



**AGRO
EXTENSÃO**

Ano 3 | Nº 3 | Março de 2025

ISSN 2965-6389

BOLETIM AGRONÔMICO

PRODUZINDO CONHECIMENTO PARA O CAMPO!

Boletim Informativo

Projeto Agro Extensão

Faculdade de Agronomia - UFRGS



@agro_extensao

EDITORES

Editor

- **Prof. Dr. André Luis Vian**

Departamento de Plantas de Lavoura da FAGRO/UFRGS.

Editoras Assistentes

- **Thauhana Cássia Gasparotto Kuhn**
- **Anna Elisa Petersen Gatelli**
- **Teresa Enderle**

Graduandas em Agronomia FAGRO/UFRGS.

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- UFRGS

Na 3ª edição do Boletim Agrônômico de 2025 apresentamos:

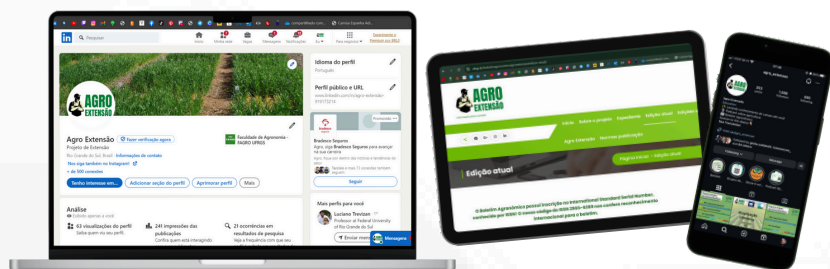
1 - A fisiologia e o manejo do uso de bioinsumos em culturas agrícolas;

2 - Evolução da safra agrícola 2024/2025 (Março)

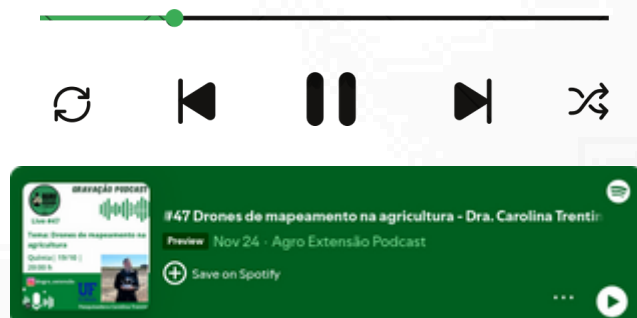
Desejamos uma boa leitura a todos!

A produção de alimento começa com conhecimento!

Nos encontre nas redes:



Agro Extensão Podcast



O conteúdo dos textos é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as). Permitida a reprodução, desde que citada a fonte.

CONTEÚDO

PG. 4

A fisiologia e o manejo do uso de bioinsumos em culturas agrícolas

Thomas Newton Martin, Giovani Wrasse, Lucas Brum, Lucas Cipriani, Carine Borges Batista e Rafaela Leopoldina Silva Nunes

PG. 17

Evolução da safra agrícola 2024/2025 (Março)

André Luis Vian; Thauhana Cássia Gasparotto Kuhn



NOSSOS PARCEIROS

Apoiadores



Patrocinadores



**Seja nosso parceiro
e divulgue sua
marca e soluções**



A FISIOLÓGIA E O MANEJO DO USO DE BIOINSUMOS EM CULTURAS AGRÍCOLAS

**Thomas Newton Martin, Giovani Wrasse, Lucas Brum, Lucas Cipriani,
Carine Borges Batista e Rafaela Leopoldina Silva Nunes**

**Grupo de Pesquisa em Manejo de Grandes Culturas de Coxilha
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**

INTRODUÇÃO

A população mundial está aumentando constantemente, estimando-se que para o ano de 2030 a população mundial será de mais de 8,5 bilhões de pessoas e em 2050 teremos 9,7 bilhões de pessoas (Un, 2022). Além do aumento da demanda de alimentos, a agricultura mundial também encontrará limitações de áreas produtivas, eventos climáticos mais intensos, legislação e maior necessidade por produtos sustentáveis (Marin et al., 2016). Para tanto, na agenda da ONU para 2030 o Brasil compromete-se em aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável além de proteger e manter os ecossistemas (Un, 2015). Práticas de agricultura intensiva podem promover alterações ambientais. Sendo situações de degradação de solo, redução da biodiversidade e contaminação de recursos de recursos naturais (Barboza et al., 2012). Além, do uso indiscriminado dos agrotóxicos promover a resistência dos patógenos (Lara, 2013).

A utilização de bioinsumos tem sido uma alternativa para a agricultura mais sustentável. Assim, as bactérias do gênero *Bradyrhizonium* e *Azospirillum* podem realizar a fixação biológica de nitrogênio. Esta prática reduzirá o uso de fertilizantes

nitrogenados, e reduzir os riscos de contaminações ambientais (Prando et al., 2022). Além disso, o uso de microrganismos para controle de pragas e doenças garante a disponibilidade de mais uma forma de controle, e seu uso no manejo pode evitar o desenvolvimento de resistências, e pode gerar controle mais efetivo (Chulze, 2023). Os produtos para controle biológico apresentam baixo custo, e possuem perspectiva de crescimento de registros.

Os microrganismos possuem funções relevantes no ecossistema, os quais podem promover alterações em atributos físicos e químicas do solo (Kennedy; Doran, 2002). Estes requerem condições específicas para desenvolvimento na microbiota do solo, sendo influenciado por condições climáticas, nutrientes e presença de matéria orgânica (Fuentes-Ramírez et al., 2018; Hawkes et al., 2010). Além disso os microrganismos requerem condições para estabelecimento e desenvolvimento, o qual difere do manejos que não consideram os microorganismos.

Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar uma visão da relação fisiológica entre os microrganismos e as plantas e as ações de manejo indispensáveis para que haja maior eficiência nos cultivos agrícolas.

DESENVOLVIMENTO

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE NUTRIENTES

Solubilização de nutrientes

Microrganismos solubilizadores, como bactérias e fungos são fundamentais na agricultura, pois eles têm a capacidade de proporcionar transformações bioquímicas dos nutrientes, solubilizando nutrientes como fósforo (P) e potássio (K) (dentre outros) de uma forma insolúvel para uma forma solúvel para aumentar a disponibilidade e absorção pelas plantas.

Esses microrganismos solubilizam os minerais por meio da produção de ácidos orgânicos, como ácido tartárico, ácido cítrico e ácido oxálico para liberar nutriente na forma disponível de seus minerais. Além disso, podem melhorar a saúde do solo e a produtividade agrícola, atuando como agentes de biocontrole, produzindo antibióticos e hormônios que ajudam as plantas a suportar estresses bióticos e abióticos e contribuem para a redução do uso de fertilizantes químicos em solos agrícolas aumentando a sustentabilidade da produção de alimentos (Olaniyan et al, 2022).

Alguns dos microrganismos mais relatados para solubilização de P inorgânico estão presentes os gêneros das bactérias *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Azotobacter* e *Erwinia*, que solubilizam o P a partir da produção de ácidos orgânicos (Rodríguez; Fraga, 1999). Há registros de gêneros de fungos que também são capazes de solubilizar o fosfato, como por exemplo *Aspergillus* e *Penicillium* (Coutinho et al., 2012).

Os principais ácidos orgânicos liberados pelos microrganismos solubilizadores de fosfato, por exemplo, são: ácido láctico, glicólico, cítrico, oxálico, málico, succínico e tartárico (Andreote; Cardoso, 2016). Esses exsudatos atuam diretamente no material fosfatado, dissolvendo-o ou quelando os cátions ligados ao ânion fosfato e, conseqüentemente, liberando o elemento no sistema solo (Mahdi et al., 2011). Essa disponibilização de formas inorgânicas de fosfatos de baixa solubilidade [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 e FePO_4], aumenta o teor de fósforo na solução, ocasionando melhor crescimento e maior rendimento das culturas (Ralston et al., 1976).

Outros microrganismos como *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Aspergillus terreus*, *Bacillus circulans*, *B. edaphicus*, *B. mucilaginosus* e *Paenibacillus* solubilizam formas fixas de K no solo, tornando-as disponíveis para as plantas por meio de processos como produção de ácido orgânico, formação de biofilme de acidólise em superfícies minerais e formação de complexos, melhorando assim o crescimento e o rendimento (Maurya et al., 2016).

Há grande potencial e expectativa para o futuro dos microrganismos solubilizadores na agricultura. À medida que a população mundial continua a crescer, a demanda por alimentos e outros recursos aumentará, pressionando os recursos finitos do mundo, incluindo fosfatos. A inoculação de bactérias e fungos têm o potencial de ajudar a enfrentar esse desafio, melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos, especialmente em solos tropicais e deficientes, como é o caso dos solos brasileiros (Wang et al., 2023).

Mecanismos para solubilização de fosfatos inorgânicos

As plantas apresentam mecanismos que auxiliam na aquisição de P, seja pela modificação na solubilização-adsorção, seja na difusão do nutriente no solo. Estas estratégias se manifestam pela maior relação raiz/parte aérea e pelo aumento da superfície radicular, pela maior taxa de absorção por unidade de raiz, pelo aumento da exsudação radicular de fosfatases e outros compostos

orgânicos, e pela alteração do grau de micotrofismo (Lajtha; Harrison, 1995).

Isto sugere que os processos geoquímico e biológico, transformam os fosfatos naturais do solo em formas orgânicas e inorgânicas estáveis. Em solos altamente intemperizados, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (**Figura 1**).

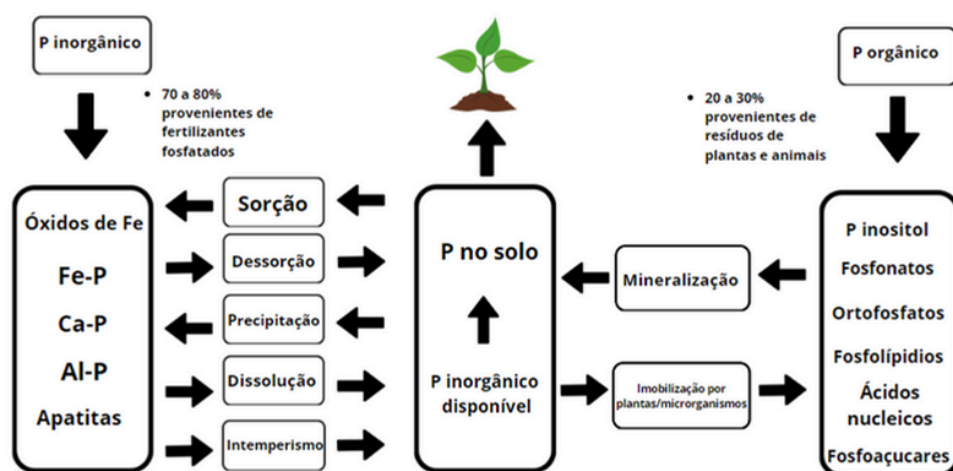


Figura 1. Diferentes formas de fósforo e sua dinâmica no solo. P fósforo, P_i fósforo inorgânico, P_o fósforo orgânico, Fe ferro, Fe-P fosfato de ferro, Al-P fosfato de alumínio, Ca-P fosfato de cálcio. Fonte: Rawat et al. (2020).

