos como biofertilizantes. In: Mógor, Á.F.; Mógor, G. (Org.) Aminoácidos, extratos de algas, extratos vegetais e substâncias húmicas como biofertilizantes. Abisol. Piracicaba, SP. Pecege Editora, p.9-27, 2022a.
- Mógor, Á.F.; Mógor, G. (Org.) Aminoácidos, extratos de algas, extratos vegetais e substâncias húmicas como biofertilizantes. Abisol. Piracicaba, SP. Pecege Editora, p.9-27, 2022b.
- Mógor, A.F.; Mógor, G. Poliaminas: moléculas bioativas derivadas de L-aminoácidos. *Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal* 2023. p.83-86. 2023.
- Orsini, F., et al. Hydroponic lettuce yields are improved under salt stress by utilizing white plastic film and exogenous applications of proline. *Scientia Horticulturae*, 233: 283-293, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.019>
- Palma, M.S., et al. Microalga added to *Bradyrhizobium* inoculant improve soybean tolerance to salt stress. *Journal of Applied Phycology*, 34: 2489-2505, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02810-2>
- Qirat, M.; Shahbaz, M.; Perveen, S. Beneficial role of foliar-applied proline on carrot (*Daucus carota* L.) under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 50(5): 1735-1744, 2018.
- Quan, J., et al. Glycine betaine and  $\beta$ -aminobutyric acid mitigate the detrimental effects of heat stress on chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. pekinensis) seedlings with improved photosynthetic performance and antioxidant system. *Plants*, 11(9), 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11091213>
- Ramos-Ruiz, R., Martinez, F., Knau-Beiter, G. The effects of GABA in plants. *Cogent Food & Agriculture*, 5: 1670553, 2019. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1670553>
- Rhaman, M.S., et al. Proline and glycine betaine: A dynamic duo for enhancing salt stress resilience in maize by regulating growth, Stomatal size, and oxidative stress responses. *Plant Stress*, 14: 100563, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100563>
- Razik, E.S.A., et al.  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) mitigates drought and heat stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by regulating its physiological, biochemical and molecular pathways. *Physiologia Plantarum*, 172(2): 505-527, 2021. <https://doi:10.1111/ppl.13216>
- Shiade, S.R.G. et al. Plant metabolites and signaling pathways in response to biotic and abiotic stresses: Exploring bio stimulant applications. *Plant Stress*, 12: 100454, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100454>

Shao, J., et al. Versatile roles of polyamines in improving abiotic stress tolerance of plants. *Frontiers in Plant Science*, 13:1003155, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1003155>

Singh, M.; Singh, A.; Nehal, N.; Sharma, N. Effect of proline on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. *Journal of Pharmacognosi Phytochemistry*, 7(1): 2449–2452, 2018.

Shafiq, F.; Raza, S.; Bibi, A.; Khan, I.; Iqbal, M. Influence of proline priming on antioxidative potential and ionic distribution and its relationship with salt tolerance of wheat. *Cereal Research Communication*, 46(2): 287–300, 2018. <https://doi.org/10.1556/0806.46.2018.10>

Shahid, M.A., et al. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. *Agronomy*, 10: 938, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070938>

Teixeira, W.F.; Fagan, E.B.; Soares, L.H.; Umburanas, R.C.; Reichardt, K.; Neto, D.D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in Plant Science*, 8: 327, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00327>

Trovato, M.; Forlani, G.; Signorelli, S.; Funck, D. Proline metabolism and its functions in development and stress tolerance. pp. 41–72. In: Hossain, M.A., Kumar, V., Burritt, D.J., Fujita, M., Mäkelä, P. (Ed). *Osmoprotectant-mediated abiotic stress tolerance in plants*. Springer Nature. 2019. [http://doi:10.1007/978-3-030-27423-8\\_2](http://doi:10.1007/978-3-030-27423-8_2)

Tyagi, A., Ali, S., Ramakrishna, G. et al. Revisiting the role of polyamines in plant growth and abiotic stress resilience: Mechanisms, crosstalk, and future perspectives. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42: 5074–5098, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10847-3>

Xu, Z.; Sun, M.; Jiang, X.; Sun, H.; Dang, X.; Cong, H.; Qiao, F. Glycinebetaine biosynthesis in response to osmotic stress depends on jasmonate signaling in watermelon suspension cells. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1469, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01469>

Zulfiqar, F.; Ashraf, M.; Siddique, K.H.M. Role of glycine betaine in the thermotolerance of plants. *Agronomy*, 12(2): 276, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020276>

# O CLIMA PODE SER IMPREVISÍVEL. SUA PRODUÇÃO NÃO.

Pensando sempre no desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades da agricultura e enfrentem os desafios impostos pelo clima, a DominiSolo trouxe para o mercado os **primeiros biofertilizantes de aminoácidos de hidrólise enzimática do Brasil**.



**DominiSolo**

EVOLUÇÃO EM  
BIOFERTILIZANTES



\*Efeito bioativo de ZIMATIC FS na promoção do crescimento e mitigação do estresse hídrico em plantas de soja (Glycine max) (UTFPR, Dois Vizinhos - PR)

**Bioative sua  
planta com**



Powered by  
**EnNuVi**<sup>®</sup>  
Technology

**e liberte seu  
potencial!**

Mitigação de  
estresses  
bióticos e  
abióticos;

Promove a  
sustentabilidade  
do sistema  
produtivo;

Bioativação das  
defesas vegetais por  
meio de uma molécula  
nutrientes-polifenólica;

Otimização  
do uso da  
água pelas  
plantas;

Efeitos  
sinérgicos  
com o uso de  
produtos  
biológicos.



**FertiGlobal**

**SOWING FOR THE FUTURE**

Entre em contato conosco:

✉ [contato@fertiglobal.com.br](mailto:contato@fertiglobal.com.br)  
☎ +55 (15) 3284-2682

📱 [@fertiglobalbrasil](https://www.instagram.com/fertiglobalbrasil)  
🌐 [www.fertiglobal.com/pt-br/](http://www.fertiglobal.com/pt-br/)



# Extratos vegetais como biofertilizantes na agricultura moderna: tecnologias e utilização

Para aumentar a produtividade e a qualidade das culturas, é fundamental a redução dos efeitos causados pelos estresses abióticos, como a seca, o calor excessivo e a salinidade que representam um dos maiores desafios da agricultura contemporânea. Para superar tais adversidades, soluções inovadoras nas práticas agrícolas são imprescindíveis, incluindo o uso de extratos vegetais bioativos que podem conferir maior tolerância e adaptabilidade às plantas.

Os biofertilizantes são ferramentas propostas como agentes-chave para uma agricultura sustentável e o aumento deste mercado é impulsionado pela demanda. De acordo com a classificação da IN nº 61 de 2020 do MAPA, uma fonte de produtos naturais bioativos inclui os extratos vegetais. Os biofertilizantes de origem vegetal são produtos orgânicos solúveis, obtidos por extração de partes das plantas ou derivados da fermentação. Eles promovem o crescimento e desenvolvimento das plantas, melhoram a eficiência nutricional, aumentam a tolerância a estresses abióticos e elevam a qualidade das culturas (Figura 1). Esses biofertilizantes induzem alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e genéticas, podendo ser produzidos a partir de plantas lenhosas ou herbáceas, incluindo as medicinais.

## Autores



ROBERTA  
PAULERT



JULIANO  
CORDEIRO

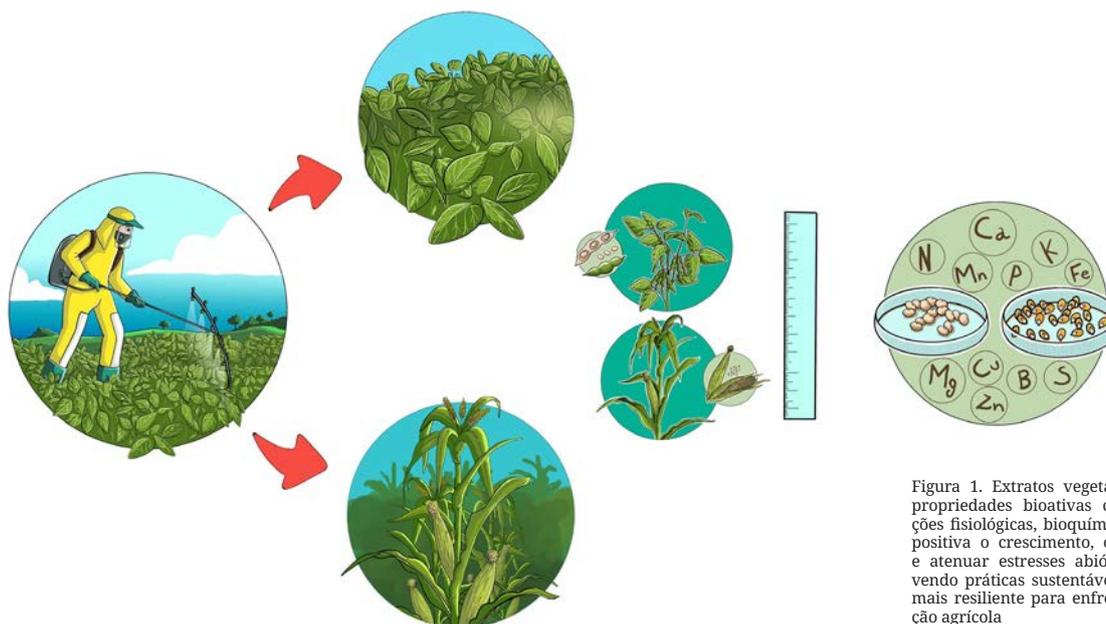


Figura 1. Extratos vegetais contêm moléculas com propriedades bioativas capazes de induzir alterações fisiológicas, bioquímicas e influenciar de forma positiva o crescimento, o rendimento, a qualidade e atenuar estresses abióticos das culturas, promovendo práticas sustentáveis em um sistema agrícola mais resiliente para enfrentar os desafios da produção agrícola

A metodologia baseia-se na extração de metabólitos primários e/ou secundários com água, álcool ou outro solvente a partir de sementes, folhas, cascas ou raízes, sendo importante considerar a forma e a temperatura utilizada no protocolo de extração. Podem ser aplicados em pulverizações foliares, no tratamento de sementes (embebição), no solo ou na fertirrigação e hidropônia. Destaca-se o potencial de diversas substâncias e extratos, especial os ricos em compostos fenólicos ou ácido ascórbico, sobre o sistema de defesa antioxidante. Assim, um equilíbrio da produção de espécies reativas de oxigênio pode fortalecer as plantas cultivadas e aliviar o estresse abiótico.

Para o desenvolvimento destes bioinsumos, a aproximação das indústrias nacionais com unidades de pesquisa como as universidades é um ponto estratégico do sistema. Apesar de complexa, a caracterização dos componentes

dos extratos vegetais e das substâncias bioativas deve ser realizada para a compreensão do modo de ação e desenvolvimento de produtos mais ativos. Embora a maior parte das investigações seja centrada nos efeitos gerais dos biofertilizantes, é importante considerar a natureza altamente complexa, heterogênea e diversificada das matérias-primas utilizadas para a produção. Entre as diferentes classes de moléculas extraídas de plantas, os metabólitos secundários representam um grupo importante de compostos bioativos que podem ser responsáveis pelo efeito biofertilizante.

Baseado na ampla aplicabilidade dos extratos naturais, numerosos tratamentos têm mostrado o impacto substancial na produção de grandes culturas, hortaliças, ervas medicinais e frutas (Paulert et al., 2022). São inúmeros os fitoextratos com indicações benéficas para as culturas e alguns exemplos

de pesquisas mais recentes estão descritos na Tabela 1.

***Os aminoácidos desempenham um papel crucial na adaptação das plantas aos estresses abióticos, como seca, altas temperaturas e salinidade. Eles atuam como osmólitos, sinalizadores de expressão gênica e precursores de poliaminas, contribuindo para o ajuste osmótico, proteção das membranas celulares e melhoria do sistema de defesa antioxidante das plantas.***

Extratos aquosos de folhas de *Artemisia absinthium* L. aplicados via foliar aumentaram a produção

Tabela 1. Exemplos de extratos vegetais bioativos com efeitos positivos na fisiologia, bioquímica, produtividade e qualidade de plantas

Espécie alvo	Natureza do biofertilizante	Forma de aplicação	Tipo de estresse	Resposta vegetal	Referência
Trigo	Extrato aquoso de cravo (2%) ( <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. e L.M.Perry)	Pulverização foliar	Metal pesado (cádmio)	Aumento de enzimas antioxidantes, clorofila, crescimento, rendimento	El-Sappah et al., 2023
Tomate	Extratos aquosos de urtiga e sálvia ( <i>Urtica dioica</i> L., <i>Salvia officinalis</i> L.)	Aplicação foliar	-	Aumento da clorofila, crescimento e produtividade	Tabarasu, et al., 2024
Milho	Extrato de folhas de alecrim e artemísia ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L., <i>Artemisia</i> sp.)	Embebição de sementes	Salino	Aumento da germinação, atividade antioxidante e fotossíntese	Panuccio et al., 2018
Tomate Alface Brócolis	Extratos de <i>Yucca schidigera</i> Ortgies	Embebição de sementes	Seca e salino	Promoção da germinação, crescimento e fotossistema II	Benito et al., 2023
Couve	Extrato etanólico da casca do romã ( <i>Punica granatum</i> L.)	Irrigação	-	Aumento do peso fresco brotamentos, glucosinolatos, capacidade antioxidante	Dawoud et al., 2022

da soja e o efeito pode ser atribuído aos compostos fenólicos e elementos minerais (Szparaga et al., 2021). A criação de produtos que utilizem plantas medicinais é uma alternativa importante e o primeiro passo para criar biofertilizantes de nova geração. O composto de folhas de panaceia (*Solanum cernuum* Vell.), espécie medicinal e nativa da região sul e sudeste do Brasil, resultou em aumento do comprimento da parte aérea e no acúmulo de clorofila em milho (Faccin, 2023). As sementes de milho embebidas com a decocção das folhas de panaceia aumentaram a massa seca da parte aérea (Falkovski et al., 2023).

As pesquisas com ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) despertam o interesse das indústrias por ser fonte de proteínas, nutrientes e mucilagem rica em polissacarídeos. Com a utilização da biomassa da ora-pro-nóbis, no segundo ciclo produtivo, a parte aérea, o número de folhas e o índice de clorofila em

alface aumentaram (Zonetti et al., 2024). Desta forma, um novo olhar se abre para a possibilidade de utilização da biomassa e seus derivados como biofertilizante.

Entre os biofertilizantes derivados de plantas, os extratos de folhas de moringa (*Moringa Oleifera*) obtêm grande atenção devido ao seu efeito notável sobre o metabolismo vegetal, incluindo condições de estresse abiótico (Zulfiqar et al., 2020). É uma planta conhecida por seus usos versáteis e os extratos líquidos aquosos de moringa são fáceis de obter, baratos e ecológicos. Inúmeros estudos mostram que plantas tratadas com extratos de moringa tiveram melhora nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos como a indução da germinação das sementes, crescimento das plantas, concentração de clorofila/fotossíntese, acúmulo de carotenoides e açúcares solúveis totais. Nos trabalhos, geralmente observa-se a influência dos extratos de moringa no alívio do estresse

oxidativo. Extratos de moringa foram utilizados para aumento o crescimento de: alface, arroz, brócolis, petúnia, trigo, milho, sorgo, soja, feijão, tomate, citros, mandioca, girassol, abóbora, pimenta, funcho, gerânio, estévia e manjeriço (Mashamaite et al., 2022). Os extratos também auxiliam na mitigação dos estresses abióticos em plantas de pimenta, trigo, feijão, soja, moringa, milho e abobrinha, além de melhorar a qualidade de flores e pós-colheita (Arif et al., 2023). Os extratos de moringa são produtos naturais promissores, seguros e eficazes para melhorar os parâmetros agrônômicos e de qualidade de diversas culturas (Yuniati et al., 2022).

## Conclusão e perspectivas

Os metabólitos das plantas são reconhecidos como instrumentos eficazes para reforçar a segurança alimentar, influenciar nos processos vitais e adaptabilidade



## 30 anos com quem cultiva o futuro

*Celebramos três décadas de parceria com o agronegócio brasileiro, comprometidos com soluções naturais que entregam mais **produtividade, rentabilidade e sustentabilidade.***

**Alltech**<sup>®</sup>  
CROP SCIENCE

É **natural** crescer com a gente

das plantas. A produção de biofertilizantes a partir de diversas espécies vegetais representa um avanço promissor para a agricultura sustentável. Essa tecnologia inovadora oferece uma alternativa eficaz para aumentar o crescimento e a produtividade das plantas, além de fortalecer a tolerância a estresses abióticos, como a seca e a salinidade. Ao promover o equilíbrio do ecossistema, os biofertilizantes contribuem para uma agricultura mais resiliente e ambientalmente responsável. Tendo em conta todos estes conhecimentos, vale a pena explorar os compostos vegetais para desenvolver formulações que sustentem a produtividade agrícola de uma forma mais sustentável valorizando a biodiversidade.

## Referências

Arif, Y.; Bajguz, A.; Hayat, S. *Moringa oleifera* extract as a natural plant biostimulant. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42:1291–1306, 2023.

Benito, P.; Ligorio, D.; Bellón, J.; Yenush, L.; Mulet, J. M. Use of yucca (*Yucca schottigera*) extracts as biostimulants to promote germination and early vigor and as natural fungicides. *Plants*, 12, 274, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020. Diário Oficial da União, Edição 133-A, Seção 1, p. 1-12, 15 de julho de 2020.

Dawoud, T. M.; Akhtar, N.; Okla, M. K.; Shah, A. N.; Shah, A. A.; Abdel-Mawgoud, M.; AbdElgayed, G.; Al-Hashimi, A.; AbdElgawad, H. Seed priming with pomegranate peel extract improves growth, glucosinolates metabolism and antimicrobial potential of *Brassica oleraceae* varieties. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42:3043–3055, 2023.

El-Sappah, A.H.; Metwally, M.A.S.; Rady, M.M.; Ali, H.M.; Wang, L.; Maitra, P.; Ihtisham, M.; Yan, K.; Zhao, X.; Li, J.; Desoky, E-S. M. Interplay of silymarin and clove fruit extract effectively enhances cadmium stress tolerance in wheat (*Triticum aestivum*). *Frontiers in Plant Science*, 14:1144319, 2023.

Faccin, V.A.A.; Paulert, R. Aplicação biotecnológica de extratos naturais. In: Anais da 14ª Semana Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), vol. 1, 2023, Curitiba, p. 941.

Falkovski, F. C.; Zonetti, P. C.; Paulert, R. Bioatividade do extrato aquoso de panaceia (*Solanum cernuum* Vell.) no desenvolvimento inicial de milho (*Zea mays* L.). In: Integração das atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências Agrárias da UFPR/Palotina, vol. 1, 2023, p. 54-67.

Mashamaite, C. V.; Ngcobo, B. L.; Manyevere, A.; Bertling, I.; Fawole, O. A. Biostimulant to supplement synthetic fertilizers: a review. *Plants*, 11, 2214, 2022.

Panuccio, M. R.; Chaabani, S.; Roula, R.; Muscolo, A. Bio-priming mitigates detrimental effects of salinity on maize improving antioxidant defense and preserving photosynthetic efficiency. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 465–474, 2018.

Paulert, R.; Mazaro, S. M.; Mógor, A. F. Extratos vegetais como biofertilizantes. In: Mógor, A. F.; Mógor, G. (org.). Aminoácidos, extratos de algas, extratos vegetais e substâncias húmicas como biofertilizantes. Piracicaba, SP: Pecege Editora, 2022. p. 61-75.

Zonetti, P. C.; Pierdoná, D. L. P.; Paulert, R.; Stefanello, S. Efeito da biomassa de *Pereskia aculeata* Miller como biofertilizante em alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 17: 3, e11622, 2024.

Tabarasu, A.-M.; Nenciu, F.; Anghelache, D.-N.; Vlăduț, V.-N.; Gageanu, I. Hybrid percolation-ultrasound method for extracting bioactive compounds from *Urtica dioica* and *Salvia officinalis*. *Agriculture*, 14, 1561, 2024.

Szparaga, A.; Kocira, S.; Kapusta, I.; Zagula, G. Prototyping extracts from *Artemisia absinthium* L. for their biostimulating properties yield-enhancing, and farmer income-increasing properties. *Industrial Crops and Products*, 160, 113125, 2021.

Zulfiqar, F.; Casadesús, A.; Brockman, H.; Munné-Bosch, S. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts, *Plant Science*, 295, 110194, 2020.

Yuniati, N.; Kusumiyati, K.; Mubarak, S.; Nurhadi, B. The role of moringa leaf extract as a plant biostimulant in improving the quality of agricultural products. *Plants*, 11, 2186, 2022.

# Recordes de Produtividade

Com tecnologias BRANDT

2024

Alex Harrell - Geórgia (EUA)  
 Soja » 244,7 sc/ha

2023

Alex Harrell - Geórgia (EUA)  
 Soja » 231,8 sc/ha

David Hula - Virgínia (EUA)  
 Milho » 651,7 sc/ha

2019

Randy Dowdy - Geórgia (EUA)  
 Soja » 213,2 sc/ha

David Hula - Virgínia (EUA)  
 Milho » 644,6 sc/ha

2016

Randy Dowdy - Geórgia (EUA)  
 Soja » 192,2 sc/ha



**BRANDT**  
Professional Agriculture™



# Bioinsumos e mitigação do estresse abiótico

## Colaboradores



PRISCILA  
PIRES  
BITTENCOURT



FÁBIO LOPES  
OLIVARES

As mudanças climáticas afetam a agricultura, principalmente por meio do aquecimento global, condições extremas e variações nas chuvas, resultando em perda de carbono do solo, erosão, redução da fotossíntese extremos de seca e alagamento, o que diminui a produtividade agrícola, podendo reduzir pela metade as áreas de cultivo até 2050.

A resposta das plantas à seca, incluindo o fechamento estomático, limita a fotossíntese e afeta o crescimento, comprometendo a segurança alimentar global. A degradação do solo e eventos climáticos extremos agravam esses problemas. Nesse contexto, agricultura sustentável, como o uso de microrganismos benéficas, como bactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPB), surge como solução para mitigar esses impactos e melhorar a produtividade e a resiliência dos cultivos em cenários de mudanças climáticas e restrições econômicas.

Tendo o solo como fonte de diversidade microbiana, esses microrganismos são atraídos e recrutados por exsudados radiculares e compõem a comunidade microbiana da rizosfera (a região do solo ao redor das raízes das plantas), desempenhando papel crucial na disponibilidade de nutrientes e na redução de impactos de estressores bióticos e abióticos. Ainda neste sistema contínuo solo-rizosfera-raiz, parte da comunidade é seletivamente atraída para a superfície radicular (rizoplano) e para o interior dos tecidos (compartimento endofítico). A comunidade microbiana distribuída nestes diferentes nichos modula processos relacionados ao crescimento da planta hospedeira por meio do:

- i) aumento a disponibilidade de nutrientes no sistema solo-planta através de processos biológicos como a fixação biológica de nitrogênio; solubilização de minerais e a mineralização de compostos orgânicos;
- ii) aumentando a absorção de nutrientes por meio da produção de hormônios com efeitos na arquitetura radicular (por exemplo, aumenta da emissão de raízes laterais, densidade de pêlos radiculares) e sobre bioquímica da absorção de nutrientes (ação sobre a cinética e o acoplamento do transporte de nutrientes).

Esses hormônios, como auxina, citocinina, giberelina e ácido abscísico, promovem mudanças nas raízes e em outras partes da planta, tornando-a mais eficiente na absorção de nutrientes do solo. Esses processos ajudam as plantas a crescerem mais saudáveis e de forma mais eficiente, aproveitando melhor os recursos disponíveis no ambiente.

## Tolerância à seca mediada por bactérias

Para além da modulação da nutrição vegetal, essas associações mutualísticas entre plantas e bactérias no contínuo solo-planta desempenham um papel importante na adaptação e resiliência aos estresses bióticos e abióticos. Mecanismos de biocontrole contra patógenos bem descritos na literatura envolvem a ocupação dos nichos de infecção, produção de compostos antimicrobianos, moléculas indutoras de resistência local e sistêmica.

Entre os estresses abióticos, a deficiência hídrica ganha destaque no cenário de mudanças climáticas. Diferentes estudos apontam o papel dos bioinoculantes na mitigação do estresse hídrico e promoção do crescimento e desenvolvimento de plantas sob estresse hídrico. Uma combinação de diferentes mecanismos colabora para a melhor adaptação das plantas e aumento da tolerância a seca e envolvem mudanças na anatomia radicular e na vacuolização das células, ajustes bioquímicos

com síntese citosólica de osmoprotetores, modulação do estresse oxidativo, ajustes fisiológicos no aparato fotossintéticos entre outros.