Produção de ácidos orgânicos

A base da produção de ácidos orgânicos ocorre pela degradação da glicose na mitocôndria e a exsudação de ácidos orgânicos (citrato, malato e oxalato) (**Figura 2**). Esses ácidos são provenientes da respiração celular, sendo assim este processo ocorre a

partir da respiração de compostos orgânicos de carbono ou oxidação direta, as quais são as principais rotas metabólicas para a produção dos ácidos orgânicos. Sendo exemplificado como ácidos orgânicos ácido cítrico, ácido málico e ácido oxálico.

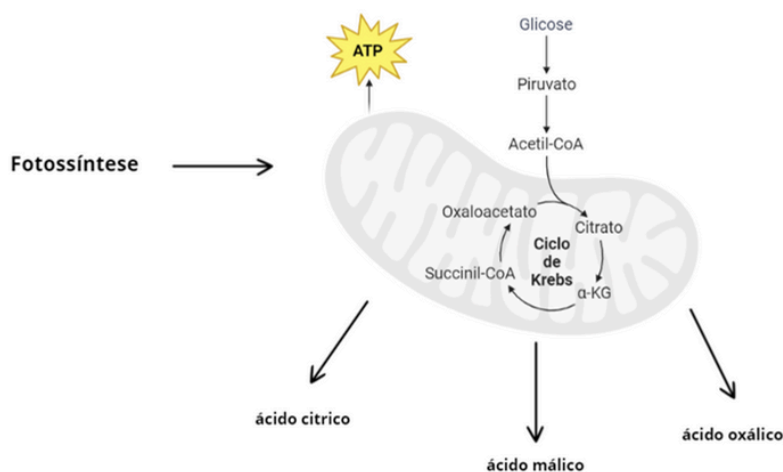


Figura 2. Ciclo da ácido cítrico (ciclo de Krebs) em plantas e a produção de ácidos orgânicos. Fonte: Taiz & Zeiger (2016).

No processo de inoculação, a bactéria irá colonizar a superfície da raiz e poderá se alimentar através da glicose da degradação da matéria orgânica do solo ou da glicose exsudada pela planta, sendo esse processo a base para a função dos microrganismos no solo. Com isso, ressalta-se a importância da adição de palhada no sistema, o que irá garantir um ambiente mais adequado (temperatura e umidade do solo) bem como fornecimento de carbono e açúcares para os microrganismos.

Assim, as bactérias solubilizadoras de fósforo presentes na rizosfera irão produzir ácidos orgânicos, e estes serão capazes de solubilizar o fosfato adsorvido na fração argila, o qual ficará disponível para planta (**Figura 3**). Do ponto de vista químico é necessária uma molécula ácida com presença de oxigênio com carga negativa para dessorção do fosfato retido. Assim, dos ácidos, o malato possui maior capacidade para esta função pela presença de 6 oxigênios nesta forma (**Figura 4**).

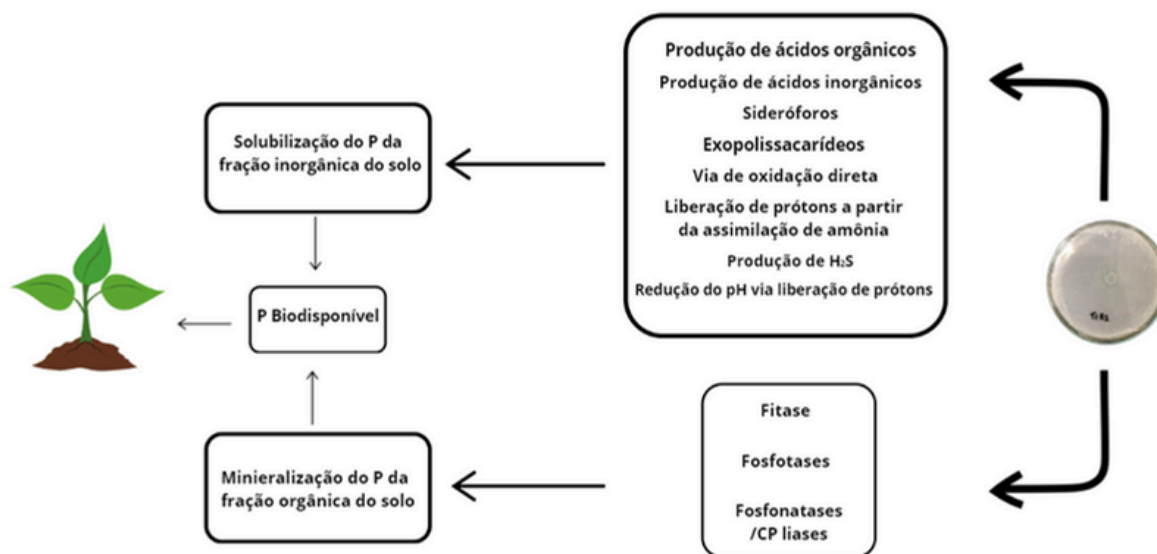


Figura 3. Solubilização de fosfato por microrganismos. A placa PSB mostrada na figura representa as bactérias solubilizadoras de fosfato com formação de zona halo. O PSB foi isolado pelo autor e inoculado em ágar Pikovskaya contendo fosfato tricálcico. Uma zona clara formada pelas bactérias indica a solubilização de fosfato tricálcico. O experimento de zona de halo é realizado para a triagem qualitativa de microrganismos solubilizadores de fosfato). P fósforo, bactérias solubilizadoras de fosfato PSB, H₂S sulfeto de hidrogênio, CP carbono-fósforo. Fonte: Rawat et al. (2020).