**Os bioinsumos, especialmente os microrganismos benéficos, desempenham um papel crucial na mitigação dos estresses abióticos em plantas, promovendo a adaptação e resiliência através da modulação da nutrição, produção de hormônios e aumento da atividade de enzimas antioxidantes.**

Neste contexto de resposta da planta modulada pelos bioinoculantes, hormônios como auxina, ácido abscísico (ABA), etileno e a enzima ACC desaminase<sup>1</sup> desempenham papéis importantes na resposta mitigadora das plantas, especialmente sob estresse. A auxina regula o crescimento das raízes, melhora a absorção de água e contribui para a adaptação das plantas à seca. O ABA, hormônio de estresse, promove o fechamento estomático e regula vários genes responsáveis pela tolerância à desidratação em plantas. Estudos demonstram que a inoculação com bactérias pode aumentar o acúmulo de ABA, promovendo a resistência ao estresse. O etileno, embora normalmente iniba o crescimento, pode ser regulado por bactérias com ACC desaminase, reduzindo a produção de etileno e promovendo o crescimento mesmo em condições adversas. Essas interações hormonais e a modulação microbiana aumentam a eficiência no uso da água e a resistência das plantas aos estresses abióticos.

Sob estresse hídrico, as espécies reativas de oxigênio (ROS) geram radicais livres, causando danos às macromoléculas e comprometendo a homeostase das plantas. Enzimas antioxidantes desempenham

um papel crucial na tolerância ao estresse hídrico, e inoculantes bacterianos ajudam a aumentar a atividade dessas enzimas, reduzindo os níveis de ROS e melhorando a proteção das plantas. A atividade de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos aumenta em resposta ao estresse. Estudos demonstram que a inoculação de *Bacillus pumilus* em *Glycyrrhiza uralensis* melhorou o desempenho fotossintético, mantendo a integridade das estruturas celulares do cloroplasto e mitocôndria sob estresse hídrico.

Exopolissacarídeos (EPS) secretados por microrganismos também exercem um papel na retenção de água no sistema, já que formam uma barreira protetora nas raízes, auxiliando no desenvolvimento das plantas sob estresse salino. Bactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPB) como *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Azospirillum*, entre outros, sintetizam EPS, os quais alteram a estrutura das raízes, atuando como emulsificantes e reduzindo os efeitos das ROS. Plantas inoculadas com essas bactérias acumulam mais prolina, açúcares e aminoácidos livres, além de apresentarem maior biomassa, área foliar e teor de proteína.

## Inoculantes microbianos para mitigar o estresse da seca em agroecossistemas

A adoção de bioinoculantes cresce rapidamente, impulsionando inovação em bioprodutos. Em 2023, produtos baseados em *Bradyrhizobium* representaram 57% (74%, se olharmos as doses), sendo os mais relevantes em termos de uso. Enquanto, produtos com *Azospirillum* e *Pseudomonas* representaram atualmente 38% (26% em doses) das vendas no Brasil, mostrando crescimento expressivo na utilização nas lavouras (dados da Anpiibio)<sup>2</sup>. O mercado global de bioinsumos agrícolas em 2023 foi avaliado entre US\$13 e 15 bilhões, incluindo todos

os segmentos: controle, inoculantes, bioestimulantes e solubilizadores. Além disso, Inoculantes bacterianos para mitigar o estresse hídrico devem considerar mecanismos que favorecem a interação planta-micróbio. A sobrevivência bacteriana no campo depende de estratégias como acúmulo de osmoprotetores, respostas antioxidantes e regulação de genes do estresse. Avanços na caracterização molecular e na homeostase hormonal são essenciais, pois microrganismos influenciam a síntese e o equilíbrio hormonal das plantas.

O desenvolvimento de inoculantes bacterianos para mitigar o estresse hídrico em plantas pode se beneficiar da bioprospecção em ambientes áridos, explorando compartimentos solo-planta sob déficit hídrico. A seleção de cepas produtoras de exopolissacarídeos (EPSs) e formulações que estimulem sua secreção favorece a retenção de água e a proteção radicular. Além disso, a criação de comunidades microbianas sintéticas baseadas em dados metataxonômicos e o uso de aditivos que aumentam a sobrevivência bacteriana ou protegem os tecidos vegetais são estratégias promissoras.

## Referências

- Bittencourt, P.P., et al. Mechanisms and applications of bacterial inoculants in plant drought stress tolerance. *Microorganisms*, 11(2): 502, 2023. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020502>.
- Fadji, A.E.; Santoyo, G.; Yadav, A.N.; Babalola, O.O. Efforts towards overcoming drought stress in crops: Revisiting the mechanisms employed by plant growth-promoting bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 13, 2022. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962427>.
- Olivares, F.L., et al. Plant growth promoting bacteria and humic substances: crop promotion and mechanisms of action. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, 4, 30, 2017. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0112-x>
- Poudel, M.; et al. The role of plant-associated bacteria, fungi, and viruses in drought stress mitigation. *Frontiers in Microbiology*, 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.743512>.
- Santoyo, G.; Moreno-Hagelsieb, G.; Orozco-Mosqueda Mdel, C.; Glick, B.R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*, 183: 92-99, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>.
- Shaffique, S., et al. A newly isolated *Bacillus pumilus* strain SH-9 modulates response to drought stress in soybean via endogenous phytohormones and gene expression (Daegu, South Korea). *Plant Stress*, 9: 100279, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100279>.

<sup>1</sup> Aminociclopropano-1-carboxila deaminase (E.C. 3.5.99.7)

<sup>2</sup> Associação Nacional de Promoção e Inovação da Indústria de Biológicos. <https://anpiibio.org.br/estatisticas/>



# Extratos de Macroalgas na Mitigação de Estresses Abióticos em Plantas

As mudanças climáticas não apenas alteram o cenário do controle de pragas e doenças (Rockenbach et al., 2016), mas também impactam diretamente a produtividade agrícola, tornando-a cada vez mais vulnerável a estresses ambientais como seca, temperaturas elevadas, salinidade e congelamento. Estima-se que, até 2050, cerca de 50% das terras aráveis poderão enfrentar problemas de alta salinidade e seca (Mughunth et al., 2024).

A adaptação da agricultura aos estresses abióticos é desafiadora devido à complexidade das

interações genótipo-ambiente e à dificuldade de medir as respostas fisiológicas das plantas (Dalal et al., 2019).

A mitigação dos impactos climáticos na produção agrícola tem sido um foco global, pois as mudanças climáticas podem gerar novos desafios. Nesse contexto, os biofertilizantes à base de macroalgas marinhas têm se destacado, pois suas moléculas bioativas polivalentes promovem o crescimento e aumentam a tolerância das plantas a diferentes estresses. Este texto apresenta os principais mecanismos

de ação desses extratos e alguns resultados na mitigação de estresses ambientais.

## Modelo teórico

Um modelo teórico genérico para explicar os efeitos das moléculas bioativas de extratos algais foi proposto por Brown e Saa (2015) (Figura 1). Este modelo ilustra o impacto do estresse não letal nas plantas cultivadas e como essas moléculas podem atenuar esses efeitos. O diagrama destaca

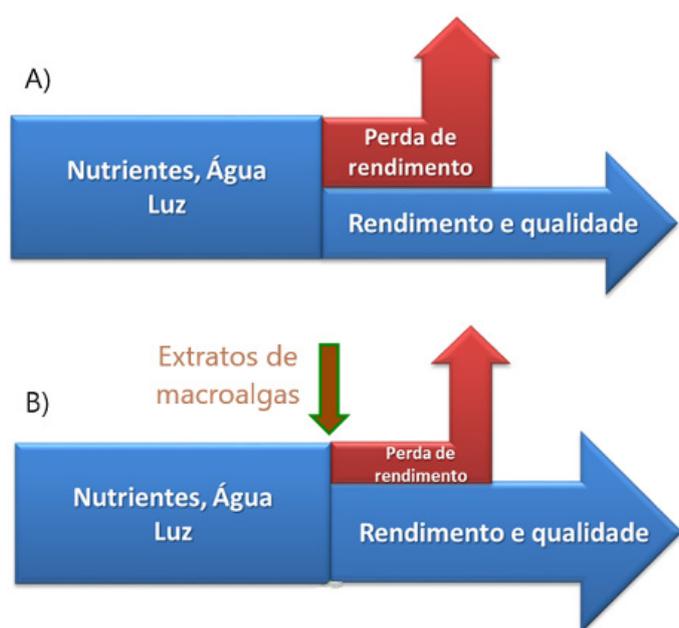


Figura 1: A) Plantas submetidas a estresse não letal, que desviam assimilados para o metabolismo de resposta ao estresse, resultando em perda de produtividade. B) Hipótese de que moléculas bioativas de macroalgas, ao interagirem com os processos de sinalização das plantas, reduzem a resposta negativa ao estresse, aumentando a alocação de biomassa para os componentes de rendimento e qualidade

Fonte: Adaptado de Brown e Saa (2015)

o potencial desses produtos em melhorar a produtividade agrícola, ao modular as respostas das plantas frente ao estresse.

## Macroalgas como fontes de moléculas bioativas anti-estresse

As macroalgas marinhas são classificadas em três grupos principais: Chlorophyceae (algas verdes), Phaeophyceae (algas marrons) e Rhodophyceae (algas vermelhas). Entre elas, as algas marrons são as mais utilizadas na agricultura, com destaque para *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima*, *Durvillea potatorum* e *Laminaria* spp.. Cada tipo de alga sintetiza polissacarídeos específicos adaptados à sua estrutura celular e ao ambiente onde vivem. As algas marrons possuem paredes celulares ricas em alginato e fucoidanas sulfatadas, enquanto as algas vermelhas, como *Kappaphycus alvarezii*, produzem carragenas. Já as algas verdes, como *Ulva* spp., sintetizam ulvas (Stadnik e de Freitas, 2014).

Além disso, macroalgas marinhas contêm ampla diversidade de moléculas bioativas, cuja composição varia conforme a espécie e o ambiente de crescimento. Essas substâncias podem influenciar a fisiologia das plantas de diferentes maneiras e acredita-se que tenham um papel fundamental na adaptação das macroalgas a condições ambientais extremas (de Castro et al., 2024; Mughunth et al., 2024).

## Mecanismos de Ação

Em síntese, os principais mecanismos de defesa contra estresses abióticos mediados por moléculas bioativas presentes nos extratos de macroalgas, que podem atuar isoladamente ou de forma sinérgica, incluem: 1) Regulação do equilíbrio osmótico: Osmoprotetores (Figura 2), como prolina e glicina betaína, auxiliam as plantas na manutenção da homeostase celular sob condições de seca ou alta salinidade. 2) Fornecimento de macro e micronutrientes essenciais: esses nutrientes otimizam o metabolismo vegetal, melhorando a resiliência das plantas em ambientes adversos. 3)

## Colaboradores



MARCIEL J. STADNIK



MATEUS B. DE FREITAS

Estimulação da atividade antioxidante: compostos fenólicos, açúcares, aminoácidos e flavonoides presentes nas macroalgas reduzem o estresse oxidativo resultante de reações metabólicas induzidas por seca e temperaturas extremas. 4) Modulação de fitohormônios: os extratos de macroalgas são ricos em fitohormônios que regulam o crescimento radicular, promovem a divisão celular e aumentam a resistência ao estresse. Além disso, a indução de genes específicos nas plantas, estimulada por moléculas elicitoras das algas, pode favorecer a síntese endógena desses

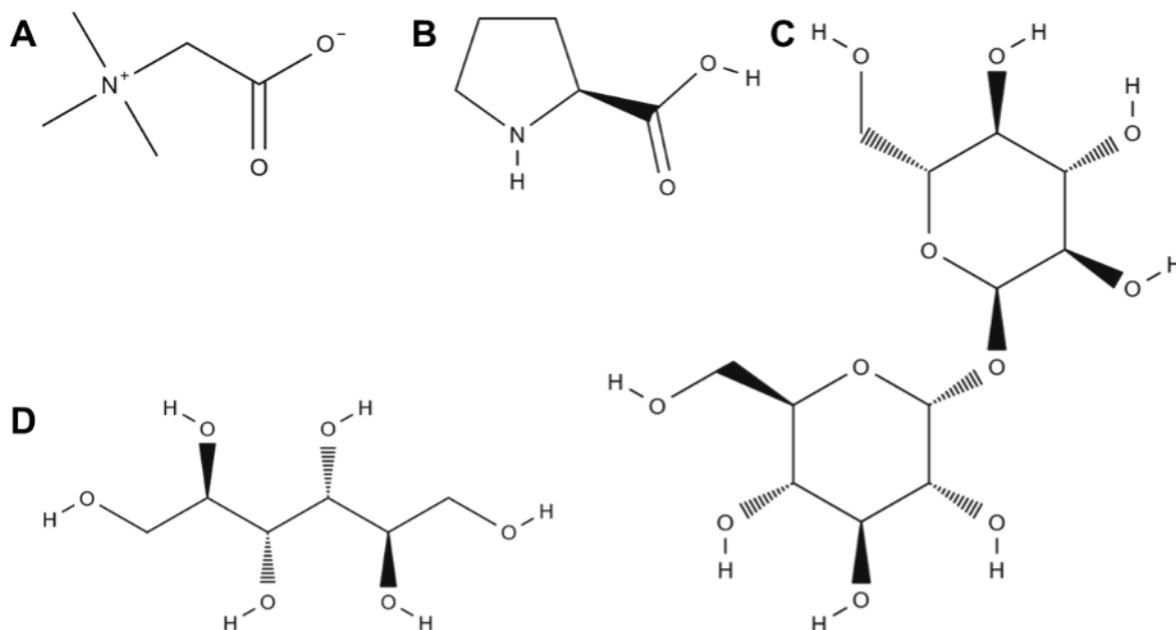


Figura 2. Estrutura química de alguns osmoprotetores. Glicina betaína (A), prolina (B), trealose (C) e manitol (D)

hormônios e osmoprotetores (Nair et al., 2012; Mughunth et al., 2024).

## Influência de Extratos de Algas Marinhas no Manejo do Estresse Abiótico

O acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ROS) devido ao estresse abiótico pode prejudicar as plantas. No entanto, extratos de algas marinhas, como *A. nodosum* e *Sargassum* spp., aumentam a resiliência vegetal, reduzindo seu potencial osmótico e prevenindo danos (Mughunth et al., 2024). Anjos Neto et al. (2020) relataram que o tratamento com 0,3% do extrato de *A. nodosum* aumentou a atividade antioxidante em sementes de espinafre, acelerando a germinação e fortalecendo plântulas sob estresse térmico. O condicionamento com o extrato também reduziu os níveis

de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e malondialdeído (MDA), minimizando o estresse oxidativo. Esses achados indicam que os extratos de algas ajudam no reparo celular e melhoram o desempenho das sementes em temperaturas extremas (Anjos Neto et al., 2020; Mughunth et al., 2024).

A aplicação de extratos de macroalgas marinhas, como *Ascophyllum* e *Ulva*, aumenta a biomassa de fava (*Vicia faba*) sob estresse hídrico. Esses extratos promovem o acúmulo de osmoprotetores, como prolina e açúcares solúveis, melhorando a retenção de água, reduzindo a peroxidação lipídica e aumentando os compostos fenólicos. Eles atenuam o estresse hídrico ao eliminar espécies reativas de oxigênio (ROS), estimular antioxidantes e otimizar a fotossíntese. A prolina ajuda no ajuste osmótico e na proteção das membranas celulares, enquanto os

açúcares solúveis auxiliam na eliminação de ROS e na regulação osmótica durante o estresse (El Boukhari et al., 2023).

A aplicação do extrato de *K. alvarezii* em trigo (*Triticum durum*) sob estresse por salinidade e seca aumentou o comprimento das raízes, os níveis de clorofila e carotenoides e o teor de água nos tecidos. Também reduziu significativamente o vazamento de eletrólitos, a peroxidação lipídica e a razão  $Na^+/K^+$ , além de elevar os níveis de cálcio, ajudando a mitigar desequilíbrios iônicos e a diminuir malondialdeído e espécies reativas de oxigênio. O extrato também regulou fitohormônios, além de aumentar a expressão de genes ligados à resposta ao estresse, como MAP quinases, fatores de transcrição WRKY e genes antioxidantes (Patel et al., 2018).



**CONEXÃO  
ABISOLO**

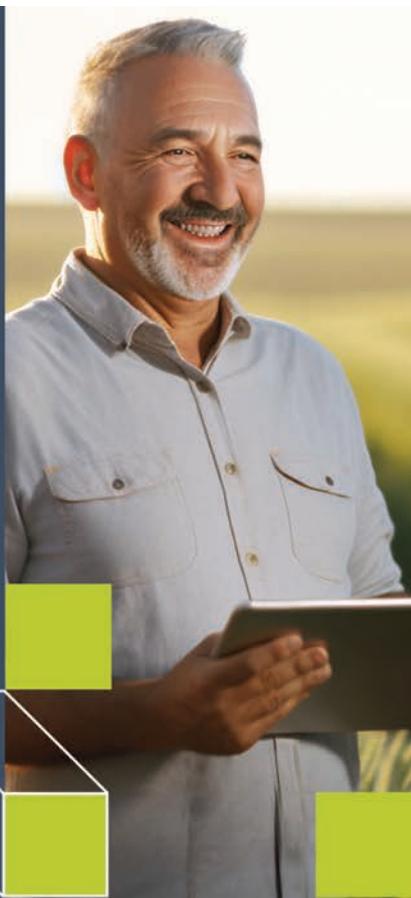
**22 E 23 DE OUTUBRO 2025  
CAMPINAS - SP**

**FÓRUM DE FERTILIZANTES  
DE MATRIZ ORGÂNICA**

**+**

**SIMPÓSIO DE  
BIOFERTILIZANTES**

**abisolo**



**Os extratos vegetais são biofertilizantes eficazes na agricultura moderna, promovendo o crescimento, a qualidade das culturas e a tolerância aos estresses abióticos. Obtidos por extração de partes das plantas, esses biofertilizantes induzem alterações fisiológicas, bioquímicas e genéticas, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e resiliente.**

O uso de extratos de algas tem mostrado benefícios na mitigação do estresse hídrico, térmico e salino, melhorando a morfologia radicular, o acúmulo de carboidratos não estruturais, o metabolismo, o ajuste dos níveis de água e a concentração de prolina (Mughunth et al., 2024). No entanto, Dalal et al. (2019), utilizando um sistema de fenotipagem funcional de alta capacidade (HFPS), não encontraram benefícios no estresse hídrico com a aplicação de um extrato comercial de *A. nodosum*, embora tenha aumentado a produtividade de *Capsicum annuum* em condições ótimas (Dalal et al., 2019).

Em experimentos de campo com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), a aplicação foliar de extrato de *A. nodosum* sob diferentes condições de estresse ambiental aumentou o rendimento de colmo e de sacarose em comparação com os tratamentos apenas com nutrientes, indicando que o extrato melhora a tolerância à seca, o rendimento e o estado nutricional da planta (de Castro et al., 2024).

## Considerações Finais

O uso de macroalgas na agricultura apresenta uma solução natural e eficaz para reduzir os efeitos dos estresses abióticos. Com os avanços na caracterização de compostos bioativos e na formulação de bioestimulantes, será possível aprimorar essas estratégias, promovendo sistemas agrícolas mais resilientes, produtivos e sustentáveis.

## Referências

Anjos Neto, A.P.d., et al. Seed priming with seaweed extract mitigate heat stress in spinach: effect on germination, seedling growth and antioxidant capacity. *Bragantia*, 79: 502–511, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200127>

el Boukhari, M.E.M., et al. Seaweed extract biostimulants differentially act in mitigating drought stress on Faba Bean (*Vicia faba* L.). *J. Plant Growth Regul.*, 42: 5642–5652, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00344-023-10945-w>

Brown, P.; Saa, S. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6: 671, 2015. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>

de Castro, S.G.Q. Combining seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* with nutrients enhances stalk yield when applied in the dry season during sugarcane development. *Plant Stress*, 13: 100535, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100535>

Dalal, A. et al. Dynamic physiological phenotyping of drought-stressed pepper plants treated with “productivity-enhancing” and “survivability-enhancing” biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 10: 905, 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00905>

Mughunth, R. J. et al. A review of seaweed extract’s potential as a biostimulant to enhance growth and mitigate stress in horticulture crops. *Scientia Horticulturae*, v. 334, 113312, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113312>

Nair, P. et al. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Genomics*: 13: 643, 2012. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-643>

Patel, K. et al. *Kappaphycus alvarezii* sap mitigates abiotic-induced stress in *Triticum durum* by modulating metabolic coordination and improves growth and yield. *Journal of Applied Phycology*, 30: 2659–2673, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1423-4>

Rockenbach, M.F. et al. Efeito das mudanças climáticas no sistema de defesa das plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 24: 130, 2016.

Stadnik, M. J.; de Freitas, M.B. Algal polysaccharides as source of plant resistance inducers. *Tropical Plant Pathology*, 39: 111–118, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762014000200001>

# OMEX

Soluções desenvolvidas com **tecnologia exclusiva** para aumentar a **produtividade e qualidade** da sua colheita.



Entre em **nosso site** para mais informações.

# OMEX



## Contribuições das bactérias promotoras de crescimento na sustentabilidade agrícola e ambiental

A inoculação com Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCPs) têm ganhado destaque entre os bioinsumos utilizados na agricultura brasileira, com grande potencial para contribuir de forma sustentável na nutrição, crescimento e na produtividade das plantas (Jalal; Furlani Júnior; Teixeira Filho, 2024). Trata-se de uma ferramenta complementar ao manejo da adubação devido principalmente ao seu baixo custo e ampla gama de benefícios em diversas culturas (Jalal; Furlani Júnior; Teixeira Filho, 2024). Esses microrganismos benéficos exercem papéis fundamentais no crescimento e desenvolvimento das plantas, oferecendo benefícios como a produção de fitormônios, a ativação enzimática, a mitigação de estresses abióticos, o controle de patógenos e, a disponibilização de nutrientes; incluindo a fixação biológica de N<sub>2</sub> (FBN) e a solubilização de fosfatos (Rosa et al., 2022; Gaspareto et al., 2023; Galindo et al., 2024a e 2024b).

As BPCPs desempenham um papel importante na mineralização da matéria orgânica (MO), convertendo nutrientes presentes em fontes orgânicas para formas inorgânicas que podem ser absorvidas pelas plantas, com resultados positivos em gramíneas, como exemplo a cana-de-açúcar, o milho, o trigo e o arroz, além das leguminosas, incluindo a soja, o feijão, o amendoim, entre diversas

outras culturas comerciais (Cassán; Diaz-Zorita, 2016; Fukami; Cerezini; Hungria, 2018; Galindo et al., 2019, 2020a; Fernandes et al., 2023). A inoculação trata-se de uma estratégia de manejo já validada em várias culturas, mas, recentemente a coinoculação e o consórcio microbiano, que consiste na aplicação de duas ou mais espécies de BPCPs simultaneamente, tem ganhado espaço entre os agricultores brasileiros, pois pode potencializar os efeitos dessas bactérias, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais e otimizando os recursos naturais (Barbosa et al., 2021; Fernandes et al., 2023; Galindo et al., 2020b, 2022, 2024a, 2024b).

Diversos gêneros de BPCPs têm sido extensivamente estudados devido ao seu potencial de promover o crescimento vegetal e aumentar a eficiência de uso de nutrientes pelas plantas. Entre os mais conhecidos estão *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* e *Rhizobium*, que têm demonstrado influência significativa em processos como decomposição da MO, homeostase e ciclagem de nutrientes (Rana; Kour; Kaur, 2020; Nitu; Rajinder; Sukhminderjit, 2020; Jalal; Furlani Júnior; Teixeira Filho, 2024). As BPCPs

contribuem para o crescimento das plantas por meio de mecanismos diretos, conforme mencionado anteriormente, e indiretos, como a produção de sideróforos e a supressão de fitopatógenos. Esses processos resultam em maior absorção de nutrientes, aumento da produtividade e melhor desempenho agrônomo das culturas (Kumar et al., 2019; Jalal; Furlani Júnior; Teixeira Filho, 2024).

Outro aspecto relevante é a influência das BPCPs na morfologia e fisiologia radicular, favorecendo o alongamento das raízes e aumentando sua capacidade de absorção de nutrientes, influenciando também na mitigação de estresses abióticos, cada vez mais frequentes e expressivos, em evidência as altas temperaturas e veranicos em regiões tropicais e subtropicais, frente às mudanças climáticas (Jalal et al., 2023; Kushwaha et al., 2024).

As bactérias benéficas podem ser caracterizadas conforme as atividades desempenhadas, sendo categorizadas como biofertilizantes, bioestimuladores, biopesticidas e biorremediadores (Shah et al., 2018). As BPCPs que atuam direta ou indiretamente na fertilidade do solo são caracterizadas como biofertilizantes, pois aumentam a disponibilidade de nutrientes, como N e P, por meio da FBN e da solubilização de

fosfatos, respectivamente, além da contribuição na eficiência de uso de nutrientes pelas plantas. Bactérias fixadoras de N<sup>2</sup>, comumente classificadas como diazotróficas, como as bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus* e *Pseudomonas*, são exemplos dessa categoria. Além disso, essas são exemplos de bactérias bioestimuladoras, pois produzem fitohormônios como ácido indol-acético, citocininas, giberelinas e etileno (Al-Tammar; Khalifa, 2022; Fernandes et al., 2023).

O uso de microrganismos como forma de reduzir ou eliminar fitopatógenos também caracteriza as BPCPs, pois vários desses microrganismos atuam promovendo o crescimento das plantas de forma indireta, por meio da produção de compostos bioativos, como antibióticos e sideróforos (Shah et al., 2018). Essa categoria inclui o gênero *Bacillus* e as bactérias do gênero *Pseudomonas*. No entanto, muitas espécies de bactérias do solo promovem o crescimento vegetal por meio de diferentes mecanismos interconectados (Al-Tammar; Khalifa, 2022).

Os biorremediadores, como as bactérias do gênero *Bacillus*, possuem a capacidade de mitigar ou remover poluentes do solo, ar ou água, além de influenciar o crescimento vegetal (Rabani et al., 2022; Thiagarajan et al., 2020). No entanto, uma única espécie de bactéria promotora de crescimento, como exemplo o *Bacillus megaterium*, pode atuar simultaneamente como biofertilizante, bioestimulador e biopesticida (Khalifa; Almalki, 2015). O microbioma rizosférico tem um impacto positivo significativo nas plantas cultivadas (Sankaranarayanan et al., 2021; Savitha et al., 2022), conferindo resistência contra estresses abióticos (Savitha et al., 2022) e aumentando a eficiência da fitorremediação (Veerapagu et al., 2022).

No cenário atual da agricultura mundial, especialmente em regiões tropicais, os efeitos das mudanças climáticas têm sido mais evidentes, sendo o estresse hídrico e térmico dois

dos principais fatores abióticos que induzem alterações no metabolismo e no desenvolvimento das plantas. Esse impacto depende dos mecanismos de resistência da espécie, do tempo de exposição ao estresse e do potencial de plasticidade fenotípica. Assim, o uso de inoculantes contendo microrganismos benéficos merece atenção (Ngumbi; Kloepper, 2016). As BPCPs podem mitigar os efeitos do estresse abiótico, reduzindo o dano oxidativo por meio da ação enzimática antioxidante ou da eliminação das espécies reativas de oxigênio (EROS), produzidas pela planta como resposta ao estresse (Kang et al., 2014). Em nível celular, o dano oxidativo ocorre devido ao desequilíbrio entre a produção e eliminação de EROS, ocasionando peroxidação lipídica, aumento da perda de eletrólitos, colapso da clorofila e, conseqüentemente, morte celular (Panda et al., 2018).

Ressalta-se a importância de novos estudos sobre o uso de tecnologias aliadas à microbiologia aplicada à fitotecnia para validar a promoção do crescimento vegetal sob condições de estresse, especialmente o hídrico e térmico. A mitigação do estresse oxidativo por meio de estratégias biotecnológicas pode contribuir para uma agricultura mais sustentável e regenerativa, promovendo maior eficiência no uso dos recursos naturais e reduzindo impactos ambientais.

## Considerações finais

As BPCPs são essenciais para sistemas agrícolas mais sustentáveis, contribuindo com a FBN, a produção de fitormônios, a solubilização de nutrientes, a nutrição e crescimento de plantas e a mitigação de estresses abióticos, resultando em maior produtividade e eficiência da adubação. Além disso, estratégias como a coinoculação de microrganismos benéficos otimizam recursos naturais e promovem sistemas produtivos mais equilibrados, fortalecendo a resiliência dos agroecossistemas.

## Autores



THIAGO  
ASSIS  
RODRIGUES  
NOGUEIRA



RODRIGO  
SILVA ALVES



FRANCO  
MONICI  
FABRINO



FERNANDO  
SHINTATE  
GALINDO



MARCELO  
CARVALHO  
MINHOTO  
TEIXEIRA  
FILHO

A biofertilização, bioestimulação, biocontrole e biorremediação são mecanismos que explicam o crescente uso das BPCPs na agricultura. A influência no microbioma rizosférico reforça o desenvolvimento vegetal, mitigando o estresse hídrico por meio da regulação de espécies reativas de oxigênio e da ação enzimática antioxidante, reduzindo danos oxidativos e preservando o metabolismo das plantas.

Diante dos desafios climáticos crescentes, o investimento em microbiologia agrícola é essencial para consolidar sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis. As BPCPs representam uma estratégia para aumentar a produtividade, reduzir impactos ambientais e manter a segurança alimentar.

## Referências

- Al-Tammar, F.K.; Khalifa, A.Y.Z. Bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) impulsionam a segurança alimentar. *Brazilian Journal of Biology*, 82: e267257, 2022.
- Barbosa, J.Z.; Hungria, M.; Sena, J.V.S.; Poggere, G.; Reis, A.R.; Corrêa, R.S. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. *Applied Soil Ecology*, 16: 103913, 2021.
- Cassán, B.; Diaz-Zorita, M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: from the laboratory to the field. *Soil Biology and Biochemistry*, 103: 117–130, 2016.
- Fernandes, G.C.; Rosa, P.A.L.; Jalal, A.; Oliveira, C.E.S.; Galindo, F.S.; Viana, R.S.; Carvalho, P.H.G.; Silva, E.C.; Nogueira, T.A.R.; Al-Askar, A.A.; Hashem, A.H.; Abdelgawad, H.; Teixeira Filho, M.C.M. technological quality of sugarcane inoculated with plant-growth-promoting bacteria and residual effect of phosphorus rates. *Plants*, 12: 2699, 2023.
- Fukami, J.; Cerezini, P.; Hungria, M. *Azospirillum*: Benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. *AMB Express*, Heidelberg, 8: 12, 2018.
- Galindo, F.S.; Buzetti, S.; Rodrigues, W.L.; Boleta, E.H.M.; Silva, V.M.; Tavanti, R.F.R.; Fernandes, G.C.; Biagini, A.L.C.; Rosa, P.A.L.; Teixeira Filho, M.C.M. Inoculation of *Azospirillum brasilense* associated with silicon as a liming source to improve nitrogen fertilization in wheat crops. *Scientific Reports*, 10: 6160, 2020a.
- Galindo, F.S.; Pagliari, P.H.; Silva, E.C.D.; Lima, B.H.; Fernandes, G.C.; Thiengo, C.C.; Bernardes, J.V.S.; Jalal, A.; Oliveira, C.E.S.; Vilela, L.S.; Furlani Junior, E.; Nogueira, T.A.R.; Nascimento, V.; Teixeira Filho, M.C.M.; Lavres, J. Impact of nitrogen fertilizer sustainability on corn crop yield: the role of beneficial microbial inoculation interactions. *Bmc Plant Biology*, 24: 1–20, 2024a.
- Galindo, F.S.; Pagliari, P.H.; Silva, E.C.D.; Silva, V.M.; Fernandes, G.C.; Rodrigues, W.L.; Céu, E.G.O.; Lima, B.H.; Jalal, A.; Muraoka, T.; Buzetti, S.; Lavres, J.; Teixeira Filho, M.C.M. Co-Inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* sp. enhances nitrogen uptake and yield in field-grown cowpea and did not change n-fertilizer recovery. *Plants*, 11: 1847, 2022.
- Galindo, F.S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Buzetti, S.; Pagliari, P.H.; Santini, J.M.K.; Alves, C.J.; Megda, M.M.; Nogueira, T.A.R.; Andreotti, M.; Arf, O. Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*. *Agronomy Journal*, 111: 1985–1997, 2019.
- Galindo, F.S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Silva, E.C.; Buzetti, S.; Fernandes, G.C.; Rodrigues, W.L. Technical and economic viability of cowpea co-inoculated with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. and nitrogen doses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24: 305–312, 2020b.
- Galindo, F.S.; Thiengo, C.C.; Pagliari, P.H.; Bernardes, J.V.S.; Santos, G.D.; Longato, P.A.F.; Vilela, L.S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Azevedo, R.A.; Gaziola, S.A.; Lavres, J. Interactive effects of bacterial consortia and basal nitrogen fertilization on initial maize growth: an investigation based on physiological parameters and <sup>15</sup>N isotopic analysis. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43: 1–17, 2024b.
- Gaspardo, R.N.; Jalal, A.; Ito, W.C.N.; Oliveira, C.E.S.; Garcia, C.M.D.P.; Boleta, E.H.M.; Rosa, P.A.L.; Galindo, F.S.; Buzetti, S.; Ghaley, B.B.; Teixeira Filho, M.C.M. Inoculation with plant growth-promoting bacteria and nitrogen doses improves wheat productivity and nitrogen use efficiency. *Microorganisms*, 11: 1046, 2023.
- Jalal, A.; Furlani Júnior, E.; Teixeira Filho, M.C.M. interaction of zinc mineral nutrition and plant growth-promoting bacteria in tropical agricultural systems: a review. *Plants*, 13: 571, 2024.
- Jalal, A.; Oliveira, C. E. S.; Rosa, P. A. L.; Galindo, F. S.; Teixeira Filho, M. C. M. beneficial microorganisms improve agricultural sustainability under climatic extremes. *Life*, 13: 1102, 2023.
- Kang, S.M.; Khan, A.L.; Waqas, M.; You, Y.H.; Kim, J.H.; Kim, J.G.; Hamayun, M.; Lee, I.J. Plant growth-promoting rhizobacteria reduce adverse effects of salinity and osmotic stress by regulating phytohormones and antioxidants in *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Interactions*, 9: 673–682, 2014.
- Khalifa, A.; Almalki, M.A. Isolation and characterization of an endophytic bacterium, *Bacillus megaterium* BMN1, associated with root-nodules of *Medicago sativa* L. growing in Al-Ahsaa region, Saudi Arabia. *Annals of Microbiology*, 65: 1017–1026, 2015.
- Kumar, A.; Patel, J.S.; Meena, V.S.; Ramteke, P.W. Plant growth-promoting rhizobacteria: Strategies to improve abiotic stresses under sustainable agriculture. *Journal of Plant Nutrition*, 42: 1402–1415, 2019.
- Kushwaha, M.; Mishra, A.; Shankar, S.; Goel, D.; Joshi, S.; Ram, S. Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agriculture: Recent progress and challenges. In: role of green chemistry in ecosystem restoration to achieve environmental sustainability. Elsevier, 333–342, 2024.
- Ngumbi, E.; Kloepper, J. Bacterial-mediated drought tolerance: current and future prospects. *Applied Soil Ecology*, 105: 109–125, 2016.
- Nitu, R.; Rajinder, K.; Sukhminderjit, K. Zinc solubilizing bacteria to augment soil fertility – a comprehensive review. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 8: 38–44, 2020.
- Panda, P.K.; Naik, P.P.; Meher, B.R.; Das, D.N.; Mukhopadhyay, S.; Praharaj, P.P.; Maiti, T.K.; Bhutia S.K. Puma dependent mitophagy by *Abrus agglutinin* contributes to apoptosis through ceramide generation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). Molecular Cell Research*: 1865, 480–495, 2018.
- Rabani, M.S.; Hameed, I.; Mir, T.A.; Wani, B.A.; Gupta, M.K.; Habib, A.; Jan, M.; Hussain, H.; Tripathi, S.; Pathak, A.; Ahad, M.B.; Gupta, C. Microbial-assisted phytoremediation. In: Bhat, R.A.; Tonelli, F.M.P.; Dar, G.H.; Hakeem, K. eds. *Phytoremediation*. Elsevier, 91–114, 2022.
- Rana, K.L.; Kour, D.; Kaur, T. Endophytic microbes: Biodiversity, plant growth-promoting mechanisms and potential applications for agricultural sustainability. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 113: 1075–1107, 2020.
- Rosa, P.A.L.; Galindo, F.S.; Oliveira, C.E.S.; Jalal, A.; Mortinho, E.S.; Fernandes, G.C.; Marega, E.M.R.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M.C.M. Inoculation with Plant Growth-Promoting Bacteria to reduce phosphate fertilization requirement and enhance technological quality and yield of sugarcane. *Microorganisms*, 10: 192, 2022.
- Sankaranarayanan, A.; Khalifa, A.Y.; Amaresan, N.; Sharma, A. Soil microbiome to maximize the benefits to crop plants — a special reference to rhizosphere microbiome. In: White, J.; Kumar, A.; Drobny, S. eds. *Microbiome stimulants for crops: mechanisms and applications*. Oxford, 125–140, 2021.
- Savitha, T.; Ashraf, Y.; Khalifa, A.Y.Z.; Sankaranarayanan, A. Ameliorative characteristics of plant growth enhancing microbes to revamp plant growth in an intricate environment. In: Meena, M.; Swapnil, P.; Vijayalakshmi, S. eds. *Plant-microbe interaction – recent advances in molecular and biochemical approaches: agricultural aspects of microbiome leading to plant defense*. Elsevier, 2022.
- Shah, S.; Ramanan, V.V.; Singh, A.; Singh, A.K. Potential and prospect of plant growth promoting rhizobacteria in lentil. In: Singh, A.K. ed. *Scientific lentil production*. Delhi: Satish Serial Publishing House, 287–292, 2018.
- Thiyagarajan, P.; Sengottaiyan, A.; Selvam, K.; Sudhakar, C.; Khalifa, A.Y.Z.; Aroulmoji, V.; Selvankumar, T. Biodegradation of acid yellow using laccase produced by *Bacillus* sp. strain TR and its in-silico modeling of the dye degradation system. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26: 2067–2076, 2020.
- Veerapagu, M.; Khalifa, A.Y.Z.; Jeya, K.R.; Sankaranarayanan, A. Role of plant growth promoting microorganisms in phytoremediation efficiency. In: Sharma, V.K.; Kumar, A.; Passarini, M.; Parmar, S.; Singh, V.K. eds. *Microbial inoculants: recent progress and applications*. Elsevier, 2022.

# O Portal que consolida as publicações dos produtos do setor em um único local.

conexão  ciência

Saiba como acessar o portal

## PASSO 1

Acesse o site:  
[conexaociencia.org.br](http://conexaociencia.org.br)

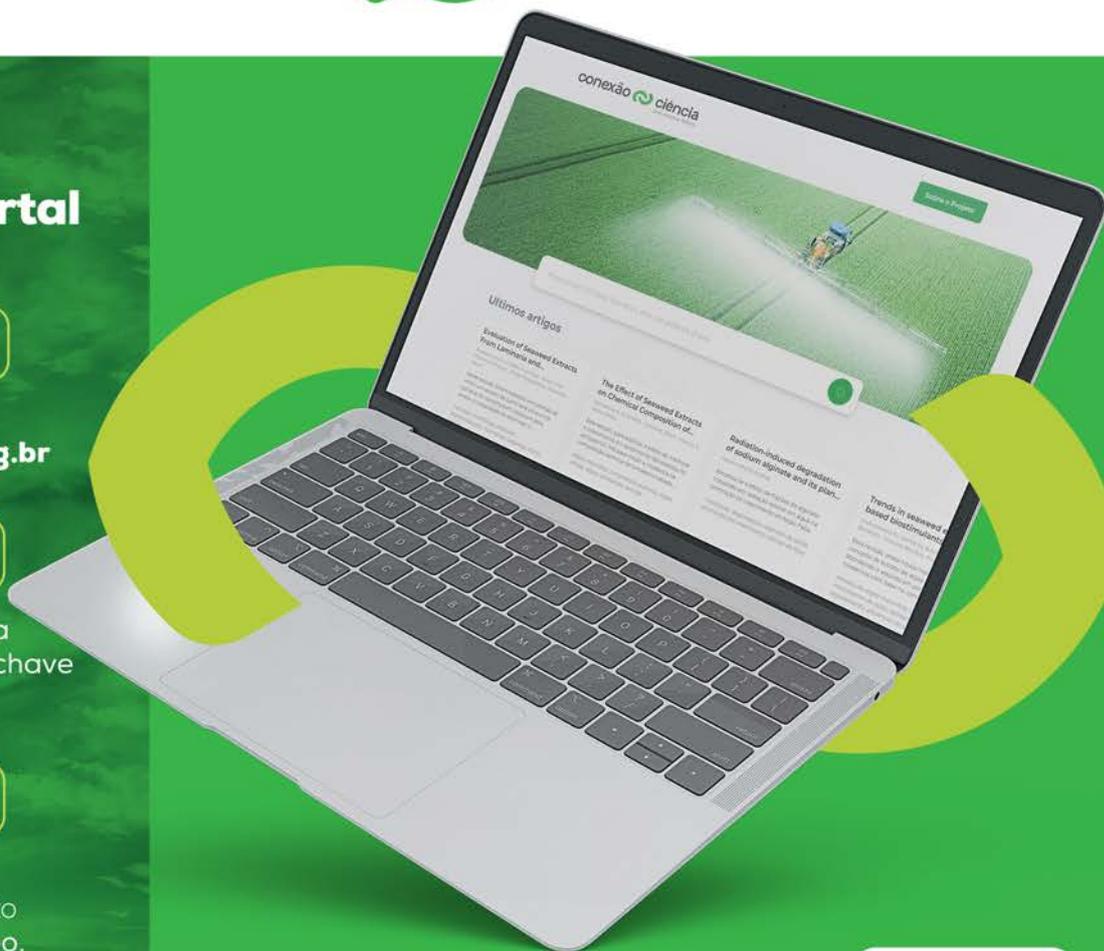
## PASSO 2

Faça a sua busca usando sua palavra-chave de pesquisa

## PASSO 3

Pronto! Agora chegou o momento da leitura do artigo.

Uma iniciativa  
**abisolo** 



Escaneie o  
QRCode e  
acesse:





# Substâncias húmicas e a defesa das plantas

A agricultura brasileira é desafiada todo dia por várias questões. Uma das mais preocupantes tem sido o aumento da intensidade e frequência de eventos climáticos extremos relacionados à seca, enchentes e temperaturas extremas. Nesse cenário o agravamento do ataque de pragas e doenças gera aumento nos custos de produção. Um exemplo é o reaparecimento da síndrome do murchamento da cana causada por um complexo de fungos patogênicos, que não trazia muitos problemas até as últimas safras, provocando agora perdas significativas e redução da qualidade dos colmos. A síndrome não tem controle químico e é acentuada pela seca. Outro exemplo expressivo é a expansão do greening em no Estado de São Paulo causando perdas enormes de produção forçando inclusive a erradicação de laranjais infestados. Essas doenças provocadas por diferentes agentes apresentam o fato em comum de não ter controle químico eficiente e ausência de variedades totalmente resistentes. Para esses casos são empregadas medidas gerais de manejo para reduzir as perdas e danos.

É tão velho quanto a própria agricultura, o conhecimento de que a matéria orgânica do solo pode contribuir para o desenvolvimento, produtividade e qualidade da produção. Plantas que crescem em solos com conteúdo adequado de matéria orgânica tem uma nutrição mais equilibrada

e melhor estado geral de saúde. A maior parte da matéria orgânica é formada pelas substâncias húmicas que condiciona as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Depois de isoladas, elas podem ser aplicadas diretamente sobre as plantas em baixas concentrações para promover a resistência das plantas contra estresses abióticos e bióticos (du Jardim, 2015). Essa inovação tecnológica tem obtido respostas promissoras em laboratório e no campo como medida auxiliar para a redução de danos causados por pragas e doenças de difícil controle, além de cooperar para a redução de custos. O Nudiba/UENF<sup>1</sup> tem dado atenção ao estudo científico sistemático da indução de respostas de resistência das plantas contra pragas e doenças pelo uso de substâncias húmicas.

## Defesa vegetal e os indutores de resistência

As plantas, por não possuírem um sistema imunológico adaptativo tal como nos animais, desenvolveram outros mecanismos de defesa para responder ao ataque de patógenos e pragas. Esses mecanismos são baseados em um sistema de percepção de sinais dos agentes de estresse, permitindo que as plantas ativem respostas de defesa antes que a infecção se estabeleça (Jones et al., 2024). A primeira linha de defesa é a desencadeada

## Autores



LUCIANO PASQUALOTO CANELLAS



RAKIELY MARTINS SILVA

por padrões moleculares associados a patógenos, nos quais receptores localizados na membrana celular detectam moléculas específicas dos patógenos ativando a pronta resposta, tais como, a produção de espécies reativas de oxigênio, o reforço da parede celular e a expressão de genes de defesa (Kaur et al., 2022).

Alguns patógenos evoluíram para ludibriar essa resposta levando, por sua vez, a ativação de um sistema de defesa desencadeado por efetores, gerando uma resposta mais específica que envolve as proteínas de resistência (PR) e em casos extremos a morte celular. Além dessas respostas locais, as plantas também podem ativar os mecanismos sistêmicos de defesa, conhecidos como resistência sistêmica adquirida (SAR)<sup>2</sup> e a resistência sistêmica induzida (ISR)<sup>3</sup>. Os hormônios vegetais modulam as

<sup>1</sup> Nudiba/UENF: Núcleo de Desenvolvimento de Insumos Biológicos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

<sup>2</sup> SAR: System Acquired Resistance

<sup>3</sup> ISR: Induced Systemic Resistance

respostas de resistência. O ácido salicílico (AS) atua na mediação da SAR, enquanto o ácido jasmônico (AJ) e o etileno (ET) ativam a ISR.

**As substâncias húmicas desempenham um papel crucial na defesa das plantas contra estresses bióticos e abióticos. Elas podem ativar mecanismos de resistência sistêmica adquirida (SAR) e resistência sistêmica induzida (ISR), promovendo a produção de enzimas antioxidantes e compostos fenólicos, melhorando a saúde e a resiliência das plantas.**

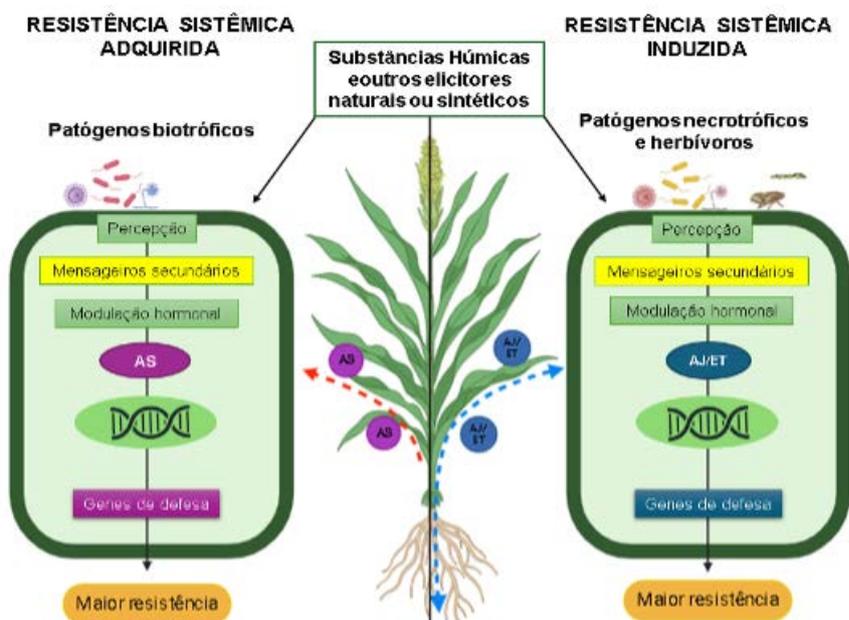


Figura 1. Resistência sistêmica adquirida (SAR) e resistência sistêmica induzida (ISR) ativados por patógenos, herbívoros e por substâncias húmicas e outros elicitores naturais ou sintéticos

A SAR ativada contra patógenos biotróficos, envolve a percepção de sinais, mensageiros secundários (espécies reativas de oxigênio, entre outros) e modulação hormonal via AS levando à ativação de genes de defesa. A ISR atua contra patógenos necrotróficos e herbívoros, também é iniciada pela percepção do sinal e ativação de mensageiros secundários. A resposta hormonal ocorre via AJ e etileno ET, ativando genes de defesa. Ambos os mecanismos conferem maior resistência às plantas contra diferentes tipos de estresses bióticos (Figura 1).

Moléculas elicitoras são aquelas que reconhecidas pelas plantas podem induzir respostas de defesa contra patógenos e herbívoros (Wiesel et al., 2014). As substâncias húmicas participam do processo de regulação hormonal (Souza et al., 2022) e podem ser empregadas como elicitoras naturais da indução da resistência em plantas (Silva; Canellas, 2022, Silva et al., 2023a).

### Papel das substâncias húmicas na ativação de resistência sistêmica

As substâncias húmicas em suspensão aquosa podem ser descritas como uma mistura complexa e heterogênea de milhares de moléculas de massa molecular pequena e reunidas em

uma associação supramolecular estabilizada por forças dispersivas de natureza predominantemente fraca (Piccolo; Drosos, 2024). Esses compostos podem influenciar vários processos fisiológicos, bioquímicos e moleculares nas plantas, como a absorção de nutrientes, alterações no metabolismo e na transcrição diferencial de genes (Nardi et al., 2021), incluindo a indução do sistema de defesa das plantas (Silva; Canellas, 2022; Faccin; Di Piero, 2022). As substâncias húmicas podem acionar tanto a SAR quanto a ISR atenuando o efeito das doenças. O uso de ácidos húmicos reduziu a incidência e a severidade da sarna bacteriana em tomateiro causada por *Xanthomonas euvesicatoria* (Silva et al., 2021). Os mecanismos relacionados a estas respostas estão sendo investigados.