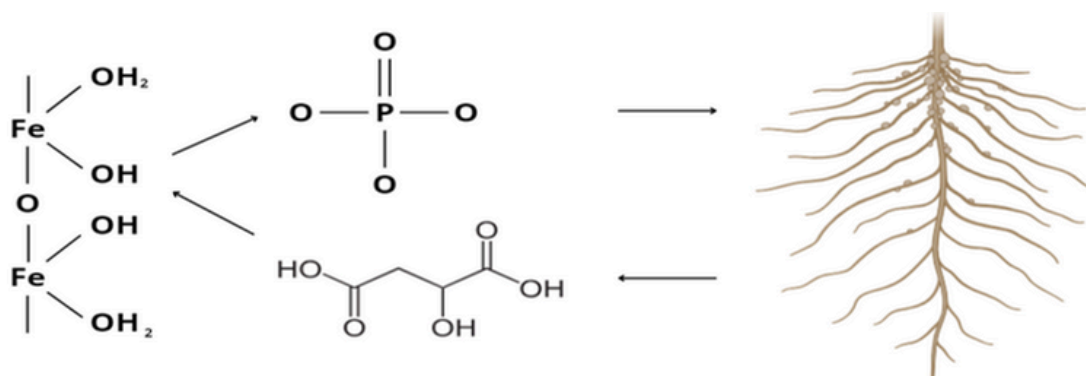


Figura 4. Dessorção do P em função da produção de ácido málico pelas plantas, ocupando os sítios de sorção do P no solo e disponibilizando-o para a solução do solo. Fonte: Silva & Mendonça (2007).

Acidificação do meio

Para demonstrar o mecanismo de acidificação do meio cita-se o processo de produção de fertilizantes fosfatados. Neste, ocorre a retirada e

moagem de rochas com alto teor de fósforo, em seguida é adicionado ácido para liberação do fósforo presente no mineral. Além disso, é preciso considerar a forma de

absorção de um nutriente pela planta, o qual ocorre pelo transporte ativo primário. Neste mecanismo, a planta queima uma molécula de ATP e libera um próton H^+ para o exterior da célula. De forma semelhante, os microrganismos solubilizadores de P também realizam esse processo e em consequência acidifica-se o meio ao redor da célula microbiana, o que ajuda na dissolução de fosfatos insolúveis.

Pesquisas em solubilização de fósforo apontam para o aumento na liberação de nutrientes com a queda no pH do solo. Neste processo ocorre a degradação da estrutura com nutriente (complexos quelados), seguido da disponibilização do nutriente. Para ocorrência deste processo é necessário que o microrganismo se alimente de glicose fornecido pela planta ou solo. A respiração celular que ocorre na mitocôndria queima a molécula de ATP, e em decorrência libera prótons H^+ . E para manutenção deste processo é necessária presença de matéria orgânica no solo, para que haja maior atividade dos microrganismos.

Mecanismos utilizados para solubilização de fosfato orgânico

Os resíduos de tecidos vegetais e microbianos adicionados ao solo e os produtos de sua decomposição são a origem do fósforo orgânico (Martinazzo et al., 2007). O fosfato orgânico compreende a forma menos importante de fósforo no sistema, entretanto, em sistemas de baixa disponibilidade de P, passa a ser de maior importância (Gatiboni et al., 2008). Em solos sem adição de fertilizantes minerais a contribuição de P orgânico na nutrição de plantas chegou a 43%, enquanto que em solos Cadubados foi de apenas 6% (Gatiboni

et al., 2005).

Menos da metade das formas de P orgânico foi identificada. Mas dentre as identificadas, as principais consistem em: fosfatos do inositol, que compreendem de 10 até 80% do P orgânico total; fosfolipídios (0,5 a 7%); ácidos nucleicos (3%); e outros ésteres fosfato (>5%). A natureza destes compostos influencia diretamente sua estabilidade e interação com a fração mineral, devido a sua utilização como fonte de elétrons e de carbono pelos microrganismos, sendo o resultado a mineralização e disponibilização do P (Rheinheimer et al., 2002; Santos et al., 2008). Logo, de acordo com fertilidade do solo, o P é dividido em função da sua facilidade de retornar à solução do solo. Assim, é separado em formas não lábeis, moderadamente lábeis e lábeis, e ainda que essa caracterização seja imprecisa, ajuda no entendimento da dinâmica da sua disponibilidade no solo (Santos et al., 2008).

O processo de mineralização do P orgânico do solo em condições em que a fração orgânica apresenta participação superior à do P inorgânico, pode ser um indicador do potencial do solo em suprir a demanda deste nutriente pelas plantas (Santos et al., 2008). Nesse processo, a degradação do P orgânico associado aos resíduos vegetais é promovida principalmente por enzimas fosfatases ou fitases as quais são produzidas por plantas e microrganismos, onde a hidrólise das formas orgânicas de P permite a liberação de P inorgânico para a solução do solo, tornando-o disponível para ser absorvido pelas plantas (Nunes, 2011; Gatiboni et al., 2008).

No entanto, a liberação desse nutriente dos restos culturais depende de alguns fatores externos como a quantidade e qualidade da matéria orgânica presente no solo; e das condições ambientais (Carvalho et al., 2014). Além disso, a intensidade da mineralização também está relacionada com a quantidade da fração orgânica de P em relação ao total, pH do solo e temperatura (Conte et al., 2002; Nunes, 2011).

Os solos são capazes de adsorver P, no entanto, os sítios de troca de P são finitos e sua afinidade pelo íon fosfato é variável (Oliveira et al., 2014). Assim, o potencial de solubilização de fósforo varia conforme o tipo de solo. Sendo que, solos argilosos são mais favoráveis, devido a capacidade de retenção do fósforo em argila. Além disso, quanto mais locais para adsorção de fósforo maior o potencial de solubilização de fósforo pelas bactérias.