No início do processo de defesa vegetal contra ação dos patógenos ocorre uma rápida produção de espécies reativas de oxigênio, fenômeno conhecido como “explosão oxidativa”, que está diretamente associada ao disparo das respostas de defesa nas plantas (Jones et al., 2024). Com o acúmulo dessas moléculas, uma rede de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos é acionada para neutralizar os radicais livres formados, garantindo que seus

níveis permaneçam dentro de uma faixa segura mantendo a homeostase redox.

As substâncias húmicas têm uma atividade antioxidante elevada além de serem capazes de promover a síntese e a atividade de enzimas antioxidantes como peroxidases (POX) e a catalase (CAT) entre outras, reduzindo o estresse oxidativo e promovendo a manutenção do equilíbrio celular (Garcia et al., 2016). Além disso, as substâncias húmicas podem modificar o metabolismo secundário das plantas e com isso aumentar a produção de solutos compatíveis, contribuindo para a resistência das plantas.

Entre os principais compostos de regulação osmótica e de ação antimicrobiana estão os compostos fenólicos cuja biossíntese na planta tem seu passo fundamental na formação do ácido p-cinâmico realizada pela enzima fenilalanina amônia liase (FAL) que é significativamente regulada pela aplicação de substâncias húmicas (Schiavon et al., 2010). A atividade das enzimas POX e FAL pode ser usada como marcadoras da indução de respostas de defesa nas plantas, além da  $\beta$ -1,3-glucanase, conhecida como uma PR2, que atua como uma barreira bioquímica produzindo a hidrólise de componentes presentes nos patógenos.

A aplicação foliar e no solo de substâncias húmicas solúveis em laranjais com um ano de plantio induziu ao aumento significativo na atividade das enzimas PAL, POX e  $\beta$ -1,3-glucanase, além da regulação positiva da expressão dos genes CsPR-7, CsPR-3 e CsPR-11, envolvidos na resposta de defesa das plantas (Silva et al., 2023b). A atividade dessas enzimas permaneceu significativamente elevada em relação ao controle durante, pelo menos 90 dias, indicando um caráter transiente da estimulação. É necessário, portanto, uma reaplicação para manutenção da atividade em níveis elevados. Resultados semelhantes foram encontrados em soja (var. 66i68, 64i63 e NS6700), cana-de-açúcar (variedades CTC4, CTC7515BT, RB966928, RB855155), café arábica (var. acauã), tomateiro anão (var. Micro-Tom) em pesquisa em andamento no Nudiba<sup>4</sup>. Outros grupos de pesquisa também demonstraram experimentalmente o uso das substâncias húmicas para induzir resistência sistêmica monitorando a atividade de enzimas (CAT, APX e FAL) em tomateiro, assim como a redução da severidade da murcha bacteriana causada pela *Xanthomonas hortorum* pv. *gardneri* (Faccin, Di Piero, 2022).

O potencial de utilização de substâncias húmicas para a indução de defesa das plantas já foi demonstrado restando agora desenvolver o manejo de uso (fonte, concentração, modo de aplicação, periodicidade) como tecnologia auxiliar para a diminuição de danos nas lavouras pelas doenças. Por fim, vale ressaltar o baixo custo e o baixo impacto ambiental dos produtos húmicos disponíveis hoje.

## REFERÊNCIAS

du Jardin, P. Plants biostimulants: definition, concept, main categories and regulations. *Scientia Horticultura*, 196: 3-14, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

Faccin, D.; Di Piero, R.M. Extracts and fractions of humic substances reduce bacterial spot severity in tomato plants, improve primary metabolism and activate the plant defense system. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 121: 101877, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101877>

García, A.C.; Santos, L.A.; Ambrósio de Souza, L.G.; Tavares, O.C.H.; Zonta, E.; Gomes, E.T.M.; García-Mina, J.M.; Berbara, R.L. Vermicompost humic acids modulate the accumulation and metabolism of ROS in rice plants. *J. Plant Physiol.* 192: 56-63, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.01.008>

Jones, J.D.G.; Staskawicz, B.J.; Dangl, J.L. The plant immune system: from discovery to deployment. *Cell*, 187 (9): 2095-2116, 2024.

Kaur, S.; Samota, M.K.; Choudhary, M.; et al. How do plants defend themselves against pathogens—Biochemical mechanisms and genetic interventions. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 28: 485-504, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12298-022-01146-y>

Nardi, S.; Schiavon, M.; Francioso, O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules*, 26:2256, 2021.

Piccolo, A.; Drosos, M. The supramolecular structure of the soil humeome and the significance of humification. In: *Advances in Agronomy*; Sparks, D.L., Ed.; Academic Press, 188: 405-455, 2024. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2024.06.006>

Schiavon, M.; Pizzeghello, D.; Muscolo, A.; Vaccaro, S.; Francioso, O.; Nardi, S. High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). *J. Chem. Ecol.* 36: 662-669, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10886-010-9790-6>

Silva, A.P.S.; Olivares, F.L.; Sudré, C.P.; et al. Attenuations of bacterial spot disease *Xanthomonas euvesicatoria* on tomato plants treated with biostimulants. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, 8: 42, 2021. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00240-9>

Silva, R.M.; Canellas, L.P. Organic matter in the pest and plant disease control: a meta-analysis. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 9: 70, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00332-0>

Silva, R.M.; Canellas, N.A.; Olivares, F.L.; et al. Humic substances trigger plant immune responses. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, 10: 123, 2023b. <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00468-7>

Silva, R.M.; Peres, A.N.A.; Peres, L.E.P.; Olivares, F.L.; Sangi, S.; Canellas, N.A.; Spaccini, R.; Cangemi, S.; Canellas, L.P. Humic substances isolated from recycled biomass trigger jasmonic acid biosynthesis and signalling. *Plants* 12, 3148, 2023a. <https://doi.org/10.3390/plants12173148>

Souza, A.C.; Olivares, F.L.; Peres, L.E.P.; et al. Plant hormone crosstalk mediated by humic acids. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 9 (29), 2022. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00295-2>

Wiesel, L.; Newton, A.C.; Elliott, I.; Booty, D.; Gilroy, E.M.; Birch, P.R.J.; Hein, I. Molecular effects of resistance elicitors from biological origin and their potential for crop protection. *Front. Plant Sci.* 5:655, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00655>

<sup>4</sup> Pesquisa com apoio da FAPERJ, CNPq e CAPES

CHEGOU A HORA DE  
**ELEVAR**  
A PRODUTIVIDADE  
DA SUA LAVOURA!



Soluções completas  
para Nutrição de Plantas  
e Proteção de Cultivos

DE SANGOSSE



desangossebrasil

# Inteligência de mercado

Os artigos a seguir não representam, necessariamente, a opinião da Abisolo.

04





## Relatório especial de inteligência de mercado

2024 foi mais um ano de comportamento atípico na agricultura brasileira.

Um conjunto de incertezas tornaram a tomada de decisões pelos produtores mais difícil. As principais: Qual será a remuneração da produção na safra 24/25, especialmente nas culturas do milho e da soja? A mudança no regime e no volume das chuvas irá reduzir a janela de plantio da soja, impactando também a área plantada da segunda safra do milho? Em que medida a instabilidade da taxa de câmbio, em consequência da conjuntura internacional e de certo pessimismo em relação aos fundamentos da economia brasileira, impactará a rentabilidade da produção? E o crescente número de Recuperações Judiciais? Tendência? De que forma a taxa de juros e a disponibilidade de crédito serão impactados?

Neste cenário, a decisão de compra dos insumos pelos produtores foi adiada ao máximo. Até agosto/24 observávamos uma certa estabilidade nas vendas de Fertilizantes Especiais.

A partir de setembro o cenário ficou mais claro e os agricultores formalizaram a compra dos insumos que faltavam para o manejo da safra. As vendas do setor passaram a apresentar crescimento em comparação com o ano anterior e, mais uma vez, ficou demonstrada a compreensão, pelos agricultores, da importância dos fertilizantes especiais para um manejo nutricional de alta performance.

A indústria se mobilizou e a despeito dos gargalos logísticos históricos foi competente no processo das entregas e atendeu o agricultor de forma tempestiva.

Nossa pesquisa mostra que o setor encerrou 2024 com faturamento 18,9% superior ao de 2023, quando considerada a média de desempenho de todas as categorias de produtos. O resultado foi influenciado por dois fatores principais: a variação da taxa de câmbio, que impactou diretamente o custo das matérias-primas e os preços de vendas dos fertilizantes importados ou com componentes importados e o aumento das vendas em volume de alguns segmentos de produtos, observados em nossa pesquisa, que gera uma amostragem muito representativa das vendas do setor. Na Pesquisa em Volume deste ano, em uma amostragem de 8,7 milhões de toneladas de Fertilizantes Especiais Sólidos, observou-se um crescimento de 10,2% no volume em 2024, quando comparado ao volume de 2023. Nos Fertilizantes Especiais Fluidos, cuja amostragem foi de 117 milhões de litros, o volume de 2024 foi 4% superior ao do ano de 2023.

É importante considerar que os resultados do novo estudo “Empresas Produtoras e Importadoras de Fertilizantes no Brasil”, concluído no final de 2024, mostrou que 129 novas empresas passaram a atuar no mercado brasileiro de fertilizantes no período 2020/2024 e que parte destas novas empresas não foram alcançadas pela nossa pesquisa, principalmente aquelas que atuam nas categorias “Organominerais” e “Orgânicos” e que estão nas faixas menores de faturamento (até R\$ 25.000.000,00/ano). Obedecendo critérios estatísticos, a Pesquisa Nacional deste ano apresenta margem de erro de 12,71 p.p. para análise do mercado total, percentual que pode ser superior para os resultados das categorias “Organominerais” e “Orgânicos”.

Este relatório de Inteligência de Mercado começa com a apresentação do estudo “Empresas Produtoras e Importadoras de Fertilizantes no Brasil – Edição 2024”. Na sequência, apresentaremos o detalhamento dos resultados do setor em 2024.

# AS EMPRESAS PRODUTORAS E IMPORTADORAS DE FERTILIZANTES NO BRASIL

## Edição 2024

O mercado de fertilizantes vem passando por importantes transformações nos últimos anos. A expansão da área plantada; o aumento da adoção de novas tecnologias; o foco na sustentabilidade da produção pelos agricultores; o cenário geopolítico e a implementação de políticas públicas visando reduzir a dependência de importações, tem provocado movimentos importantes no setor.

Após passar por um processo de “fusões e aquisições” entre anos 2010 e 2020, observamos nos últimos anos

a entrada de novos players no mercado de fertilizantes especiais, seja pela atratividade do setor e do agronegócio brasileiro, seja em função da consolidação de processos relacionados à economia circular.

Em função disto, entendemos que era momento de fazer um novo levantamento das empresas produtoras e importadoras de fertilizantes no Brasil – nosso último levantamento foi feito em 2020, que apresentamos a seguir:

### Sobre a metodologia utilizada no levantamento:

A base de dados utilizada para o levantamento foi a do Ministério da Agricultura e Pecuária (SIPEAGRO). Os dados foram extraídos em agosto/24.

#### 10.462 registros foram identificados, a partir da utilização dos seguintes filtros:

- Estabelecimentos produtores registrados, com registro válido
- Estabelecimentos importadores registrados, com registro válido
- Categorias de produtos produzidas ou importadas pelos estabelecimentos
- Produtos registrados, com registro ativo
- Característica física dos produtos produzidos ou importados
- Modo de aplicação dos produtos

Levando em conta que uma mesma empresa pode produzir ou importar mais de uma categoria de produtos, o primeiro passo foi identificar quais eram as empresas registradas na base de dados, independentemente do portfólio de produtos e do número de estabelecimentos que têm registrados. Foram identificadas 1.443 empresas.

Considerando que o estudo tinha como objetivo identificar os players do setor (empresas que produzem e/ou importam com o objetivo de fazer negócios), foi feita uma checagem na Internet (Websites) e nas principais redes sociais (LinkedIn, Instagram e Facebook) para saber se todas as empresas identificadas tinham atividade comercial comprovada e se estavam ativas.

Após a checagem, foram identificadas 872 empresas ativas, sendo que as empresas que detêm mais de um registro de estabelecimento e as que fazem parte de

um grupo empresarial foram contabilizadas como um só registro.

O próximo passo foi identificar quais categorias de produtos estas 872 empresas produzem e/ou importam; qual é a característica física destes produtos (sólidos ou fluidos) e para quais formas de aplicação seus produtos estavam registrados.

Diferentemente do nosso levantamento anterior, de 2020, cujo escopo se limitou às empresas produtoras e/ou importadoras de Fertilizantes Especiais e à identificação da atividade comercial exclusivamente em Websites, esta edição considerou “todas as empresas de fertilizantes”, NPK convencionais inclusive e estendeu a comprovação de atividade comercial também para as principais redes sociais – LinkedIn, Facebook e Instagram. Foram encontradas 77 empresas que anunciam produtos exclusivamente nestas redes sociais.

Os resultados do estudo estão a seguir:

## AS EMPRESAS PRODUTORAS E IMPORTADORAS DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Agosto/ 2024

Das 872 empresas identificadas na pesquisa, 718 produzem e/ou importam fertilizantes minerais; 388 produzem e/ou importam fertilizantes organominerais; 476 produzem e/ou importam fertilizantes orgânicos e 11 empresas tem registro de biofertilizantes.



A pesquisa também identificou a quantidade de empresas de acordo com o seu portfólio de produtos e seus respectivos modos de aplicação.

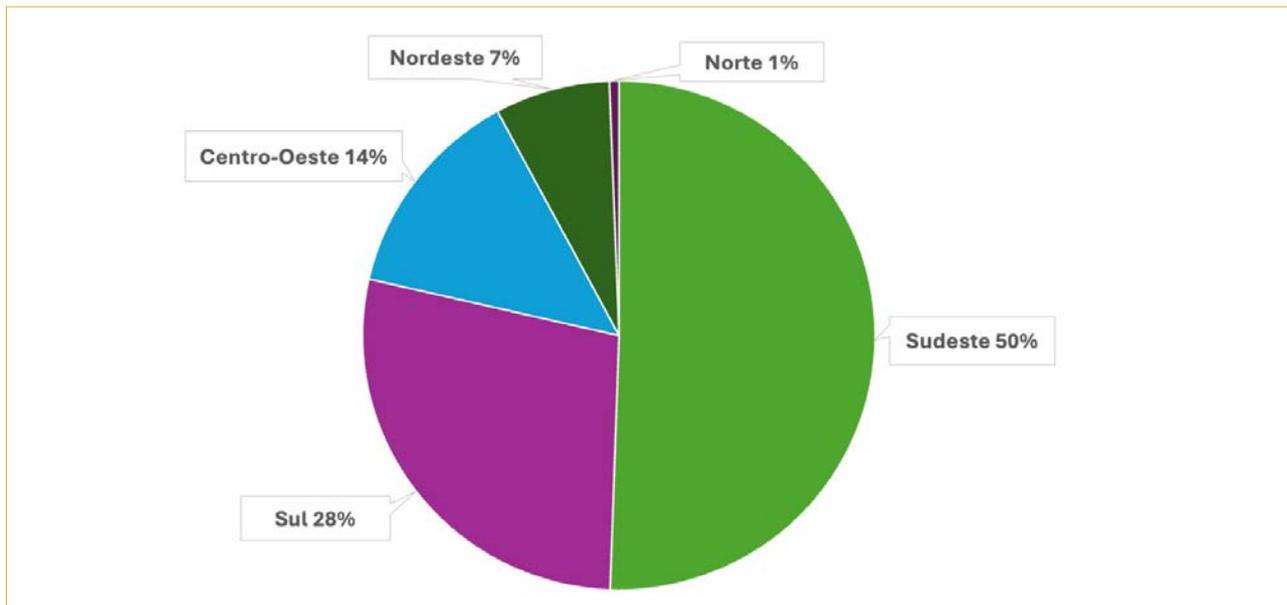
Das 872 empresas identificadas, 687 tem produtos para aplicação via solo em seu portfólio; 547 tem produtos para aplicação via folha; 126 tem produtos para aplicação via sementes; 160 tem produtos para aplicação via fertirrigação e 31 tem produtos para aplicação via hidroponia.

## Empresas de Fertilizantes no Brasil

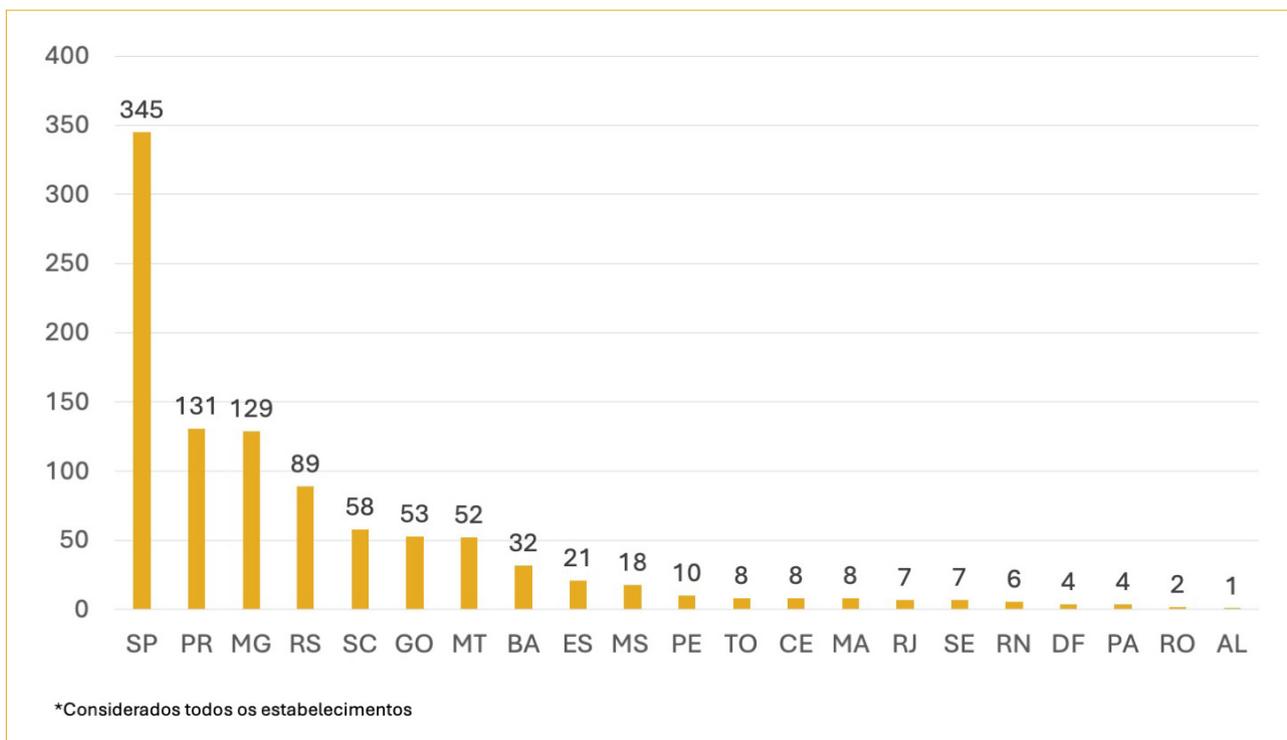
Produtoras e Importadoras   Total: 872				
Fertilizantes para Aplicação Via Solo	Fertilizantes para Aplicação Via Folha	Fertilizantes para Aplicação Via Sementes	Fertilizantes para Aplicação Via Fertirrigação	Fertilizantes para Aplicação Via Hidroponia
<b>687</b>	<b>547</b>	<b>126</b>	<b>160</b>	<b>31</b>

## A localização das empresas de fertilizantes no Brasil

O levantamento mostrou que a região Sudeste é sede de 50,6% das empresas, seguida pelas regiões Sul (28%), Centro-Oeste (13,6%), Nordeste (7,3%) e Norte (0,6%)

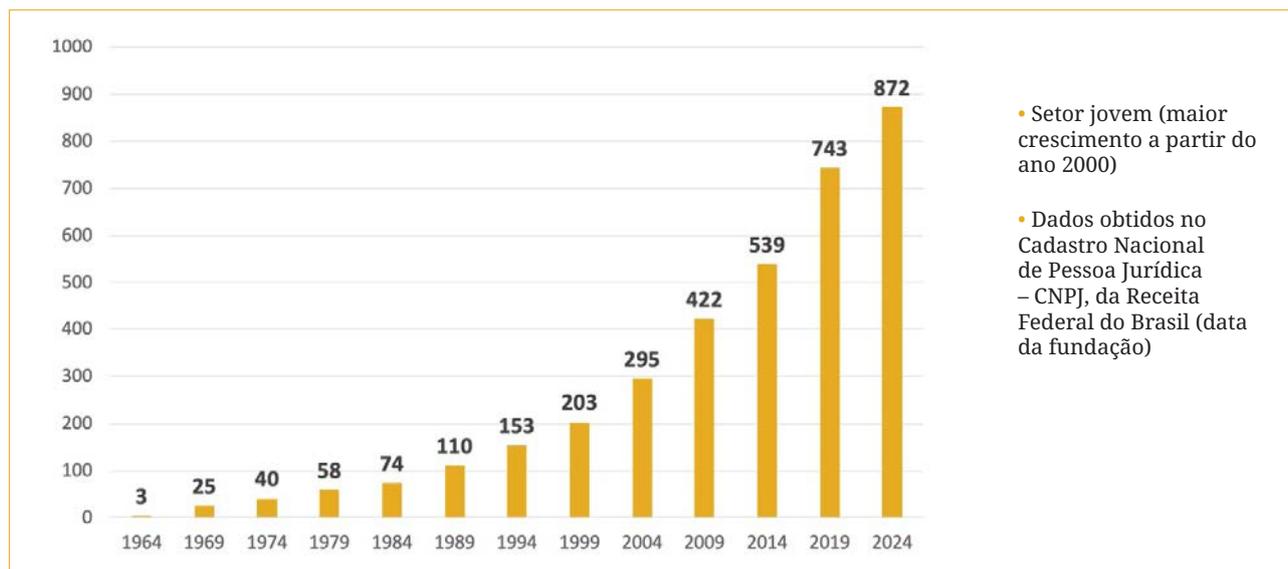


A maioria das empresas está sediada no Estado de São Paulo (34,7%), seguido por Paraná (13,2%) e Minas Gerais (13%). 70% das indústrias e dos importadores estão sediados em 4 Estados.



## Tempo de atividade das empresas produtoras e importadoras de fertilizantes no Brasil

O estudo revelou que grande parte das empresas iniciou suas atividades a partir do ano 2000 (670 das atuais 872), o que demonstra que o setor é jovem e pujante. A data de fundação das empresas foram validadas no site do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, da Receita Federal.



## Empresas produtoras e importadoras de fertilizantes no Brasil Por faixa de faturamento (porte)

Na pesquisa feita junto ao SPC – Serviço de Proteção ao Crédito, foi possível identificar o faturamento das empresas. No entanto, é importante fazermos algumas considerações:

- O faturamento pode, eventualmente, considerar a venda de outros produtos que não sejam fertilizantes acabados;
- Na grande maioria dos casos o faturamento informado é relativo ao ano de 2023. No entanto, é importante levar em conta que o valor de algumas empresas pode não estar atualizado.

de	até	Quantidade
R\$ 1,00	R\$ 4.800.000,00	348
R\$ 4.800.001,00	R\$ 25.000.000,00	255
R\$ 25.000.001,00	R\$ 50.000.000,00	90
R\$ 50.000.001,00	R\$ 300.000.000,00	127
Acima de	R\$ 300.000.000,00	52
<b>TOTAL</b>		<b>872</b>

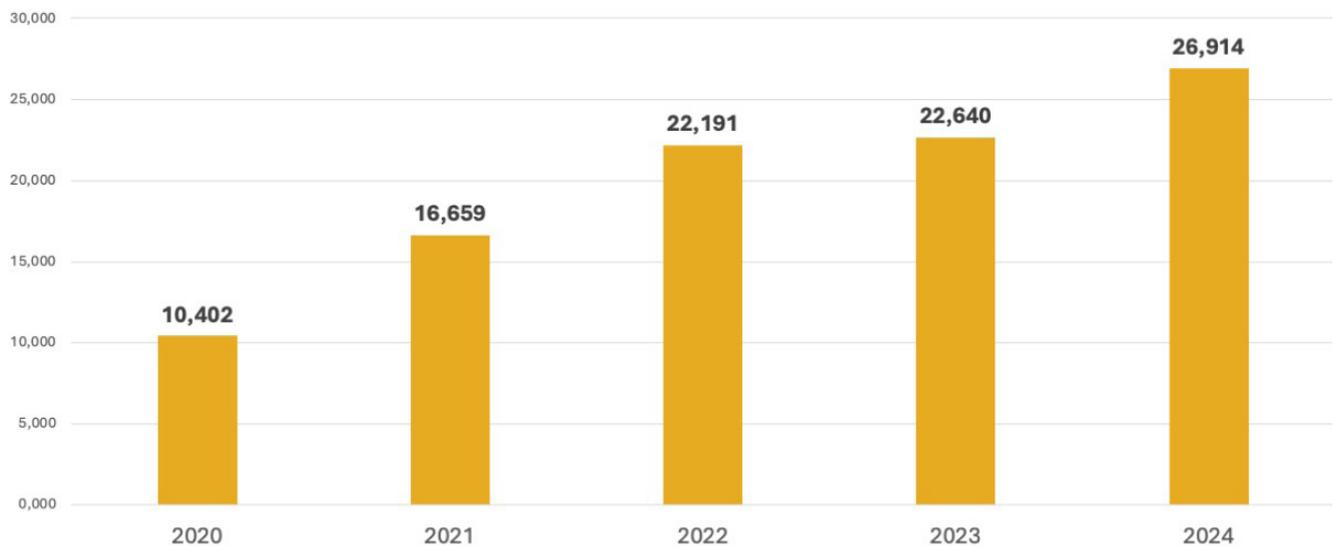
- Dados obtidos no SPC-(CNPJ) – Ano Base = 2023

- Pode, eventualmente, considerar vendas de outros produtos que não sejam Fertilizantes Especiais (produto acabado)

## Fertilizantes Especiais

Em 2024 o setor de Fertilizantes Especiais teve faturamento 18,9% superior ao obtido em 2023, principalmente em função do excelente desempenho dos “Fertilizantes Minerais Especiais” (+30,7%) e dos “Fertilizantes para Aplicação Via Folha” (+23,2%). Os segmentos de “Fertilizantes Organominerais” e de “Fertilizantes Orgânicos”, tiveram redução no faturamento. No período 2020/2024, o setor de Fertilizantes Especiais teve crescimento médio anual de 26,8%.

VENDAS DE FERTILIZANTES ESPECIAIS TODAS AS CATEGORIAS  
(FLUIDOS E SÓLIDOS EM BILHÕES DE REAIS)



### Vendas de Fertilizantes Especiais

24/23

CAGR (2020/2024)

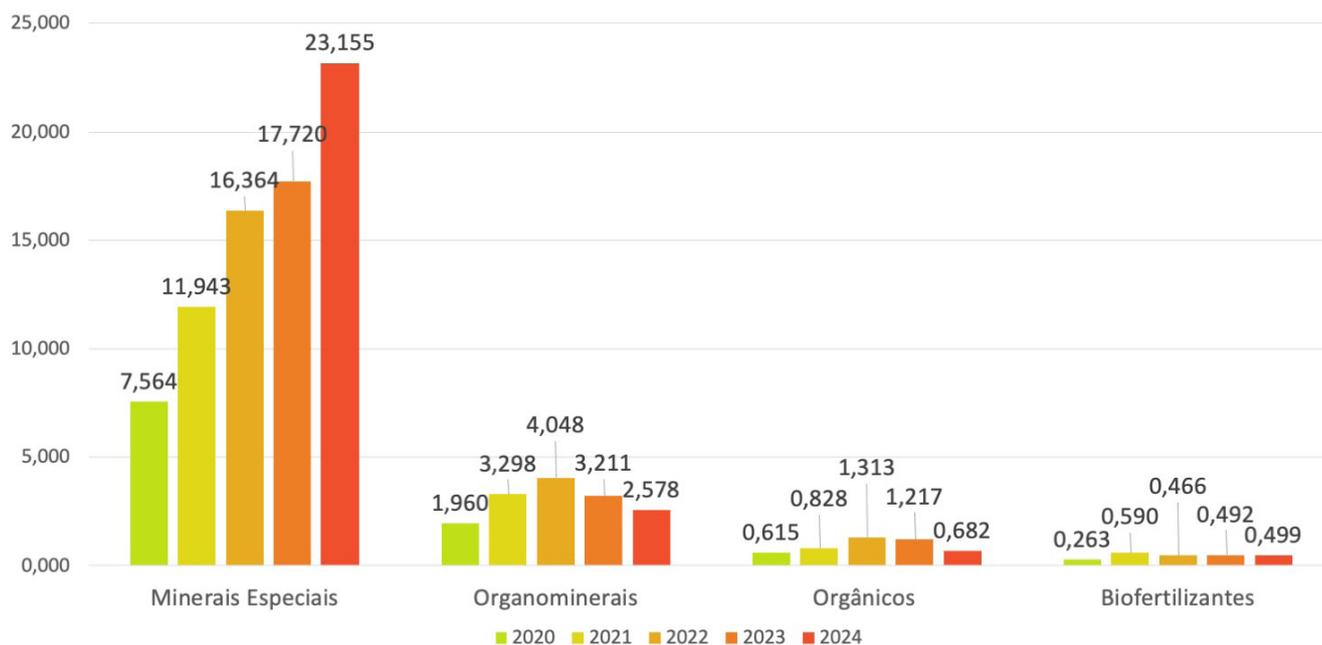
18,9%

26,8%

Quando analisadas as vendas por categoria de produtos, os Fertilizantes Minerais Especiais (fluidos e sólidos) lideraram o crescimento do setor, com vendas 30,7% superiores às do ano de 2023. Nas categorias “Organominerais” e “Orgânicos”, fluidos e sólidos, houve redução no faturamento. Os Biofertilizantes apresentaram pequeno crescimento. É importante observar que mesmo as categorias que apresentaram redução nas vendas em 2024 seguem apresentando crescimento médio anual, no período 2020/2024.

## Fertilizantes Especiais em 2024

VENDAS DE FERTILIZANTES ESPECIAIS – FLUIDOS E SÓLIDOS POR CATEGORIA EM BILHÕES DE REAIS

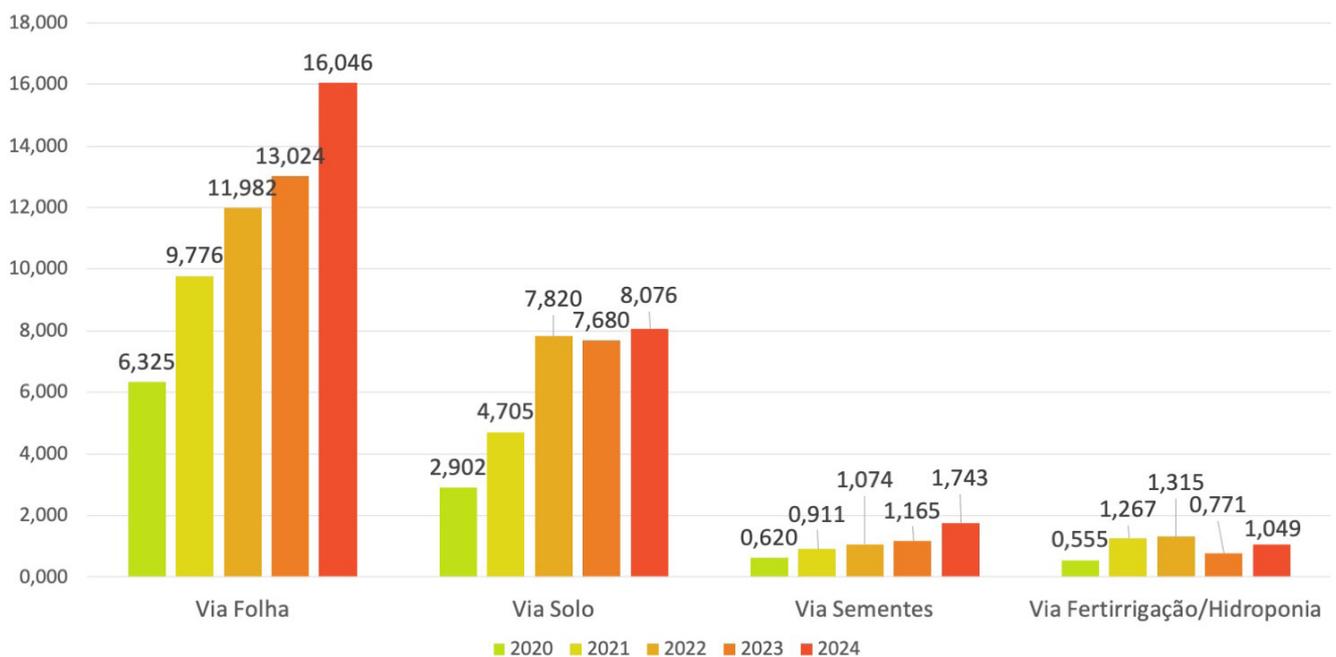


Vendas de Fertilizantes Especiais		
Categoria	24/23	CAGR (2020/2024)
Minerais Especiais	30,7%	32,3%
Organominerais	-19,7%	7,3%
Orgânicos	-44,0%	2,3%
Biofertilizantes	1,4%	16,6%

Os Fertilizantes Especiais para aplicação via sementes foram os que tiveram o maior crescimento percentual (+49,6%), seguidos pelos fertilizantes para aplicação via Fertirrigação/Hidroponia (+36,1%) e pelos fertilizantes para aplicação via folha (+23,2%). Este último, o de maior importância econômica neste recorte. Os fertilizantes especiais para aplicação via solo cresceram 5,2%.

## Fertilizantes Minerais Especiais

VENDAS DE FERTILIZANTES MINERAIS ESPECIAIS – FLUIDOS E SÓLIDOS POR MODO DE APLICAÇÃO EM BILHÕES DE REAIS

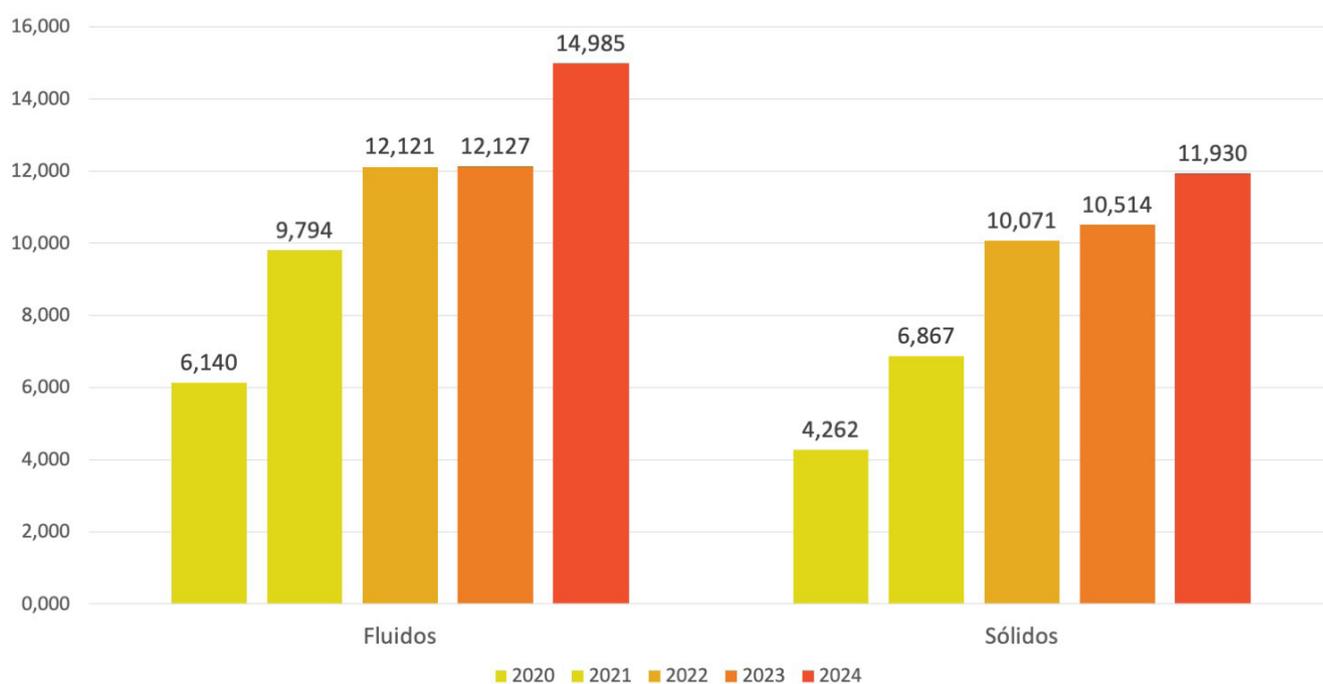


Vendas de Fertilizantes Especiais		
Modo de Aplicação	24/23	CAGR (2020/2024)
Via Folha	23,2%	26,2%
Via Solo	5,2%	29,2%
Via Sementes	49,6%	29,4%
Via Fertirrigação Hidroponia	36,1%	17,1%

Quando analisadas as vendas de Fertilizantes Especiais, de acordo com a sua característica física, os fertilizantes fluidos apresentaram o maior crescimento (+23,6%). Os fertilizantes sólidos cresceram 13,5%.

## Fertilizantes Especiais

VENDAS DE FERTILIZANTES ESPECIAIS  
POR CARACTERÍSTICA FÍSICA EM BILHÕES DE REAIS



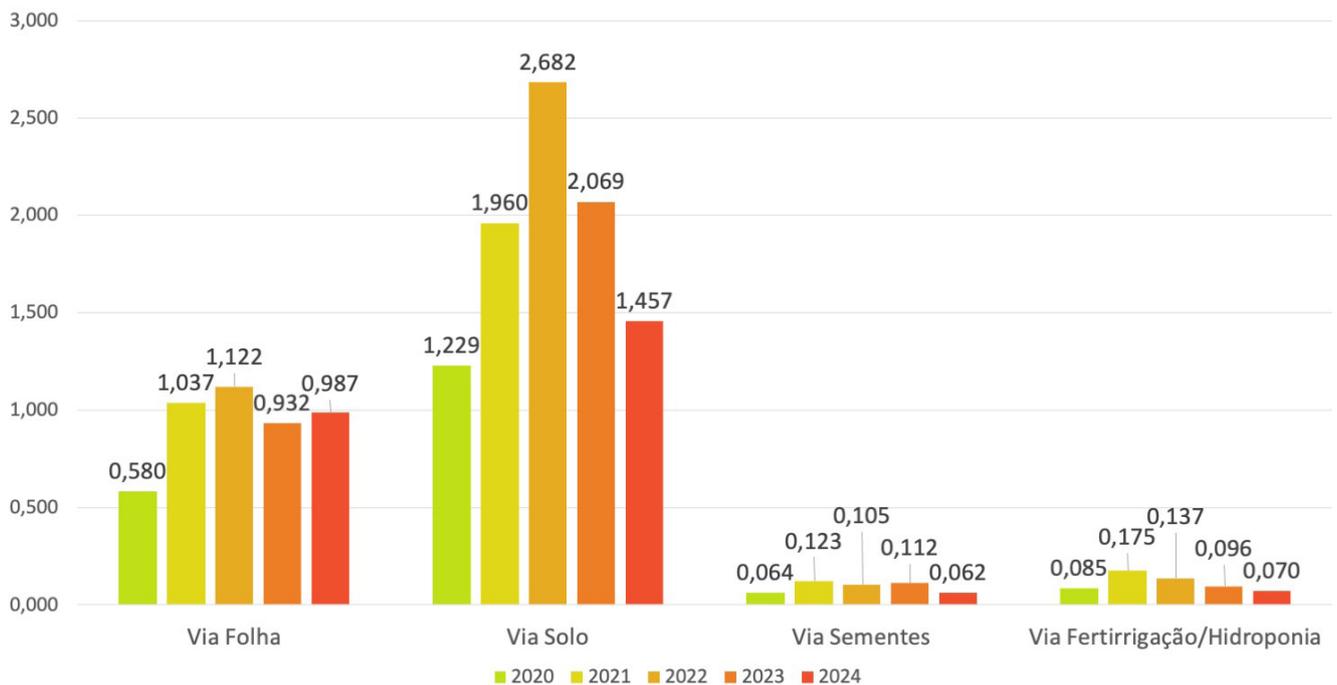
Vendas de Fertilizantes Orgânicos  
Fluidos e Sólidos

Característica Física	24/23	CAGR (2020/2024)
Fluidos	23,6%	24,9%
Sólidos	13,5%	29,4%

Na categoria “Fertilizantes Organominerais”, quando considerado o modo de aplicação dos produtos, apenas os para aplicação via folha apresentaram crescimento (+5,9%). Quando analisadas as vendas no período 2020/2024, o crescimento médio anual nos recorte “aplicação via folha” foi de 14,4% a.a.

## Fertilizantes Organominerais

VENDAS DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS – FLUIDOS E SÓLIDOS  
POR MODO DE APLICAÇÃO EM BILHÕES DE REAIS

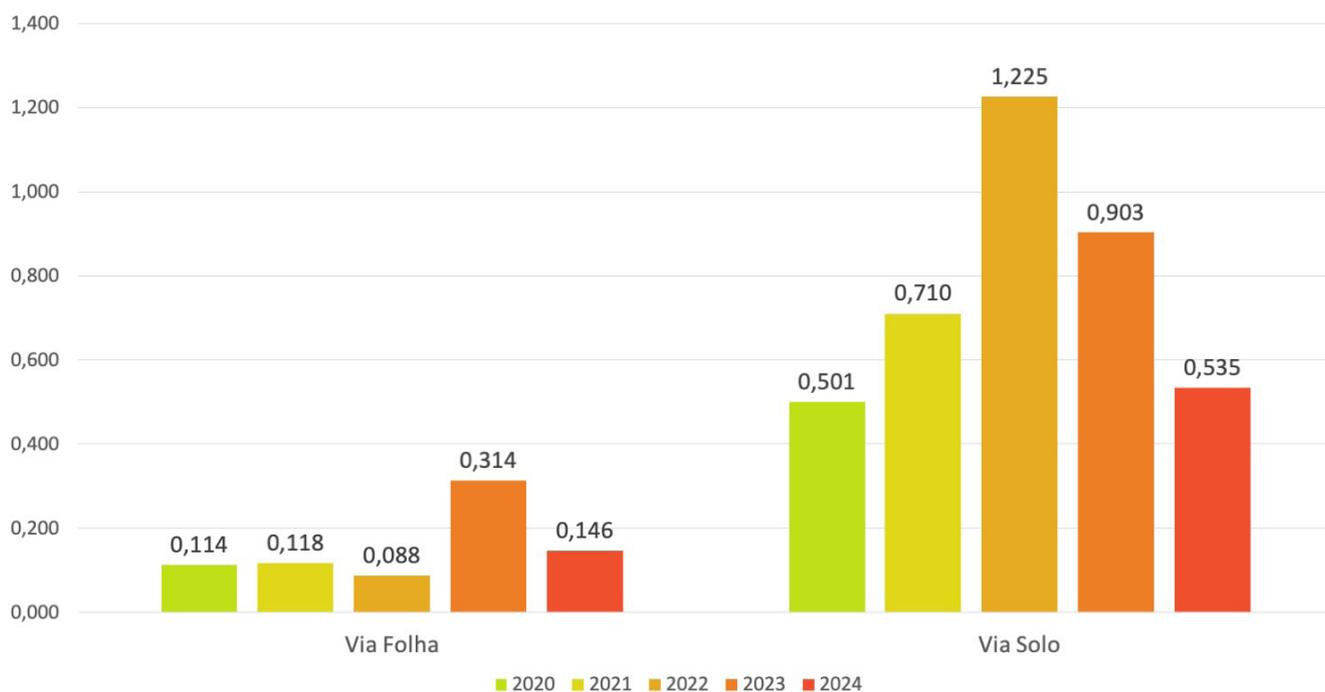


Vendas de Fertilizantes Organominerais Fluidos e Sólidos		
Modo de Aplicação	24/23	CAGR (2020/2024)
Via Folha	5,9%	14,4%
Via Solo	-29,6%	4,4%
Via Sementes	-44,6%	-
Via Fertirrigação Hidroponia	-27,1%	-

Na categoria “Fertilizantes Orgânicos”, quando considerados os modos de aplicação, nenhum recorte apresentou crescimento. Apesar disso, a categoria apresenta crescimento médio anual positivo quando analisado o período 2020/2024.

## Fertilizantes Orgânicos

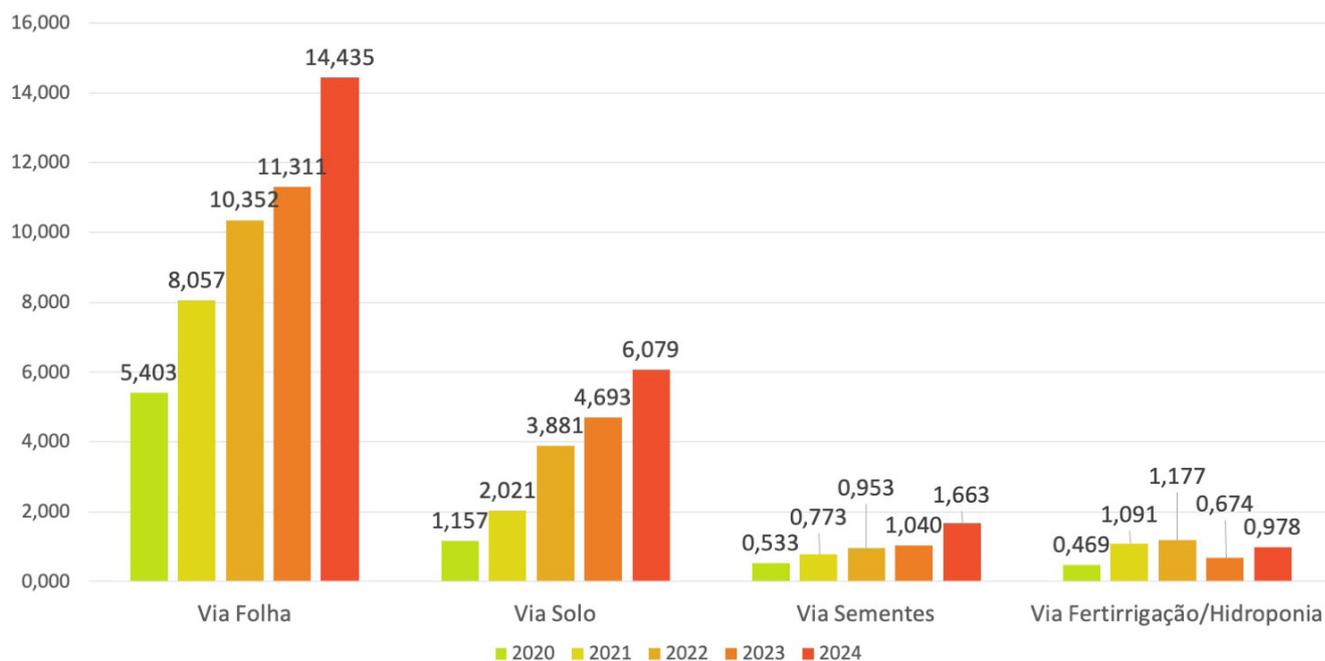
VENDAS DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS - FLUIDOS E SÓLIDOS  
POR MODO DE APLICAÇÃO EM BILHÕES DE REAIS



Vendas de Fertilizantes Orgânicos Fluidos e Sólidos		
Modo de Aplicação	24/23	CAGR (2020/2024)
Via Folha	-53,5%	6,2%
Via Solo	-40,8%	1,7%

Os Fertilizantes Minerais Especiais tiveram crescimento em todos os modos de aplicação. O maior crescimento percentual foi no segmento “aplicação via sementes” (+59,9%), seguido pelos fertilizantes para aplicação via fertirrigação/hidroponia (+45,1%). Os fertilizantes para aplicação via folha – que tem maior participação neste recorte, cresceram 27,6% em 2024, quando comparado com as vendas de 2023.