O manejo do solo também é outro aspecto importante, em pastagens naturais, a aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis em água, em solos com baixa fertilidade, resultou no aumento da importância das frações inorgânicas lábeis de P para disponibilizar P para as plantas, reduzindo a dependência da mineralização das frações orgânicas (Oliveira et al., 2014). Entretanto, após cultivos sucessivos e esgotamento do P do solo, todas as formas de fósforo podem atuar como tamponantes e disponibilizar formas solúveis deste nutriente (Santos et al., 2008). Desta forma, o P orgânico não deve ser ignorado, além disso, a contribuição do P orgânico no aumento do P disponível pode ser mais significativa quando são empregados sistemas de manejo de solo com fertilização orgânica ou outras práticas que aumentam o teor de matéria orgânica do solo (Braos et al., 2015).

O sistema plantio direto (SPD) é um sistema de manejo que proporciona incremento na matéria orgânica do solo, ciclagem de nutrientes e contribui para o acréscimo de formas mais lábeis de P, visto que, os ácidos orgânicos originário da decomposição da matéria orgânica recobrem os óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) e assim bloqueiam os sítios de adsorção e quelação (Zamuner et al., 2008). A ciclagem de nutrientes é essencial para o sistema produtivo, com 77 e 79% do total do P nas folhas e raízes mortas, sendo disponibilizado para o crescimento das plantas cultivadas após o cultivo de plantas de cobertura (Borkert et al., 2003). Outra prática de manejo de grande interferência na distribuição das formas e na disponibilidade de P é a adubação nitrogenada, pois a mesma aumenta a produção de biomassa das culturas, contribuindo assim na maior adição de resíduos orgânicos ao solo e ciclagem de P (Leite et al., 2016).

Fosfatases ácidas não específicas

Fosfatases ácidas não específicas compreendem dois grandes grupos de enzimas, sendo as fosfatases ácidas e alcalinas. Entretanto, destaca-se que a maior disponibilização de fósforo orgânico ocorre através das enzimas da fosfatase ácida.

As fosfatases podem ser ácidas e alcalinas, sendo a alcalina mais próxima de pH 7,0 ou acima. Enquanto, as ácidas em pH mais baixo. O teor de fosfatase ácida pode ser um indicativo de atividade de microrganismos no solo. No entanto, em condição de baixa disponibilidade P e em cultivos sucessivos observou-se que a atividade de fosfatases ácidas aumentou, aumentando sua avidéz por P, pelos organismos extrusores de

fosfatases (biomassa microbiana e plantas), nesta condição enzimas e plantas competem pelo nutriente (Gatiboni et al., 2008).

No manejo das lavouras com culturas de cobertura, os microrganismos deverão degradar as membranas celulares para liberação de P. E nesse ambiente, de 20–30 % do fósforo podem ser absorvidos por compostos orgânicos. Em solos bem manejados, estudos sobre o P microbiano com alta deposição de resíduos vegetais, contataram que este tipo de P é um compartimento importante no solo, pois adiciona fosfatos solúveis ao sistema, atuando como retardador da adsorção de P, ou seja, imobilizando-o temporariamente, e é depois mineralizado o mesmo gradativamente, com a possibilidade de estabelecer maior sincronismo com a marcha de absorção das plantas (Conte et al., 2002; Martinazzo et al., 2007).

O pH influencia diretamente na atividade das enzimas fosfatases, sendo as fosfatases tanto ácidas como alcalinas dependentes deste fator. No entanto, quando aumenta pH aumenta também a atividade da fosfatase ácida, porque aumenta a atividade biológica, portanto serve como indicador biológico. Em determinadas situações, quando adicionado fertilizantes fosfatados ao solo a atividade da enzima diminui, devido a concentração de fósforo disponível.

Fitases

No ciclo do fósforo no solo, um dos processos biológicos centrais e um passo importante para substituição/complementação da adubação fosfatada convencional por uma alternativa biológica é a mineralização do fitato. No solo, o fitato está presente na forma orgânica do P mais abundante na matéria

orgânica. A degradação do fitato é realizada por enzimas nomeadas de fosfomonoesterases, que pertencem ao grupo das fosfatases e catalisam a hidrólise da fração orgânica do P, disponibilizando o mesmo na forma solúvel para o ambiente. As fosfomonoesterases são as enzimas utilizam como substrato ortofosfatos de monoésteres, como o fitato. Logo, são identificadas e classificadas de acordo com o composto que hidrolisam. As enzimas denominadas fitases atuam sobre o substrato fitato. As fitases são produzidas por microrganismos, plantas e tecidos animais (Konietzny; Greiner, 2002).

Solubilização de Zinco (Zn)

O zinco (Zn) é um micronutriente, sendo assim, é essencial para o ideal crescimento das plantas. Nos solos está presente em formas insolúveis. A disponibilização do Zn para a forma solúvel a partir da solubilização bacteriana é uma estratégia promissora para reduzir problemas com deficiência de Zn pelas plantas. Assim, bactérias solubilizadoras de zinco (BSZ) podem atuar na substituição de fertilizantes químicos de Zn. A cepa bacteriana nativa ZSB13 *Pseudomonas oleovorans* possui potencial de solubilização de Zn, logo, apresenta potencial como desenvolvimento de agente de biorremediação e como um substituto para fertilizantes sintéticos (Rehman et al., 2023).

COMO OS MICRORGANISMOS PODEM PROMOVER O CRESCIMENTO DE PLANTAS?

A resposta para esta pergunta está relacionada a produção de fitormônios, os quais regulam o crescimento das plantas, podendo serem produzidos por plantas, algas e a alguns microrganismos.