**VENDAS DE FERTILIZANTES MINERAIS ESPECIAIS  
POR MODO DE APLICAÇÃO EM BILHÕES DE REAIS**

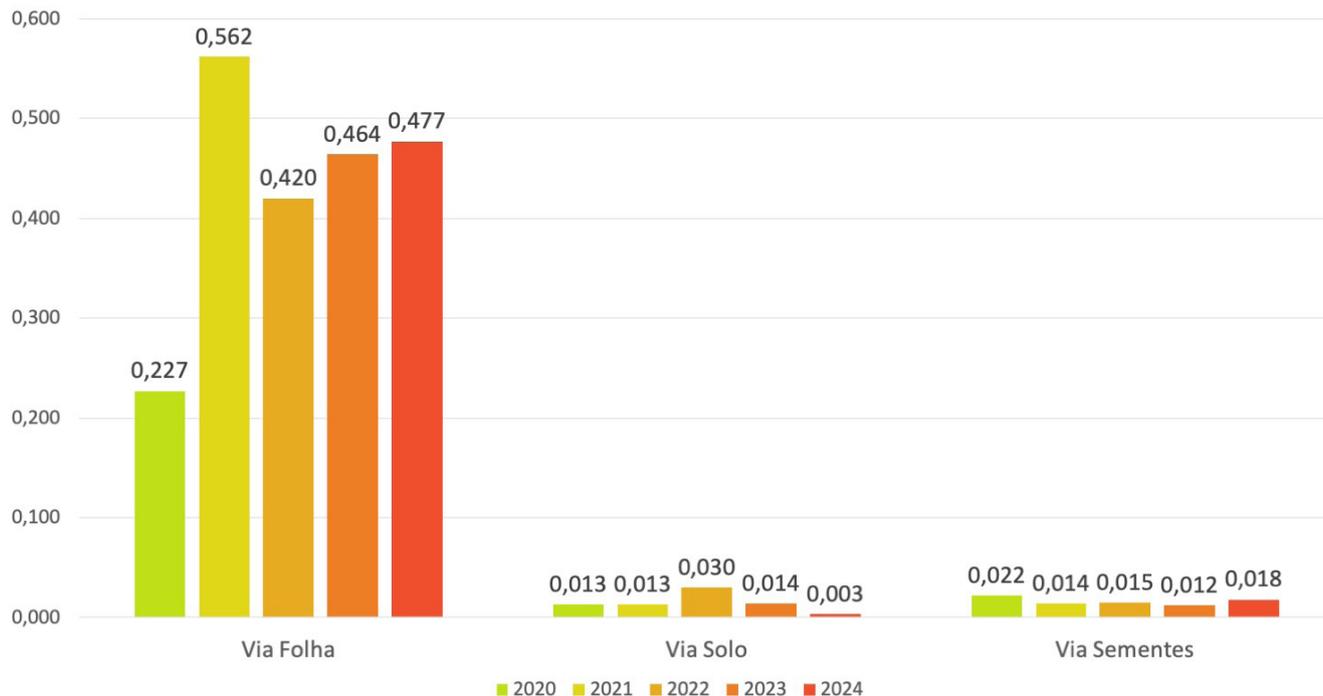


Vendas de Fertilizantes Minerais Especiais Fluidos e Sólidos		
Modo de Aplicação	24/23	CAGR (2020/2024)
Via Folha	27,6%	27,9%
Via Solo	29,5%	51,3%
Via Sementes	59,9%	32,7%
Via Fertirrigação Hidroponia	45,1%	20,3%

Os Biofertilizantes tiveram pequeno crescimento nas vendas em 2024, quando comparado com as de 2023 (+1,4%), sustentado principalmente pelo aumento das vendas dos biofertilizantes para aplicação via folha (+2,8%). As vendas de Biofertilizantes para aplicação via solo e via sementes, que tem pouca representatividade no total das vendas da categoria, tiveram redução no faturamento em 2024.

## Vendas de Biofertilizantes

VENDAS DE BIOFERTILIZANTES - FLUIDOS E SÓLIDOS  
POR MODO DE APLICAÇÃO EM BILHÕES DE REAIS



Vendas de Biofertilizantes Fluidos e Sólidos

Modo de Aplicação	24/23	CAGR (2020/2024)
Via Folha	2,8%	20,4%
Via Solo	-78,6%	-
Via Sementes	50,0%	-

Quando analisadas as vendas de Fertilizantes Especiais (todas as categorias) por Estado, em 2024, Minas Gerais, apesar de ter tido uma redução no consumo total, segue sendo o maior estado consumidor (18,2%), seguido por São Paulo e Mato Grosso, com 16,7% e 13,6% respectivamente. Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul e Espírito Santo tiveram aumento na sua participação em 2024, quando comparado com a de 2023.

## Vendas de Fertilizantes Especiais por Estado

VENDAS POR ESTADO					
ESTADO	2020	2021	2022	2023	2024
MG	15,4%	19,7%	19,7%	19,3%	18,2%
SP	18,6%	15,2%	16,4%	16,8%	16,7%
MT	15,2%	14,3%	13,5%	14,9%	13,6%
GO	9,0%	10,8%	10,9%	8,7%	9,3%
PR	13,0%	8,6%	9,4%	8,2%	9,1%
BA	6,1%	6,7%	6,0%	5,9%	5,5%
MS	4,9%	4,5%	4,6%	5,9%	5,4%
RS	5,6%	4,7%	4,6%	4,6%	5,2%
ES	2,0%	2,9%	2,6%	2,9%	4,1%
MA	1,2%	1,6%	1,3%	2,1%	1,9%
SC	1,1%	1,3%	1,1%	1,6%	1,8%
PA	1,3%	2,3%	2,0%	1,8%	1,8%
PE	2,0%	2,0%	1,7%	1,1%	1,6%
TO	1,1%	2,0%	1,7%	1,7%	1,6%
PI	0,8%	1,0%	1,0%	1,5%	1,2%
RO	0,8%	0,8%	1,0%	1,1%	0,9%
DF	0,3%	0,3%	0,8%	0,2%	0,3%
RN	0,3%	0,2%	0,2%	0,5%	0,6%
AM	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%
RJ	0,1%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%
AL	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%
RR	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%
CE	0,6%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
SE	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%
PB	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
AC	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%

- MG segue liderando o consumo de fertilizantes especiais, seguido por SP, MT, GO, PR, BA e RS.

- 9 Estados respondem por 87% do consumo.

A soja continua sendo o maior mercado consumidor de Fertilizantes Especiais (Todas as Categorias), apesar de ter tido uma participação menor em 2024. Os maiores aumentos de participação observados em 2024 foram nas culturas da Cana-de-Açúcar e nas Frutas. As hortaliças tiveram redução na sua participação.

## Vendas de Fertilizantes Especiais por Cultura

CULTURA	2021	2022	2023	2024
Soja	47,8%	36,2%	48,5%	44,1%
Milho	13,8%	14,8%	13,6%	13,2%
Hortaliças	9,6%	12,8%	9,7%	7,4%
Café	7,6%	11,0%	9,2%	9,6%
Cana-de-Açúcar	4,5%	5,3%	4,7%	9,3%
Frutas	5,0%	7,4%	4,1%	5,8%
Algodão	4,6%	4,3%	4,1%	3,6%
Outras	2,1%	2,3%	2,5%	2,4%
Reflorestamento	1,8%	1,8%	1,0%	1,1%
Trigo	1,2%	1,3%	0,8%	1,0%
Feijão	0,8%	1,1%	0,8%	1,0%
Pastagem	0,6%	0,9%	0,5%	0,7%
Arroz	0,3%	0,6%	0,3%	0,7%
Flores	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%

- Soja e Milho seguem sendo as culturas que mais consomem, apesar da redução na participação em 2024.
- Os maiores crescimentos em 2024 foram nas culturas da Cana-de-açúcar e nas Frutas.
- A participação do grupo “Hortaliças” reduziu significativamente.
- Importante: A redução na participação não significa necessariamente perda de faturamento.

Multiplicar  
no campo,

nutrindo  
vidas.



••• Departamento Comercial:

Av. Antônio Abrahão Caram, 820 conj. 503  
Bairro São José | CEP: 31275-000 - Belo Horizonte/MG  
Tel.: +55 (31) 3490-8500

📷 @multitecnica\_agro f in 📺 Multitécnica

**Multitécnica**

www.multitecnica.com.br

# Inovação e soluções de alta qualidade a serviço do agronegócio

Com ampla expertise técnica e um portfólio de excelência, na **MCassab** fornecemos soluções completas, da matéria-prima agrícola ao produto acabado:

- Antiespumantes
- Antioxidantes
- Adjuvantes Penetrantes
- Adjuvantes Multifuncionais
- Agentes Antideriva
- Agente Suspensor
- Agentes Quelantes
- Aminoácidos
- Dispersantes
- Biocidas
- Compatibilizantes de Calda
- Conservantes e Biocidas
- Emulsionantes
- Espalhantes Adesivos e Superespalhantes
- Óleos de Silicone
- Extrato de Algas Marinhas
- Macro e Micronutrientes
- Neutralizantes
- Nutrientes Quelatizados
- Regulador de ph
- Sílicas Pirogenicas
- Solventes
- Tensoativos
- Umectantes
- Vitaminas
- Extratos de Leveduras
- Peptonas
- Serviços de Terceirização de Produção
- Laboratório para Desenvolvimento e Análises

Explore nossas soluções  
completas escaneando  
o QR Code:



**MCassab** 

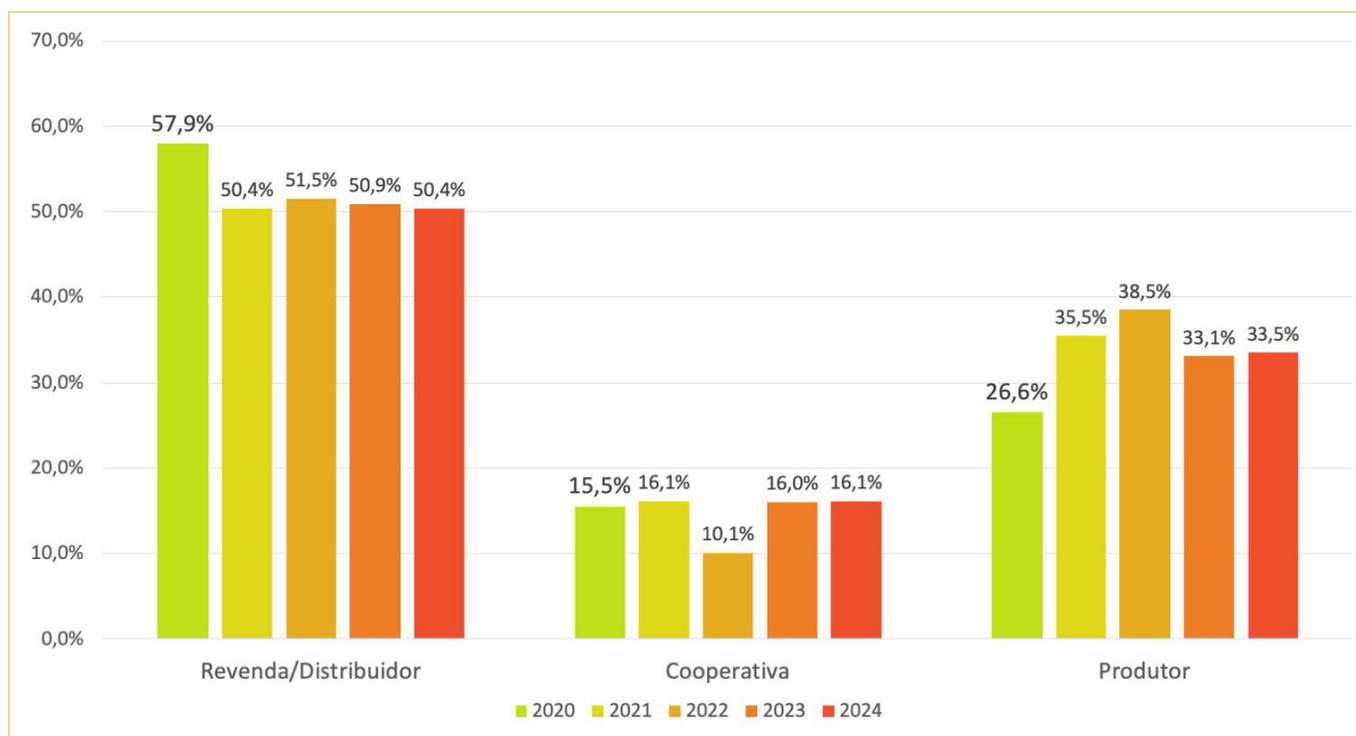
✉ [agribusiness@mcassab.com.br](mailto:agribusiness@mcassab.com.br)

☎ +55 11 9 5020-6076

🌐 [agribusiness.mcassab.com.br](http://agribusiness.mcassab.com.br)

As vendas de Fertilizantes Especiais (todas as categorias) por tipo de cliente, estatisticamente, não sofreram alteração em 2024. As vendas para Revenda/Distribuição representaram 50,4% do total; para Produtores 33,5% e para cooperativas 16,1%.

## Vendas de Fertilizantes Especiais Por Tipo de Cliente



# Há 25 anos transformando os mínimos detalhes nos maiores resultados.

O DNA da inovação e a busca pela excelência fazem parte da nossa história, que nutrimos dia a dia com a confiança de parceiros por todo o país.

Oferecer as melhores soluções para a sua lavoura é o que continuará nos movendo pelos próximos 25 anos.

Conte sempre com a gente.



**agrichem**  
alimente cada detalhe

**25**  
anos

[agrichem.com.br](http://agrichem.com.br)

[/agrichemdobrasil](https://www.linkedin.com/company/agrichemdobrasil)

[/agrichembrasil](https://www.facebook.com/agrichembrasil)

**UBYAGRO**  
GRUPO

# LADO A LADO, DE PONTA A PONTA.

*A UbyAgro é um grupo de empresas que tem o DNA do Campo. Caminhamos lado a lado com o produtor rural, oferecendo soluções que aliam inovação, tecnologia e sustentabilidade.*



**UBYFOL**  
Excelência em Nutrição Vegetal

 vitales

**BAUMINAS**  
Agro

INSTITUTO  
**ubyagro**

A nossa pesquisa também mediu a expectativa de investimento das empresas participantes da pesquisa em 2025.

## Intenção de investimentos da indústria

	Intenção de Investimento (R\$) em 2025	Percentual de Respondentes
1	Entre R\$ 100.000,00 e R\$ 500.000,00	22,22%
2	Entre R\$ 500.001,00 e R\$ 1.000.000,00	11,11%
3	Entre R\$ 5.000.001,00 e R\$ 10.000.000,00	25,00%
4	Entre R\$ 10.000.001,00 e R\$ 25.000.000,00	13,89%
5	Entre R\$ 50.000.001,00 e R\$ 75.000.000,00	2,78%
6	Entre R\$ 75.000.001,00 e R\$ 100.000.000,00	13,89%
7	Entre R\$ 100.000.001,00 e R\$ 250.000.000,00	2,78%
8	Entre R\$ 250.000.001,00 e R\$ 500.000.000,00	8,33%

• O objetivo foi identificar a intenção de investimento das empresas que responderam a pesquisa. O resultado pode não representar a intenção de investimento de todas as empresas do setor.

agrop<sup>®</sup> | Nossa cultura é  
**transformar o solo.**



Entre as empresas respondentes, a área de PD&I deverá receber investimentos em 94% das empresas. Mais de 70% das empresas respondentes devem investir na diversificação de portfólio e na modernização das instalações.

Área em que pretende investir em 2025	Sim	Não
Ampliação da capacidade produtiva (planta atual)	53%	47%
Ampliação do quadro de colaboradores	53%	47%
Aquisições	17%	83%
Diversificação de portfólio (novas categorias de produtos)	78%	22%
Modernização das instalações	75%	25%
Nova planta fabril	31%	69%
PD&I	94%	6%

• O objetivo foi identificar a intenção de investimento das empresas que responderam a pesquisa. O resultado pode não representar a intenção de investimento de todas as empresas do setor.

Os investimentos em Fertilizantes Minerais Especiais apareceram em 31 citações, em Fertilizantes Organominerais em 26, em Biodefensivos 24 e em Biofertilizantes 21.

Categorias de produto que pretende investir em 2025	Sólidos	Fluidos
Adjuvantes	3	10
Biodefensivos	8	16
Biofertilizantes	6	15
Condicionadores de Solo de Base Orgânica	1	4
Condicionadores de Solo de Base Biológica	3	4
Fertilizantes Minerais Especiais	14	17
Fertilizantes Orgânicos	6	6
Fertilizantes Organominerais	10	16
Inoculantes	2	9
Insumos biológicos para solubilização de nutrientes	4	10

• O objetivo foi identificar a intenção de investimento das empresas que responderam a pesquisa. O resultado pode não representar a intenção de investimento de todas as empresas do setor.

A expectativa do setor, demonstrada pelos executivos da indústria na nossa pesquisa realizada em fevereiro/24, era de crescimento médio de 13%. O ano fechou com crescimento de 18,9% na média de todas as categorias.

## Expectativa para as vendas de Fertilizantes Especiais em 2025

CATEGORIA DE PRODUTOS	%
Biofertilizantes Fluidos	+12%
Minerais Especiais Fluidos	+17%
Minerais Especiais Sólidos	+15%
Orgânicos Sólidos	+35%
Organominerais Fluidos	+21%
Organominerais Sólidos	+22%

- O objetivo foi identificar a intenção de investimento das empresas que responderam a pesquisa. O resultado pode não representar a intenção de investimento de todas as empresas do setor.

## INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E PRODUTIVIDADE EM UM SÓ PORTFÓLIO



Fale  
Conosco

[brasilquimica.com.br](http://brasilquimica.com.br)

**BRQ**  
brasilquímica

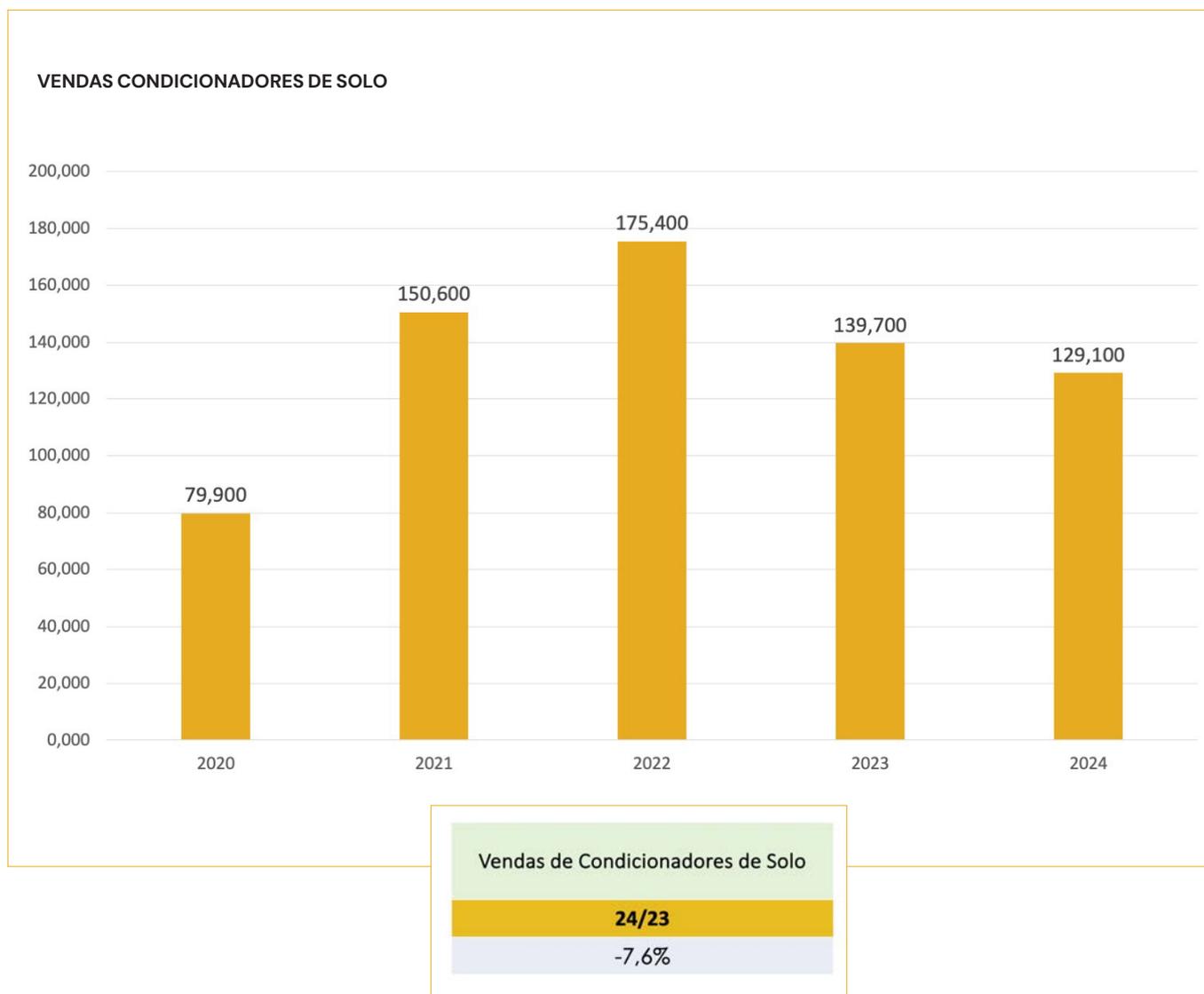
**30** ANOS

Nós alimentamos  
o mundo

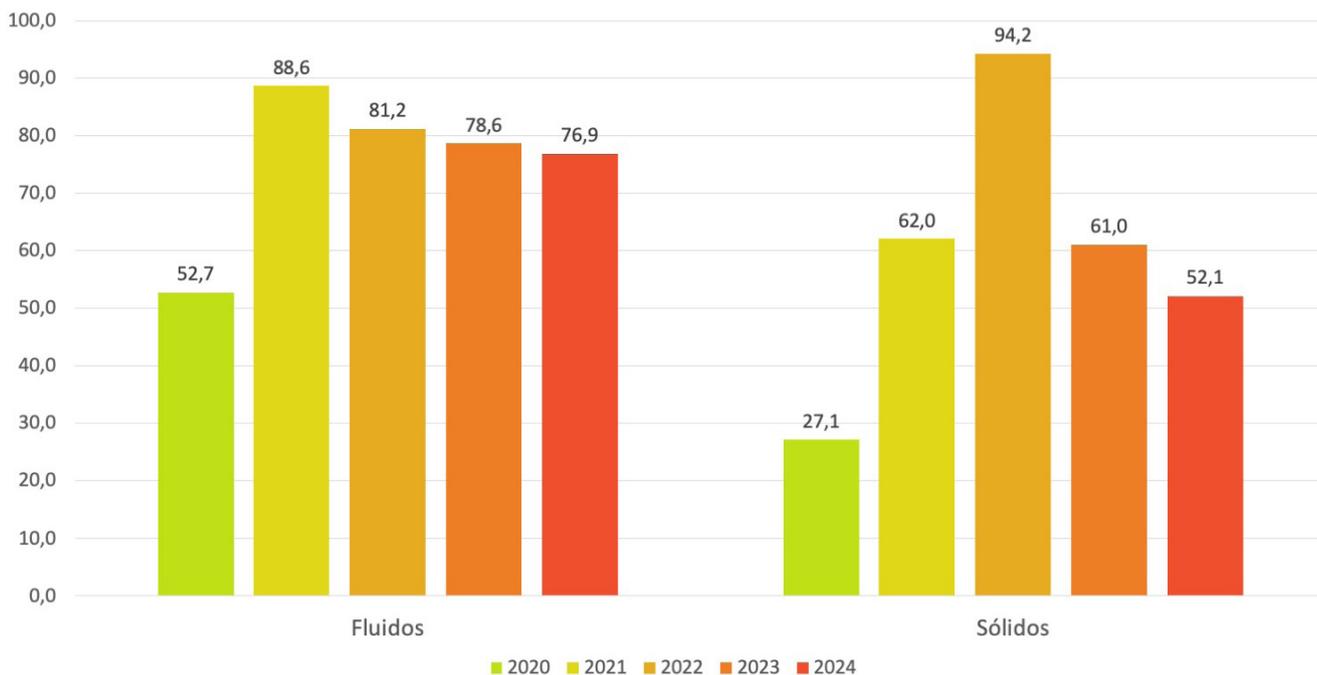
## O mercado brasileiro de Condicionadores de Solo em 2024

Os condicionadores de solo de base orgânica apresentaram redução de 7,6% no faturamento em 2024, quando comparado ao de 2023. Os fluidos tiveram redução de 2,2% e os sólidos de 14,6%. Os Condicionadores de Solo “Classe A” tiveram redução de 5,3% e os da “Classe F”, de 10,4%.

### Vendas de Condicionadores de Solo



VENDAS CONDICIONADORES DE SOLO POR CARACTERÍSTICA FÍSICA



Vendas de Condicionadores de Solo	
Característica Física	24/23
Fluidos	-2,2%
Sólidos	-14,6%
Média	-7,6%



**CONEXÃO  
ABISOLO**

FÓRUM DE FERTILIZANTES DE MATRIZ ORGÂNICA  
+  
SIMPÓSIO DE BIOFERTILIZANTES

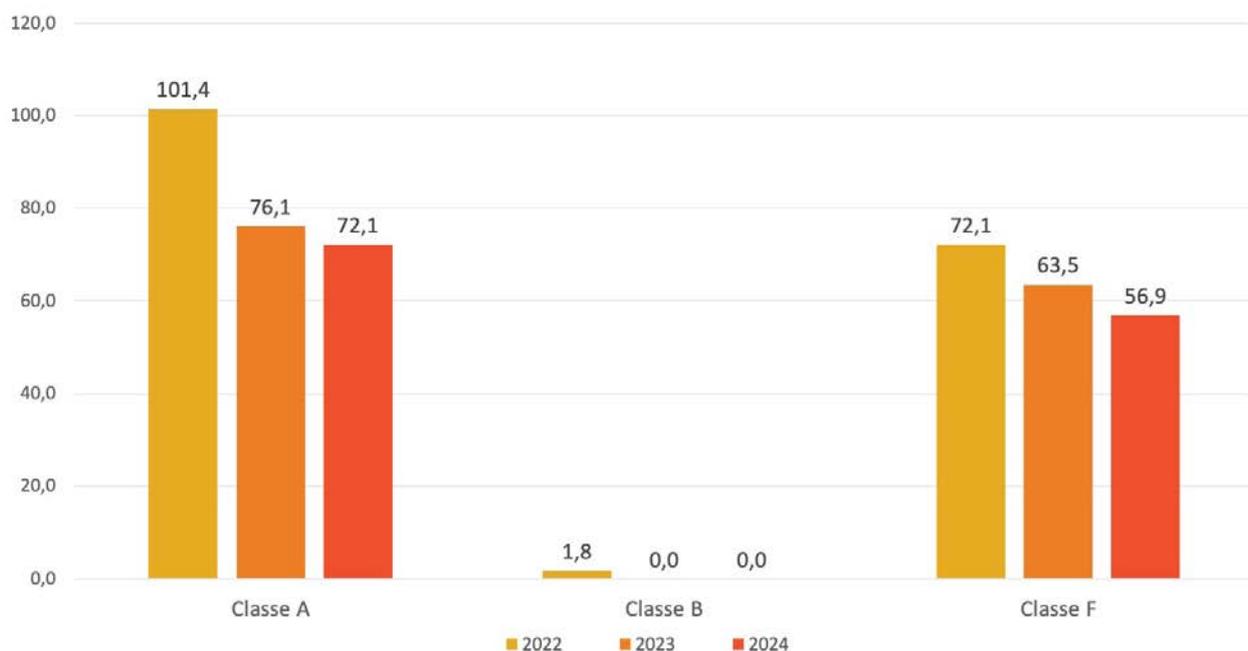
**SUBMETA SEU TRABALHO  
GANHE VISIBILIDADE**

E CONCORRA A  
**R\$ 5.000\***



\*VER AS REGRAS DO SIMPÓSIO

## Vendas de Condicionadores de Solo – Por Classe de Produto



Vendas de Condicionadores de Solo

Classe	24/23
Classe A	-5,3%
Classe B	0,0%
Classe F	-10,4%

## Vendas de Condicionadores de Solo – Por Cultura

VENDAS POR CULTURA				
CULTURA	2021	2022	2023	2024
Soja	7,6%	5,3%	27,1%	8,0%
Milho	16,4%	5,9%	1,9%	2,6%
Hortaliças	6,2%	0,8%	16,5%	19,1%
Café	19,7%	31,1%	13,9%	23,3%
Cana-de-Açúcar	14,2%	20,6%	20,2%	11,0%
Frutas	25,6%	2,4%	19,1%	35,4%
Algodão	0,0%	24,9%	0,7%	0,1%
Outras	0,0%	0,1%	0,3%	0,3%
Trigo	6,9%	8,2%	0,1%	0,0%
Feijão	0,2%	0,1%	0,0%	0,2%
Pastagem	1,9%	0,1%	0,0%	0,0%
Arroz	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Flores	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%

- As Frutas, o Café e as Hortaliças foram os maiores consumidores em 2024.
- A Soja e a Cana-de-açúcar tiveram a maior redução.

## Vendas de Condicionadores de Solo – Por Estado

VENDAS POR ESTADO	
SP	39,2%
MG	18,7%
ES	12,3%
BA	7,7%
PR	3,5%
PE	2,9%
GO	2,7%
MS	2,6%
RS	2,2%
RJ	2,0%
MT	1,5%
DF	1,5%
SE	0,8%
MA	0,4%
SC	0,3%
PI	0,3%
RN	0,3%
AM	0,3%
PA	0,2%
TO	0,2%
RO	0,2%
AL	0,1%
PB	0,1%

SP, MG E ES foram os maiores consumidores em 2024.

QUER MELHORAR  
O **POTENCIAL**  
**PRODUTIVO** DA  
SUA LAVOURA?



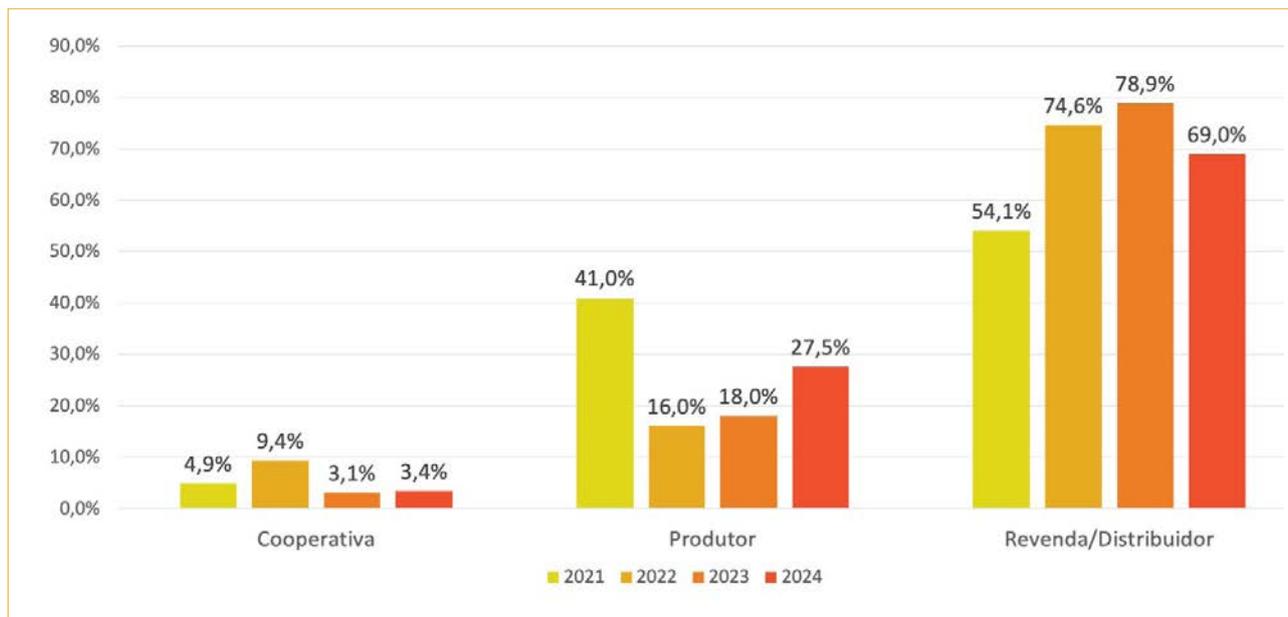
FALE COM QUEM MAIS  
ENTENDE DE **NUTRIÇÃO**  
**DE PLANTAS**, FALE COM  
A **DE SANGOSSE!**

**DE SANGOSSE** 



A participação das Cooperativas e dos Produtores nas vendas de condicionadores de solo aumentaram, enquanto as vendas para Revendas/Distribuidores, diminuíram.

## Vendas de Condicionadores de Solo – Tipo de Cliente



Na pesquisa, identificamos que 5 empresas pretendem investir na categoria “Condicionadores de Solo de Base Orgânica” e 7 empresas na de “Condicionadores de Solo de Base Biológica”.

A pesquisa também identificou que os executivos das indústrias que atuam nesta categoria de produtos esperam uma recuperação nas vendas em 2025 – de 18% nos Condicionadores Fluidos e 2% nos Sólidos.

# MATÉRIAS-PRIMAS

B2B

Em cooperação com a Khumic Group, apresentamos ao mercado brasileiro as matérias-primas que já estão disponíveis em nosso portfólio de produtos:

**Aminoácidos, extrato de alga, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos.**

**HUMIKEY-100**

**HUMIKEY E PLUS**

**SEAWORK**

**FULVIKEY-Max**

**CROPMIX-80**

Para maiores informações e condições comerciais:

 **+55 (16) 99202-6508**



 **Biocross**  
Nutrindo o futuro

 **Khumic**

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

## O mercado brasileiro de Substratos para plantas em 2024

O faturamento do setor de Substratos para Plantas cresceu 8,0% em 2024, quando comparado ao de 2023. O crescimento se deve, principalmente, ao aumento no volume vendido – 750.000 metros cúbicos em 2024, contra 715.000 em 2023.

### Vendas de Substratos para plantas





A região Sudeste segue sendo a maior consumidora, seguida pela região Sul e região Nordeste. A Região Sudeste foi responsável por mais da metade das vendas. Houve crescimento na Região Centro-Oeste.

Hortaliças, Frutas e Flores responderam por 51,0% do volume vendido em 2024. Florestais e Tabaco responderam por 21,0% e 12,0%, respectivamente. Hortaliças, Frutas e Flores são os maiores consumidores.



VENDAS POR REGIÃO		
REGIÃO	2023	2024
Sudeste	51,5%	53,5%
Sul	25,7%	23,2%
Nordeste	12,6%	12,7%
Centro-Oeste	8,0%	8,6%
Norte	2,2%	2,0%

VENDAS POR CULTURA	2024
Hortaliças, Frutas e Flores	51,0%
Florestais	21,0%
Tabaco	12,0%
Outras	16,0%

Não houve alteração significativa no mix de vendas por tipo de cliente. As vendas diretas para produtores e para produtores de mudas predominam e em 2024 representaram 81,4% do total vendido.



## Nutrição gota a gota para a sua cultura

MAP purificado 12-61-00 de alta solubilidade em água, ideal para fertirrigação e aplicações foliares, proporcionando máxima absorção e ótimo desempenho na lavoura, seja para hortifrúti, flores ou culturas como soja, algodão e café.

Somos o maior produtor mundial de fertilizantes fosfatados, com soluções para solos mais saudáveis e cultivos sustentáveis.



Potencialize a sua produtividade com **NUTRIDROP**®.

Conheça mais  
sobre a solução:

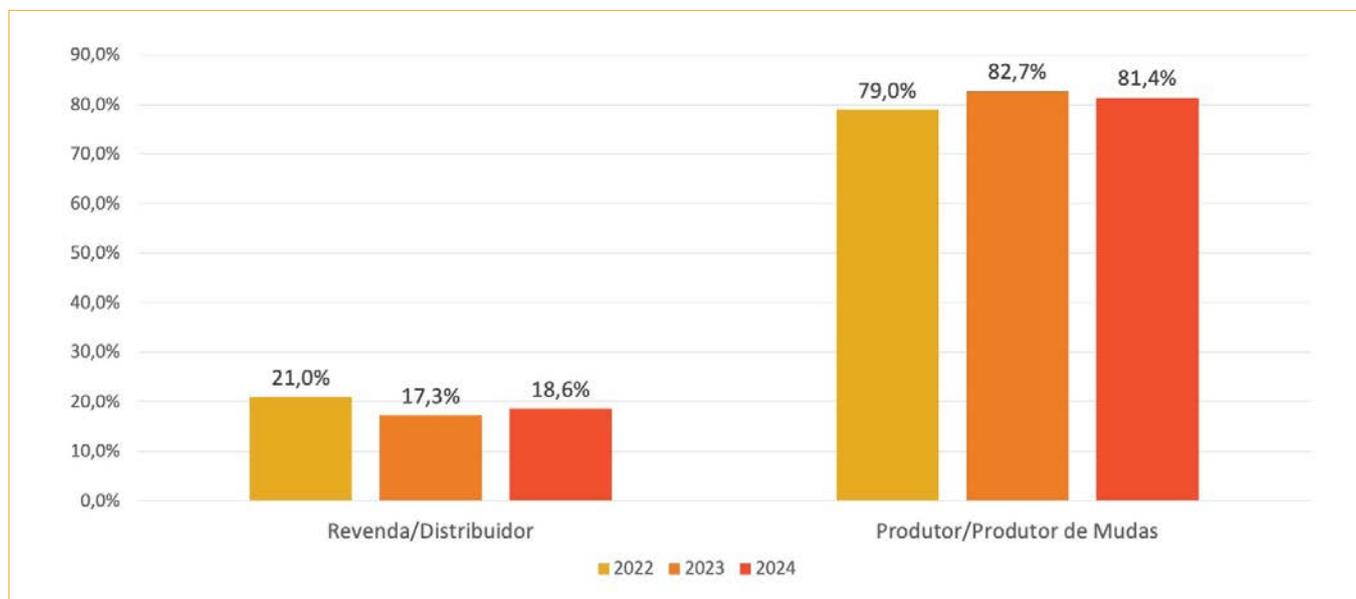
(11) 2663-8200  
contato@ocpbr.com.br



**OCP**

Brasil

## Vendas de Substratos para Plantas – Por Tipo de Cliente



A expectativa para 2025, segundo os executivos desta indústria, é de crescimento de 8,8% no faturamento.

### Expectativa de Crescimento para 2025

Substratos para Plantas	8,8%
-------------------------	------

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração deste relatório de inteligência de mercado: Kleber Nichi e Luciana Bozzi (Equipe Executiva Abisolo); Tamy Sasano de Paula (Kynetec), Mário Silvestri (Campos Consultores); Roberto Levrero, Gustavo Branco e Anderson Schaeffer (Conselho Deliberativo Abisolo) - que colaboraram no processo de validação dos resultados e, principalmente, às empresas associadas que participaram da pesquisa.

# Guia de mercado

05

## Líder global em soluções agrícolas sustentáveis

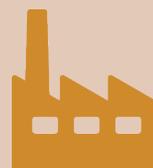
A UPL oferece ao produtor rural a plataforma NPP® (Natural Plant Protection), dedicada a biossoluções com foco em biofertilizantes, nutrição vegetal e biocontrole. Com presença global, a NPP conta com uma robusta rede de pesquisa e desenvolvimento para garantir inovação e alto desempenho no campo.



**Presença ativa em 138 países ao redor do mundo**



**7 laboratórios de pesquisa e desenvolvimento**



**10 fábricas**



**7 estações de pesquisa globais**



**9 estações de pesquisa no Brasil**

# Como consultar o guia de mercado

Em sua 11ª Edição, o Guia do Mercado Abisolo é uma valiosa fonte de consulta, composto por empresas produtoras e importadoras da Indústria de Tecnologia em Nutrição Vegetal que participaram da pesquisa de mercado, as empresas associadas Abisolo e os anunciantes.

## Podemos detalhar em duas partes:



1

1. As empresas com destaque especial no Guia de Mercado são anunciantes do Anuário.

2

2. Empresas com este selo são associadas da Abisolo. Confira como obter o seu no site da Associação!

**Não encontrou sua empresa?  
Deseja atualizar suas informações?**

**Envie seus dados atualizados  
por e-mail:  
contato@abisolo.com.br**

# A



## A2G CORRETORA DE SEGUROS

R. PEDRO NOEL, 32 – JD. DAS ACÁCIAS  
CEP 04703-030 SAO PAULO / SP  
www.a2gseguros.com.br  
(11) 3628-8108

## AGROCERES BINOVA

R. JOSEPHINA B. FIACADORI, 34 -  
DIS. IND. JOSÉ MARINCEK  
CEP 14680-000 JARDINOPOLIS / SP  
www.agroceresbinova.com.br  
(16) 3615-8011



## AGROCETE

R. ANA SCREMIM, 800 - CARA-CARA  
CEP 84043-465 PONTA GROSSA/PR  
www.agrocete.com.br  
(42) 3228-1229



## ABSOLUTA NUTRIÇÃO VEGETAL

R. LAUDICERIO MENDES DE OLIVEIRA, 17  
CEP 15155-000 JACI / SP  
www.absolutafertil.com.br  
(17) 9 9680-7878



## AGROCOMERCIAL WISER

AV. DEP. OSWALDO DE MORAES E SILVA, 55  
GLP 4 - VILA MARY -  
CEP 09991-190 DIADEMA / SP  
www.agrowiser.com.br  
(11) 4044-4300



## ACADIAN

R. GUSTAVO ARMBRUST, 36 - NOVA CAMPINAS  
CEP 13092-106 CAMPINAS / SP  
www.acadianseaplants.com  
(11) 99808-8405



## AGROPLANTA

ROD. CANDIDO PORTINARI, KM 349,5  
CEP 14315-800 BATATAIS / SP  
www.agroplanta.com.br  
(16) 3600-6500



## AGRICHEM DO BRASIL

R. URUGUAI, 1876 - PQ. IND. QUITO JUNQUEIRA  
CEP 14075-330 RIBEIRAO PRETO / SP  
www.agrichem.com.br  
(16) 3969-9122



## AJINOMOTO DO BRASIL

R. VERGUEIRO, 1737 - VILA MARIANA  
CEP 04.101-000 SAO PAULO / SP  
www.ajinomotofertilizantes.com.br  
(11) 5080-6700



## AGROCP

AV. CAIO DE BRITO, 1505 - SANTANA  
CEP 37190-000 TRÊS PONTAS/MG  
www.agrocp.agr.br  
(35) 3265 3227



## ALLPLANT

AV. MARIO DE OLIVEIRA, 800 - DIST. IND. II  
CEP 14781-160 BARRETOS / SP  
www.allplant.com.br  
(17) 3323-8393





### ALLTECH CROP SCIENCE

AV. ADV. HORÁCIO R. FILHO, 4660 - CJ 1605, Z10  
CEP 87030-405 MARINGÁ / PR  
www.alltech.com  
(44) 3123-9500



### ANDERMATT DO BRASIL

AV. ANITA GARIBALDI, 850 - SL 110  
CEP 80540-400 CURITIBA / PR  
www.andermattdobrasil.com.br  
(41) 3114-9090



### ANGEL YEAST

RUA BELA CINTRA, 768 - CJ 113 - CONSOLAÇÃO  
CEP 01415-002 SÃO PAULO / SP  
http://en.angelyeast.com  
(31) 9 9598-0227



### ALTERRA BIOSOLUÇÕES AGRÍCOLAS

RUA PASTOR FLORIANO JOSÉ PEREIRA, 100  
- COND. IND. DUAS BARRAS  
CEP 13481-178 - LIMEIRA/SP  
www.allterraagro.com.br  
(19) 3404-6580 | (37) 3223-2182



### ALTERNATIVA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL LTDA

AV. ENG RONALDO ALGODOAL  
GUEDES PEREIRA, 315 - D. IND.  
CEP 13849-210 MOGI GUAÇU / SP  
www.alternativaagricola.com.br  
(19) 3861-6300



### APEX AGRO

R. CARLOS PEDROSO DA SILVEIRA, 128 -  
MACUCO - CEP 13279-394 VALINHOS / SP  
www.apexagro.com.br  
(19) 3869-2898



### AQUA DO BRASIL

R. BATALHA DO RIACHUELO, 7500  
CD. IND. BURU - GALPÃO 02,03,04 e 05 - D. I. LAGEADO  
CEP 13329-360 SALTO/SP  
www.aquab2b.com.br  
(11) 4021-0838



### AMAZON AGROSCIENCES

AV. ITALO PAINO, 170 - JD. HIKARE  
CEP 13564-610 SÃO CARLOS / SP  
www.amazonagrosciences.com.br  
(16) 3415-7970

### AMBIOS FERTILIZANTES

RODOVIA MT 469, n° KM 01, ZONA RURAL  
CEP 78816-000 JUSCIMEIRA / MT  
www.ambiosagro.com.br  
(65) 99844-3204



### ARKO FERTILIZANTES

RODOVIA MG-190, SN - ZONA RURAL  
CEP 38190-000 SACRAMENTO / MG  
www.arkofertilizantes.com.br  
(34) 3338-0784



### AXIHUM

FAZENDA RECREIO, S/N, CX P. 49, DIS. DE TAQUARAL  
CEP 14833-899 RINCÃO / SP  
www.axihum.com.br  
(16) 3395-9500

### AMVAC DO BRASIL

R. PROF. ANA RAMOS DE CARVALHO, 619 -  
N. JABOTICABAL  
CEP 14887-038 JABOTICABAL/SP  
www.amvacdobrasil.com.br  
(16) 3204-1176



# B

## BALLAGRO

ESTRADA MUN. CARLOS GEBIM, 2353  
LARANJA AZEDA  
CEP 12955-405 BOM JESUS DOS PERDOES / SP  
www.ballagro.com.br  
(11) 4217-1208



## BB QUÍMICA

AV. ALBERTO SOARES SAMPAIO, 1240  
BAIRRO CAPUAVA  
CEP 09380-000 MAUÁ/SP  
www.bbquimica.com.br  
(11) 3612-5600

## BEILAB

BR 470, KM 223,3 - INTEGRAÇÃO  
CEP 95720-000 GARIBALDI / RS  
https://beigrupo.com  
(54) 3388-9050



## BIOATLANTIS

RUA ITAPICURU, 369 - CJ 1808  
PERDIZES SÃO PAULO / SP  
www.bioatlantis.com  
(11) 91973-0072



## BIOCROSS DO BRASIL

R. MANOEL FERNANDES, 170 - DISTRITO IND  
CEP 15910-000 MONTE ALTO/SP  
www.biocross.com.br  
(16) 3242-3226



## BIOIBÉRICA

RUA DOS CAIGANGUES 1222 - DISSENHA  
CEP 85691-410 PALMAS/PR  
https://www.bioiberica.com/es  
(46) 3262 4723

## BIOLCHIM DO BRASIL

AV. IRAI, 79 - CONJ.51/55 TORRE A - MOEMA  
CEP 04082-000 SAO PAULO / SP  
www.biolchim.com.br  
(11) 2589-9335



## BIOPLANTA

ESTRADA LINHA 01-A, S/N -  
DIS. IND. ATÍLIO FONTANA  
CEP 78455-000 LUCAS DO RIO VERDE / MT  
www.bioplanta.com.br  
(65) 3549-8947



## BIOTROP

RUA EMÍLIO ROMANINI, 1150 -  
CID. IND. DE CURITIBA  
CEP 81460-020 CURITIBA / PR  
https://biotrop.com.br  
(41) 3099-7300



## BORREGAARD BRASIL

RUA TITO, 678 - CONJ. 308 - VILA ROMANA  
CEP 05051-000 SÃO PAULO / SP  
www.borregaard.com  
(11) 3674-9500



## BRANDT BRASIL

AV. JOSÉ BONIFÁCIO, 3800 - VILA ATALAIA  
CEP 86181-570 CAMBÉ / PR  
www.brandtbrasil.com  
(43) 3345-2323

**BRASFERTIL FERTILIZANTES**  
ESTRADA BEJUN, 464 - ZONA RURAL  
CEP 86815-899 APUCARANA / PR  
www.brasfertil.agr.br  
(43) 3122-2240



**BRQ BRASILQUÍMICA**

R. DUQUE DE CAXIAS, 2030 – BELA VISTA  
CEP 14300-326 BATATAIS / SP  
www.brasilquimica.com.br  
(16) 3660-6722

**BRASOXIDOS**  
AV. PAPA JOÃO XXIII, 2880 - B. SERTÃOZINHO  
CEP 09370-800 MAUA / SP  
www.brasoxidos.com.br  
(11) 4546-8080



**BRENNTAG QUÍMICA BRASIL LTDA**

R. GOMES DE CARVALHO, 1996, 25º AND. -  
VILA OLÍMPIA  
CEP 04547-006 SÃO PAULO/SP  
www.brenntag.com/pt-br/  
(11) 5545-2100

**C**

**CAFÉ BRASIL IND. COM. IMP. E EXPO. S.A**  
AV. ALBERTO VIEIRA ROMÃO, 365 -  
DIST. IND. ALFENAS / MG  
www.cafebrasil.ind.br  
(35) 3292-3377



**CAMPO FORTE**  
V DE ACESSO ADAO AFONSO COSTA KM 7 +600  
CEP 16430-000 GUAÍÇARA / SP  
https://campoforte.com/



**CAROLINA SOIL**  
R. VICTOR BAUMHARDT, 1865 - D. CARLOTA  
CEP 96842-500 SANTA CRUZ DO SUL / RS  
www.carolinasoil.com.br  
(51) 3711-7740



**CISBRAFOL**  
ROD. BR 020, KM 62 VIA SECUNDÁRIA  
2 LOT. DAIF, S/N  
CEP 73901-970 FORMOSA / GO  
www.cisbrafol.com.br  
(61) 3632-2830



**CJ DO BRASIL**  
EST. PROF. MESSÍAS JOSÉ BAPTISTA, 2651 -  
ITAPERÚ  
CEP 13432-700 PIRACICABA / SP  
www.cjbio.net  
(19) 3052-9779



**CJ SELECTA PLANT NUTRITION**  
AV. RONDON PACHECO, 4.600 -  
ED. UB. BUS. TOWER 28ºAND.– SL.281  
CEP 38405-142 UBERLÂNDIA / MG  
www.cjselecta.com.br  
(34) 2512-7094



**CROMO INDÚSTRIA QUÍMICA S.A**  
ROD. ERS 129 - ROD. TRANSANTARITA, 4731  
PAVILHÃO 7 E 8 – L. SANTA RITA  
CEP 95880-000 ESTRELA / RS  
www.cromo.ind.br  
(51) 99977-4717