Os fitormônios e o resumo de suas funções são:

- Ácido indolacético (AIA): Auxinas – Crescimento e expansão;
- Ácido abscísico (ABA): Controle hormonal e fechamento estomático;
- Citocininas: Multiplicação celular e folhas verdes;
- Giberelinas: Crescimento de plantas.

Os fitormônios na planta atuam através de sinais químicos que estabelecem uma comunicação entre células, tecidos e órgãos. Assim cada hormônio vegetal desempenha sua função, atuando na regulação, coordenação do metabolismo, crescimento e morfogênese (Taiz; Zieger, 2016). Os microrganismos são importantes agentes na produção de fitormônios. A microbiota coloniza a rizosfera e possui diversos efeitos nas plantas, dependendo da forma como interagem com as raízes. As rizobactérias habitam as raízes das plantas e exercem um efeito positivo que varia de mecanismos de influência direta a um efeito indireto, promovendo o crescimento vegetal (Kloepper et al., 1980). Várias espécies de bactérias como *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* e *Serratia* foram relatadas para aumentar o crescimento das plantas (Kloepper et al., 1989; Joseph et al., 2007).

Quanto a sua ação na planta os hormônios vegetais atuam como mensageiros químicos, influenciando na capacidade da planta de responder ao ambiente. Esses hormônios compostos orgânicos que se encontram em concentrações muito baixas, porém bastante eficazes,

sendo sintetizados em uma parte da planta e transportados para outros locais. Sendo assim, interagem com tecidos-alvo específicos, causando respostas fisiológicas no vegetal. Cada hormônio tem suas funções definidas, no entanto, frequentemente dois ou mais fitormônios atuam juntos (Saharan, 2011).

O AIA funciona como uma importante molécula sinalizadora do desenvolvimento da planta, incluindo organogênese, respostas trópicas, respostas celulares, como expansão, divisão e diferenciação celular e regulação gênica (Ryu et al., 2008). Diversos microrganismos possuem a capacidade de produzir a auxina AIA por diferentes vias de biossíntese. As interações entre bactérias produtoras de AIA e plantas resultam em diversas reações na planta, variando de patogênese a fitoestimulação. As bactérias usam a AIA para interagir com a planta como parte de uma estratégia de colonização, incluindo fitoestimulação e evasão de mecanismos basais de defesa das plantas (Saharam, 2011). Além disso a AIA também pode ser uma molécula de sinalização em bactérias, e portanto, pode ter um efeito direto na fisiologia bacteriana (Spaepen et al., 2007).

As bactérias promotoras de crescimento influenciam no crescimento e o desenvolvimento das plantas pela produção de fitohormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas. Os efeitos das auxinas nas plantas são dependentes da concentração, ou seja, a baixa concentração pode estimular o crescimento, enquanto as altas concentrações podem ser inibitórias. Sendo assim diferentes espécies de plantas respondem de maneira distintas as concentrações

de auxina (Arshad et al., 1991). As espécies que produzem a maior quantidade de auxinas (AIA e acetamida indol), aumentam o crescimento e rendimento da cultura do trigo. Mesmo as cepas, que produzem baixas quantidades de AIA, liberam o hormônio continuamente, melhorando assim o crescimento das plantas (Khalid et al., (2004).

Em relação aos estresses abióticos, o déficit hídrico e a temperatura podem prejudicar o crescimento de plantas e microrganismos. Atualmente, existem alternativas para o manejo do estresse com uso de microrganismos promotores de crescimento. A inoculação com *Bacillus aryabhattai* que foi capaz de mitigar estresse hídrico e térmico em plantas de soja. O qual demonstrou através de pesquisas, que a inoculação de *Bacillus aryabhattai* promoveu o crescimento das plantas

de soja sob todos os regimes de temperatura e aumentou significativamente o comprimento de parte aérea das plantas de soja, bem como comprimento, largura das folhas e número de nós. Também foi relatada produção de AIA e excreção de amônia durante experimentos in vitro, o que pode ser atribuído às suas propriedades promotoras do crescimento vegetal. O mecanismo de ação das cepas de bactérias da rizosfera promotoras do crescimento de plantas (PGPR) inclui principalmente aumento da disponibilidade de nutrientes, produção de fitohormônios e indução de resistência sistêmica. Isolados bacterianos rizosféricos são mais eficientes na produção de AIA do que os isolados de solo e estão associados ao aumento do crescimento das plantas (Antil et al., 2021).

CONCLUSÕES

Os aspectos futuros do manejo de culturas apontam para a necessidade de classificar os microrganismos para determinadas funções e culturas, potencializando os cultivos e otimizando a utilização dos nutrientes do solo. Além disso, é necessário avaliar novos microrganismos, cepas e nichos ecológicos para descoberta de determinadas funções. Além disso, um ponto de grande relevância é a descoberta de cepas mais resistentes que possam sobreviver em ambientes estressantes, ou seja, a seleção de microrganismos com estirpes adaptadas.

Assim, é essencial o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas tanto para avaliar a eficiência dos microrganismos, suas especificidades quanto à descoberta de outros para aplicação agrícola, assim como sua forma de manejo. Desta forma, a promoção de conhecimento por parte dos pesquisadores até sua disseminação é fundamental para garantir estabelecimento e difusão da tecnologia.