# D

**DE SANGOSSE**



## DE SANGOSSE

AV. RICARDO EIK MENDES BORGES, 5800 - Z. IND.  
CEP 86200-000 IBIPORÃ / PR  
[www.desangosse.com.br](http://www.desangosse.com.br)  
(43) 3178-1900

**DominiSolo**

## DOMINISOLO BIOFERTILIZANTES

PR 090 KM 05, S/N, P.Q. IND. NENÊ FAVORETTO  
IBIPORÃ / PR  
[www.dominisolo.com.br](http://www.dominisolo.com.br)  
(43) 3178-2150

# E

## ECOSOLUÇÃO

RODOVIA VICINAL OSCAR PEREIRA DIAS S/N  
CEP 13832-370 SANTO ANTONIO DE POSSE / SP  
[www.ecosolucao.com.br](http://www.ecosolucao.com.br)  
(19) 3896-3117



## EMPRESA DE BASE – INDÚSTRIA & COMÉRCIO LTDA

RODOVIA SP 147 ( KM 21 + 400 METROS) –  
SENTIDO LINDÓIA/ITAPIRA - BAIRRO DAS LAVRAS  
CEP 13959-899 LINDÓIA/SP  
[www.empresadebase.com](http://www.empresadebase.com)  
(19)3995-0368 / (11)97281-8766



## ENVIMAT

R. PROF. JOÃO JORGE MARMORATO, 165 -  
AZULVILLE 2  
CEP 13571-250 SÃO CARLOS / SP  
[www.envimat.com.br](http://www.envimat.com.br)  
(16) 2121-0865



## EPA QUÍMICA

AV. ENG. JOÃO FERNANDES  
GIMENES MOLINA, 512  
CEP 13213-080 JUNDIAI / SP  
[www.epaquimica.com.br](http://www.epaquimica.com.br)  
(11) 2136-8000



## EUROFORTE

R. BLAIR AUGUSTO DAMASCENO, 181 -  
DIST. IND. 1 CEP 38056-630 UBERABA / MG  
[www.euroforte.com.br](http://www.euroforte.com.br)  
(34) 3313-9121



# F

## FÊNIX AGRO-PECUS

ROD. CORNÉLIO PIRES KM 69,5 SP 127  
CEP 18534-899 TIETÊ / SP  
[WWW.QUIMIFOL.COM.BR](http://WWW.QUIMIFOL.COM.BR)  
(15) 3285-5120



**FertiGlobal**



## FERTIGLOBAL BRASIL

ROD. ANTONIO R. SCHINCARIOL, KM 92, (SP-127),  
CERQ. VELHO  
CEP 18525-200 CERQUILHO/SP  
[www.fertiglobal.com](http://www.fertiglobal.com)  
(15) 3284-2682

**OMEGA**  
AGROBIOTEC

## FERTILIZANTES OMEGA

R. GENERAL SEBASTIÃO BARRETI, 169 – NITERÓI  
CEP 92.130-350 CANOAS / RS  
[www.omegaagro.com.br](http://www.omegaagro.com.br)  
(51) 6454-6030

### FLOEMA

AV. JUSCELINO KUBSTCHEK, 1383 - S. BENEDITO  
CEP 38743-006 PATROCINIO / MG  
www.floemavegetal.com.br  
(34) 3831-8626



### GRUPO ACREFORT

AV. DEP. LUIS EDUARDO MAGALHÃES, S/N  
CEP 44097-324 FEIRA DE SANTANA / BA  
www.grupoacrefort.com.br  
(75) 2101-4980



### FORPLANT AGRÍCOLA

R. SÃO JOÃO, 3031 - PQ. BRUNO VERADINO  
CEP 14876-000 JABOTICABAL / SP  
www.forplant.com.br  
(16) 3204-1777



### GRUPO IFB

ROD. GO 080 - FAZENDA CAPIVARA KM 22  
CEP 75460-000 NEROPOLIS / GO  
www.grupoifb.com.br  
(62) 3273-8181



### FORQUÍMICA

AV. BRASIL, 2310 - CENTRO  
CEP 86890-000 CÂMBIRA / PR  
www.forquimica.com.br  
(43) 3436-8350



### GRUPO PROVASO

ROD GOV. DR. ADEMAR P. DE BARROS KM 153,  
SN - JD. BELA VISTA  
CEP 13804-060 MOGI MIRIM/SP  
www.provaso.com.br  
(19) 3022-2959



### FORTGREEN

R. CURITIBA, 805 - Z. IND. II  
CEP 87140-000 PAIÇANDU/PR  
www.fortgreen.com.br  
(44) 3127-2700



### GRUPO SANTA CLARA

AV. CEL. FERNANDO FERREIRA LEITE, 305  
CEP 14026-010 RIBEIRÃO PRETO/SP  
www.santaclaragrupo.com.br  
(16) 3620-3320



### FORTH JARDIM

ROD. ANTONIO ROMANO SCHINCARIOL  
KM 92 S/N  
CEP 18520-000 CERQUILHO/SP  
www.forthjardim.com.br  
(15) 3282-3444





**UBYAGRO**  
GRUPO

**GRUPO UBYAGRO**  
R. ARNALDO AFONSO MELO, 101 - DIST. IND. II  
CEP 38064-720 UBERABA / MG  
www.ubyfol.com  
(34) 3319-9500

# G

### GIRO AGRO

AV. EDSON REZENDE SILVA, 135 - DIST. IND.  
CEP 37750-000 MACHADO/MG  
www.giroagro.com.br  
(35) 3295-7272



# H

### GLOBAL CROPS

R. DOS MAÇONS, 42 - GLP 07  
CEP 42701-380 LAURO DE FREITAS / BA  
www.globalcrops.com.br  
(71) 3316-5621



### HAIFA SOUTH AMERICA

R. LEÔNICIO DE CARVALHO, 234 - 7º ANDAR -  
CJ 71/72 - PARAÍSO  
CEP 04003-010 SAO PAULO / SP  
www.haifa-group.com/pt  
(11) 3057-1239



## HARVEST SOLUÇÕES AGRÍCOLAS

R. ALCIDES CIDINHOTO, 95 A,  
DIST. IND. ISSAO NAKAMURA  
CEP 15406-228 OLIMPIA / SP  
(17) 3279-9129



## HELM DO BRASIL

R. VERBO DIVINO, 2001  
TORRE A, 2º ANDAR – Conj.21  
CHÁC. SANTO ANTÔNIO  
CEP 04719-002 . SÃO PAULO / SP  
www.helmcrop.com.br  
(11) 5185-4099



## HERINGER

AV. IRENE KARCHER, 620 - BETEL  
CEP 13148-906 PAULÍNIA / SP  
www.heringer.com.br  
(19) 3322-2200



## HEXION QUÍMICA DO BRASIL

R. CYRO CORREIA PEREIRA, 2525 -  
CID. IND. DE CURITIBA  
CEP 81460-050 CURITIBA / PR  
www.hexion.com/pt-br/  
(41) 3212-1600



## HINOVE

R. LILIA ELISA EBERLE LUPO, 290 B  
CEP 14803-886 ARARAQUARA / SP  
www.hinove.com  
(16) 3322-7481



# I

## IBRA

R. AMAZONAS, 220 - JD NOVA VENEZA  
CEP 13177-060 SUMARÉ / SP  
www.ibra.com.br  
(19) 3832-3679



## ICASA

R. PROF. REINE GERMANA CAZES, 20 -  
JD. MIRANDA  
CEP 13034-652 CAMPINAS / SP  
www.icasa-lab.com.br  
(19) 3744-3522



## ICL

AV. DRA. RUTH CARDOSO, 8501 - 3º AND -  
PINHEIROS  
CEP 05425-070 SÃO PAULO / SP  
www.icl-growingsolutions.com/pt-br/  
(11) 3016-9600



## IMERYS DO BRASIL

AV. CARLOS GRIMALDI, 1701 -  
GALLERIA CORPORATE - JD. CONCEIÇÃO  
CEP 13091-908 CAMPINAS / SP  
www.imerys.com/pt-br/brasil  
(19) 3706-1210



## INNOVA AGROTECNOLOGIA

AV. PERIMETRAL LESTE, 7033 -  
DIST. IND. FOZ DO IGUAÇU  
CEP 85858-760 FOZ DO IGUAÇU / PR  
www.innovaagro.com.br  
(45) 3522-3309



## INNTEQ

ROD. BR 262, KM 31 SN - POUSO ALEGRE  
CEP 36904-970 MANHUAÇU / MG  
www.innteq.com.br  
(33) 3563-2148



## INQUIMA

R. NESTOR LIBONI, 199 -  
DIST. INDL. DR. JEHOVAH ALMEIDA GOMES  
CEP 86192-179 CAMBE / PR  
www.inquima.com.br  
(43) 3174-4800



## IPÊ AG BIOTECH

ROD. DO DESENVOLVIMENTO, 3500 - DIST. INDS. IV  
CEP 98910-000 TRÊS DE MAIO/RS  
(55) 99730-8000



## ITALE FERTILIZANTES

R. DR. ALFREDO ZACHARIAS, 1040 -  
SANTA ESCOLÁSTICA  
CEP 13277-280 VALINHOS / SP  
www.itale.com.br  
(19) 3829-8811



# J

## JUMA-AGRO

AV. VICTOR ACIERINI, 2370 -  
DIST INDL GET VARGAS II  
CEP: 13849-106 MOGI GUAÇU / SP  
www.juma-agro.com.br  
(19) 3891-6415



# L

## LABORGEO

R. GUILHERME TAMAZZIA, 122 - JOAIA  
CEP 88203-292 TIJUCAS / SC  
www.laborgeoservicos.com.br  
(48) 99173-6465



# K

## KATRIUM

ESTRADA JOÃO PAULO, 530 -  
HONÓRIO GURGEL  
CEP 21512-002 RIO DE JANEIRO / RJ  
www.katrium.com.br  
(21) 2472-7387



## LITHO PLANT

ROD.BR 101 S/N - CANIVETE  
CEP 29909-983 LINHARES / ES  
www.lithoplant.com.br  
(27) 3373-8355



## LUPA INDUSTRIA E COMÉRCIO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS LTDA

ROD PR 151, KM 231 - DIST IND QUADRA I,  
AEROPORTO  
CEP 84200-000 JAGUARIAIVA / PR  
www.lupasubstratos.com.br  
(19) 2660 -2512



## KIMBERLIT AGROCIÊNCIAS

ROD. ASSIS CHATEAUBRIAND S/N - ZONA RURAL  
CEP 15409-899 OLIMPIA / SP  
www.kimberlit.com  
(17) 3279-1500



## LUXEMBOURG BRASIL

AV. IRAÍ, 79 - MOEMA  
CEP 04082-000 SAO PAULO / SP  
www.luxembourg.com.br  
(11) 5090-6630



## KORIN AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE LTDA

ESTRADA MUNICIPAL CAMAQUÃ S/N - Z. RURAL  
CEP 13539-899 IPEUNA / SP  
www.korinagricultura.com.br  
(19) 3576-9518



# M

## KRILLTECH

SAAN QUADRA 03 - LOTES 690 / 700 - Z. IND.  
CEP: 76632-310 BRASÍLIA/DF  
www.krilltech.com.br  
(61) 99829-7003



## MACROBIO

AV. IGUAÇU, 11 - PQ. INDUSTRIAL  
CEP 85877-000 SAO MIGUEL DO IGUAÇU / PR  
www.macrobio.com.br  
(45) 3268-3940





#### MCASSAB

AV. DAS NAÇÕES UNIDAS, 20882 - VILA ALMEIDA  
CEP 04696-005 SÃO PAULO / SP  
www.agribusiness.mccassab.com.br  
(11) 9 5020-6076



#### MICROXISTO

R. JOAO BETTEGA, 2685 - PETROBRAS  
CEP 83904-120 SÃO MATEUS DO SUL / PR  
www.microxisto.com.br  
(42) 3532-3631

#### MINAS NANO FERTILIZANTES

Av. JOÃO GONÇALVES DE LIMA,  
NOVO HORIZONTE  
CEP: 37757-000 POÇO FUNDO / MG  
(35) 9 8886-5643



#### MOSAIC

AV. DR. CHUCRI ZAIDAN, 246 – 1º ANDAR -  
VILA CORDEIRO  
CEP 04583-110 SÃO PAULO / SP  
www.mosaicco.com.br  
(11) 3198-2227



#### MULTITÉCNICA

ROD. MG 238, KM 53,6 - ZONA RURAL  
CEP 35701-970 SETE LAGOAS/MG  
www.multitecnica.com.br  
(31) 3490-8500

# N

#### NATURVITA

AV. AFONSO GOMES DE SÁ, 164 - DIST. IND.  
CEP 56308-440 PETROLINA / PE  
www.naturvita.com.br  
(87) 3863-0458



#### NEWFERT

R. AMERICA ALVES NUNES, 195 - DIST. IND.  
CEP 38210-000 PIRAJUBA / MG  
www.newfert.com.br  
(45) 4102-0950



#### NICOMO PARTICIPAÇÕES

R. JOÃO DA FONSECA, 255 - PQ. IND.  
CEP 13849-216 MOGI GUAÇU / SP  
(19) 2042-1413



#### NITRO

R. DR. FERNANDES COELHO, 64 - 12º AND. -  
PINHEIROS  
CEP 05423-040 SAO PAULO / SP  
https://agro.nitro.com.br/  
(11) 2246-3580



#### NORTOX S/A

RODOVIA BR 369 KM 197 – ARICANDUVA  
CEP 86700-970 - ARAPONGAS/PR  
www.nortox.com.br  
(43) 3274-8585



#### NOVATECH AGROCOMERCIAL

LINHA 6 LESTE, SN - INTERIOR  
CEP 98700-000 IJUÍ / RS  
www.novatechagro.com.br  
(55) 3331-1769



#### NUTRICELER

R. ANTONIO E. DE OLIVEIRA CAMPOS, 670 -  
JD. NV ITAPEVA  
CEP 18401-640 ITAPEVA / SP  
www.nutriceler.com.br  
(15) 9 9152-4625



## NUTRINOVA

R. BENEDITO JOSÉ CARVALHO RAMOS, 480 -  
DIST. IND.  
CEP 14150-000 SERRANA / SP  
www.nutrinova.pt  
(16) 3987-6678



## OMNIA DO BRASIL

R. GIÁCOMO PETRUZ, 355 - SERELEPE  
CEP 13610-855 LEME / SP  
www.omnia.com.br  
(19) 3554-1068



## NUTRIPLANT

R. ARNALDO, 388 - ENGENHO NOVO  
CEP 06415-110 BARUERI / SP  
www.nutriplant.com.br  
(11) 4161-7600/ (11) 97548-8806



## ORGA FERTILIZANTES

ROD. SP 191 (WILSON FINARDI), KM 31 S/N -  
MORRO GRANDE  
CEP 13600-970 ARARAS / SP  
www.orga.com.br  
(19) 3541-3940



# O



## OCP BRASIL

AV. PRES. JUSCELINO KUBITSCHEK, 1.455 - 7º AND.  
VILA OLIMPIA  
CEP 04543-011 SAO PAULO / SP  
www.ocpbrasil.com.br  
(11) 2663-8200



## OXIQUÍMICA AGROCIÊNCIA

R. MINERVINO CAMPOS PEDROSO, 13 -  
PQ. IND. CARLOS TONANNI  
CEP 14871-360 JABOTICABAL / SP  
www.oxiquimica.com.br  
(16) 3209-1313

## OLMIX

AV. MARGINAL CASUL, 2100 - DIST. INDUSTRIAL  
CEP 17730-000 PARAPUÃ / SP  
www.olmix.com  
(19) 9 9863-3724



# P

## PRIME AGRO

RUA ALBERTO DALCANALE, 3825 -  
VILA INDUSTRIAL  
CEP 85905-415 TOLEDO/PR  
www.primeagro.com.br  
(45) 3056-5254



## OMEX AGRIFLUIDS DO BRASIL

R. 13 DE MAIO, 797 - SLS. 24, 25 E 26 - CENTRO  
CEP 13400-300 PIRACICABA / SP  
www.omex.com.br  
(19) 3414-2808

# Q



## QUÍMICA ANASTACIO

R. EUGÊNIO DE MEDEIROS, 303, 12º AN. - PINHEIROS  
CEP: 05425-000 SÃO PAULO/SP  
www.anastacio.com  
(11) 2133-6600

# R

## RAGRO

ROD. UR 24 - LINHA RIO DESERTO  
CEP 88840-000 URUSSANGA / SC  
www.ragro.com.br  
(48) 3431-9422



## RIGRANTEC

R. ERNESTO DA FONTOURA, 1479 - SÃO GERALDO  
CEP 90230-090 PORTO ALEGRE/RS  
www.rigrantec.com.br  
(51) 3341-3225



## RIZOBACTER DO BRASIL

AV. PREF. WILSON RODRIGUES MOREIRA, 4899 -  
GLB CAFEZAL - MARG. PR 445  
CEP 86044-768 LONDRINA/PR  
www.rizobacter.com.br  
(43) 3372-0750



## ROVENSA NEXT

ROD. JOR. FRANCISCO AGUIRRE PROENÇA,  
KM 9, SL 1 AUT. 30 - COND. TECH TOWN,  
CHÁCARA ASSAY  
CEP 13186-525 HORTOLÂNDIA/SP  
www.rovensanext.com.br  
(19) 2137-8100



# S

## SATIS

R. IMBIARA, 500 - DIST. IND.  
CEP 38180-315 ARAXA / MG  
www.satis.ind.br  
(34) 3661-7089



## SICIT GROUP

Chiampo (VI), Italy  
www.sicitgroup.com  
(11) 98342 - 6557

## SINERGIA AGRO

ROD. SP 360 KM 154 S/N - TRÊS BARRAS  
CEP 13930-000 SERRA NEGRA / SP  
www.sinergia-agro.com.br  
(19) 3892-8534



## SINTESE AGRO SCIENCE

TREVO CIANORTE, 250 - PARQUE INDUSTRIAL  
CEP 87065-180 - MARINGÁ/PR  
www.sinteseagro.com.br  
(44) 3262-1647



## SOLFERTI

ESTRADA MUN. RODOLPHO BALLARDIN  
S/N - ANA RECH  
CEP 95061-400 CAXIAS DO SUL / RS  
www.solferti.com.br  
(54) 3283-8707



## SOLLOS AGRICONSULT

AV. MONSENHOR MARTINHO SALGOT, 711 - SALA 01  
CEP 13.414-040 PIRACICABA / SP  
www.sollosconsutoria.com.br  
(19) 99436-2161

### SQM BRASIL

R. RODRIGUES ALVES, 800 - SALA 105 -  
CENTRO HISTÓRICO  
CEP 82203-170 PARANAGUÁ / PR  
www.sqm.com/  
(41) 2152-1904



### TECNOMYL BRASIL

R. SANTOS DUMONT, 130 - CENTRO -  
1º AN, SL 4A, CENTRO  
CEP 85851-040 FOZ DO IGUAÇU / PR  
www.tecnomy.com.br  
(45) 3572-6482



### STOLLER DO BRASIL

ESTRADA MUNICIPAL CMS-470, 300 - ITAPAVUSSU  
CEP 13151-352 COSMOPOLIS / SP  
www.stoller.com.br  
(19) 3872-8288



### TERA NUTRIÇÃO VEGETAL

ESTRADA MUN. DO VARJÃO, 4520 -  
JD. NOVO HORIZONTE  
CEP 3212-590 JUNDIAI / SP  
www.teranv.com.br  
(11) 96412-0355



### SUPERBAC

R. SANTA MÔNICA, Nº 1025,  
PQ. INDUSTRIAL SAN JOSE  
CEP 86975-000 COTIA/SP  
www.superbac.com.br  
(44) 3233-7774



### TESENDERLO KERLEY

AV. DOUTOR JOSE BONIFACIO COUTINHO, 150 -  
JD. MADALENA  
CEP 13091-611 CAMPINAS / SP  
www.tessengerlokerley.com/pt-pt  
(11) 97524-9096



# T



### TIMAC AGRO

AV. CARLOS GOMES, 222 - 6º AN. -  
B. BOA VISTA PORTO ALEGRE / RS  
www.timacagro.com.br  
(51) 3382-8700



### TEC FERTIL AGROCONSULTORIA E NEGÓCIOS

R. JORGE CANELLA, 41 - CHÁCARA DO LAGO  
CEP 13282-548 VINHEDO / SP  
www.agroprecisa.com.br  
(11) 98377-0853



## T·MINAS

BENTONITAS INDUSTRIAIS

### T-MINAS BENTONITAS INDUSTRIAIS

R. ARNALDO PERINI, 530 - B. FLORESTAL  
QUATRO BARRAS / PR  
www.t-minas.com.br/produtos

### TECHNES AGRÍCOLA

AV. QUEIROZ FILHO, 1700 - V. LEOPOLDINA -  
SL 308, TORRE A  
CEP 05319-000 SAO PAULO / SP  
www.technes.com.br  
(11) 3643-5422



### TECHSOLO AGRICULT. DE PRECISÃO

R. ANTÔNIO LUDOVICO NETO, 140 -  
JD. MARIA LUIZA IV  
CEP 18684-576 LENÇÓIS PAULISTA / SP  
www.techsolo.com.br  
(14) 3269-7311



### TURFA FERTIL

ROD. LUIZ ROSSO, 9997  
CRICIUMA / SC  
www.turfafertilagro.com.br  
(48) 3524-3936



# U

## UNION AGRO

AV. DR. ANTERO FERNANDES NUNES, 2010  
PEDERNEIRAS / SP  
www.unionagro.com.br  
(14) 99757-2821



## UNIVAR SOLUTIONS

R. ARINOS, 15 - INDUSTRIAL ANHANGÜERA  
OSASCO/SP  
www.univarsolutions.com  
(11) 3602-7222



## UPL DO BRASIL

R. JOSÉ GERALDO FERREIRA N.105 - NOTRE DAME  
CEP 13092-807 CAMPINAS / SP  
www.upl-ltd.com/br  
(19) 3794-5600



## USIQUÍMICA

RUA DA LAGOA, 431 - CID. IND. SATÉLITE  
CEP 07232-152 GUARULHOS / SP  
www.usiquimica.com.br  
(11) 3821-7000



# V

## VALAGRO

ESTRADA MUN. FERNANDO LUIZ LANDGRAF, 700  
PIRASSUNUNGA / SP  
www.valagro.com/brazil/pt/  
(11) 5054-4222



## VALORIZA FERTILIZANTES

ROD. COMUNITARIA NEUZA REZENDE S/N -  
DIST. IND. DISTRITO INDUSTRIAL  
CEP 38402-360 UBERLANDIA / MG  
www.valoriza.agr.br  
(34) 3229-4949



## VERDE FERTILIZANTES

AV. JOÃO PINHEIRO, 274 - SALA 501 -  
VF 1º ANDAR - LOURDES  
CEP 30130-186 BELO HORIZONTE/MG  
www.verde.ag  
(31) 3245-0205



## VIGNA BRASIL

AV. IPIRANGA, 318 - BL. A -  
16º ANDAR - CJ. 1601  
SAO PAULO / SP  
www.vignabrasil.com.br  
(11)3124-4455



## VIGRAN

R. Antonio Marchini, 230 - Lot. Ind.  
CIANORTE/PR  
www.vigranfertil.com  
(44) 3018-8201



## VIRIDIAN FERTILIZANTES

ESTR. OSWALDO DE MORAES CORREA, 1000  
PQ. IND.  
CEP 87065-590 MARINGÁ / PR  
www.viridianfertilizantes.com.br  
(44) 3221-3007



## VITAS BRASIL

VIA CANDEIAS KM 01, LT 04 - CIA NORTE  
CEP 43805-190 CANDEIAS / BA  
www.sqm-vitas.com.br  
(71) 3602-3056



VITTIA

AV. MARGINAL ESQUERDA, 2.000 -

VIA ANHANGUERA KM 383

CEP 14600-000 SAO JOAQUIM DA BARRA / SP

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

(16) 3600-8688



Y



YARA BRASIL FERTILIZANTES

AV. SÃO JUDAS TADEU, 880, JD. SÃO JUDAS TADEU

CEP 13.180-570 SUMARE / SP

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

(19) 3838-9250









Associação Brasileira das  
Indústrias de Tecnologia  
em Nutrição Vegetal

COMPLEXO EMPRESARIAL GALLERIA OFFICE - AV. BAILARINA SELMA PARADA,  
201 – BLOCO 1 – SALA 133 JD. MADALENA | CAMPINAS/SP FONES:  
(19) 3116-1007 | (19) 3116-1008 • ABISOLO@ABISOLO.COM.BR  
11º ANUÁRIO BRASILEIRO DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO  
VEGETAL - 2024 TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. PERMITIDA A  
REPRODUÇÃO, DESDE QUE CITADA A FONTE.

**[WWW.ABISOLO.COM.BR](http://WWW.ABISOLO.COM.BR)**

abisolo 