REFERÊNCIAS

- Andreote, F. D.; Cardoso, E. J. B. N. **Introdução à biologia do solo**. In: Cardoso, E. J. B. N.; Andreote, F. D. Microbiologia do Solo. Piracicaba: Editora da Universidade de São Paulo, p. 9–22, 2016.
- Antil S. et al. **On the potential of *Bacillus aryabhatai* KMT-4 against *Meloidogyne javanica***. Egyptian Journal of Biological Pest Control, p. 1–9, 1, 2021
- Arshad M, Frankenberger WT. **Microbial production of plant hormones**. Plant and Soil, 1991.
- Barboza, L. G. A.; Thomé, H. V.; Ratz, R. J.; Moraes, A. J. de; **Para além do discurso ambientalista: percepções, práticas e perspectivas da agricultura agroecológica**. Ambiência. p.389–401.
- Bettiol, W. Pesquisa, desenvolvimento e inovação com bioinsumos. In: Meyer, M. C.; Bueno, A. De F.; Mazaro, S. M.; Silva, J. C. da. **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, p. 550, 2022.
- Borkert, C.M.; Gaudêncio, C. de A.; Pereira, J.E.; Pereira, L.R.; Oliveira Junior, A. de. **Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, p.143–153, 2003.
- Braos, L. B.; Cruz, M. C. P.; Ferreira, M. E.; Kuhn, F. **Organic phosphorus fractions in soil fertilized with cattle manure**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2015.
- Carvalho, A. M.; Bustamante, M. M. C.; Almondes, Z. A. P.; Figueiredo, C. C. **Forms of phosphorus in an oxisol under different soil tillage systems and cover plants in rotation with maize**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2014.
- Chulze, S. N. **Agentes de biocontrole baseados em microrganismos para reduzir o impacto de fungos patogênicos e toxicogênicos**. Revista Argentina de Microbiologia. 2023.
- Conte, E.; Anghinoni, I.; Rheinheimer, D.S. **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p.925–930, 2002.
- Coutinho, F.P.; Felix, W.P.; Yano-Melo, A.M. **Solubilization of phosphates in vitro by *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp.** Ecological Engineering, p. 85–89, 2012.
- Fuentes-ramírez, A.; Barrientos, M.; Almonacid, L.; Arriagada-escamilla, C.; Salas-eljatib, C. **Short-term response of soil microorganisms, nutrients and plant recovery in fire-affected *Araucaria araucana* forests**. Applied Soil Ecology, p. 99–106, 2018.
- Gatiboni, L. C.; Kaminski, J.; Rheinheimer, D. R.; Brunetto, G. **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, p.1085–1091, 2008.
- Gatiboni, L.C.; Rheinheimer, D.S.; Flores, A.F.C.; Anghinoni, I.; Kaminski, J.; Lima, M.A.S. **Phosphorus forms and availability assessed by ³¹P-NMR in successively cropped soil**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, p.2625–2640, 2005.
- Hawkes, C. V.; Kivlin, S. N.; Rocca, J. D.; Huguet, V.; Thomsen, K. B. S. **Fungal community responses to precipitation**. Global Change Biology, p. 1637–1645, 21 out. 2010.
- Joseph B, Patra RR, Lawrence R. **Characterization of plant growth promoting Rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L)**. International Journal of Plant Production, p. 141–152, 2007.
- Kennedy, A.; Doran, J. Sustainable agriculture: role of microorganisms. In: BITTON, G. (Org.) **Encyclopedia of Environmental Microbiology**. New York: John Wiley & Sons, p. 3116–3126, 2002.
- Khalid A, Arshad M, Zahir ZA. **Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat**. Journal of Applied Microbiology, p. 473–480, 2004.
- Kloepper JW, Leong J, Teintze M, Schroth MN. **Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria**. Nature, p. 885–886, 1980.
- Kloepper JW, Lifshitz R, Zablotowicz RM. **Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity**. Trends in Biotechnology, p. 39–43, 1989.
- Konietzny, U.; Greiner, R. **Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases)**. International Journal of Food Science and Technology, p. 791–812, 2002.

Lajtha, K.; Harrison, A. F. **Strategies of phosphorus acquisition and conservation by plants species and communities**. In: TIESSEN, H. (Ed.). Phosphorus in the global environment: transfers, cycles and management. Chichester: J. Wiley, p.139-146, 1995.

Lara, v. T. **O uso indiscriminado de agrotóxicos e as consequências para a saúde do trabalhador rural**. Monografia de especialização em saúde coletiva na escola de enfermagem. Universidade Federal de Minas Gerais. p. 43, 2013.

Leite, J. N. F.; Cruz, M. P. C.; Ferreira, M. E.; Andrioli, I.; Braos, L. B. **Frações orgânicas e inorgânicas do fósforo no solo influenciadas por plantas de cobertura e adubação nitrogenada**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, p.1880-1889, 2016.

Mahdi, S.S. et al. **Phosphorus availability issue-its fixation and role of phosphate solubilizing bacteria in phosphate solubilization**. Research Journal of Agricultural Sciences, p. 174-179, 2011.

Marin, F. R.; Pilau, F. G.; Spolador, H. F. S.; Otto, R.; Pedreira, C. G. S. **Intensificação sustentável da agricultura brasileira: Cenários para 2050**. Revista de Política Agrícola. 2016.

Martinazzo, R.; Santos, D. R.; Gatiboni, L. C.; Brunetto, G.; Kaminski, J. **Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto afetado pela adição de fosfato solúvel**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p.563-568, 2007.

Maurya, B. R. et al. **Potassium-solubilizing microorganism in evergreen agriculture**. In: Meena V. S., Maurya, B. R., Verma, J. P., Meena, R. S. (eds) Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture. Springer, p. 1-19, 2016.

Nunes, D. A. D. **Mineralização de fósforo orgânico em solos sob leguminosas florestais, floresta secundária e pastagem**. Dissertação - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF - Mestre em Produção Vegetal. p.78, 2011.

Olaniyan, F. T. et al. **The use of soil microbial potassium solubilizers in potassium nutrient availability in soil and its dynamics**. Annals of Microbiology, 2022.

Oliveira, L. B.; Tiecher, T.; Quadros, F. L. F.; Trindade, J. P. P.; Gatiboni, L. C.; Brunetto, G.; Santos, D. R. **Formas de fósforo no solo sob pastagens naturais submetidas à adição de fosfatos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p.867-878, 2014.

Prando, A. M.; Oliveira, A. B. de.; Lima, D. de.; Possamai, E. J.; Reis, E. A.; Nogueira, M. A.; Hungria, M.; Carnevali, R. A. **Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2021/2022 no Paraná**. Circular técnica. 2022.

Ralston, D.B; Mc Bride, R.P. **Interaction of mineral phosphate-dissolving microbes with red pine seedlings**. Plant Soil, Canadá, p. 493-507, 1976.

Rawat, P.; das, S.; Shankhdhar, D.; Shankhdhar, S.C. **Phosphate-Solubilizing Microorganisms: Mechanism and Their Role in Phosphate Solubilization and Uptake**. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2020.

Rehman, H. F.; Ashraf, A.; Muzammil, S.; Siddique, M. H.; Ali, T. **Assessment of zinc solubilization potential of zinc-resistant Pseudomonas oleovorans strain ZSB13 isolated from contaminated soil**. Brazilian Journal of Biology, 2023.

Rheinheimer D. S., Anghinoni I. **Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. p.151-60, 2002.

Rheinheimer, D.; Anghinoni, I. F.; Ores, A. **Organic and inorganic phosphorus as characterized by phosphorus-31 nuclear magnetic resonance in subtropical soils under management systems**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, p.1853-1871, 2002.

Rodríguez, H.; Fraga, R. **Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion**. Biotechnology Advances, p. 319-339, 1999.

Ryu R, Patten CL. **Aromatic amino acid-dependent expression of indole-3-pyruvate decarboxylase is regulated by 4 TyrR in Enterobacter cloacae UW5**. American Society for Microbiology, p. 1-35, 2008.

Santos, D. R.; Gatiboni, L. C.; Kaminski, J. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto**. Ciência Rural, p.576-586, 2008.

Spaepen S, Vanderleyden J, Remans R. **Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signalling**. FEMS Microbiology Reviews, p. 425-448, 2007.

Taiz, L., Zeiger, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal, 6th Edn**. Porto Alegre: Artmed, 888p. 2017.

United Nation (UN). **World population prospects 2022**. Department of Economic and Social Affairs. New York. p. 52, 2022.

United Nation. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Department of Economic and Social Affairs. 2015.

Wang, C.; Pan, G.; Lu, X.; Qi, W. **Phosphorus solubilizing microorganisms: potential promoters of agricultural and environmental engineering**. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023.

Zamuner, E.C.; Picone, L.I.; Echeverria, H.E. **Organic and inorganic phosphorus in Mollisol soil under different tillage practices**. Soil and Tillage Research, p.131-138, 2008.





3ª Reunião de Atualização Técnica sobre Calagem e Adubação em Frutíferas

Os desafios das mudanças climáticas no Sul do Brasil

21 a 23 de maio de 2025

Fundação Casa das Artes - Bento Gonçalves - RS

www.adubafrutifera.com.br

PROGRAMAÇÃO:

21/05/2025 - Quarta-feira (tarde)

- 13:30 - 14:00** Abertura
- 14:00 - 14:30** Mudanças Climáticas, tendências de clima futuro e eventos meteorológicos extremos - Vagner Anabor (UFMS).
- 14:30 - 15:00** Deslizamentos e dinâmica da água em áreas declivosas com cultivo de frutíferas - Gustavo Ribas Curcio (Embrapa Floresta)
- 15:00 - 16:00** Mesa redonda com os palestrantes
- 16:30 - 17:00** Espaço do Patrocinador
- 17:00 - 18:30** Sessão de pôster

22/05/2025 - Quinta-feira (tarde)

- 13:30 - 14:00** Bioinsumos em frutíferas: Propósitos de sua utilização - Paulo Ademar Avelar Ferreira (UFMS)
- 14:00 - 14:30** Biofortificação - Aumento na eficiência de uso dos nutrientes em frutíferas - Luiz Roberto Guimarães Guilherme (UFLA)
- 14:30 - 15:00** Mesa Redonda com os palestrantes
- 16:00 - 17:00** Fertirrigação - O que fazer e não fazer na fertirrigação - Gilmar Ribeiro Nachtigall (Embrapa Uva e Vinho)
- 17:00 - 17:30** Espaço do patrocinador
- 19:00 - 22:30** Jantar de Confraternização - por adesão

22/05/2025 - Quinta-feira (manhã)

- 08:00 - 08:30** Fisiologia das espécies frutíferas e estratégias de adubação via solo e foliar - Danilo Eduardo Rozane (Unesp)
- 08:30 - 09:00** Predição de adubação em frutíferas - Gustavo Brunetto (UFMS)
- 09:00 - 10:00** Mesa Redonda com os palestrantes
- 10:15 - 11:00** Adubação de sistemas em vinhedos - George Wellington Bastos de Melo (Embrapa Uva e Vinho)
- 11:00 - 11:45** Apresentação de resumos destaques de forma oral

23/05/2025 - Sexta-feira (manhã)

Visita técnica 1

- 08:00 - 12:30** • Manejo do solo em videiras; sistemas de condução de videira e novas cultivares de videiras e Bioinsumos (Embrapa Uva e Vinho e Beifiur)

Visita técnica 2

- 08:00 - 12:30** • Manejo da adubação em pessegueiro (problemas, diagnóstico e estratégias de adubação) - Propriedade de Rogério Longo - Pinto Bandeira

Visita técnica 3

- 08:00 - 12:30** • Fertirrigação em morangueiro, estratégias de estabelecimento das plantas de cobertura e sua utilização em vinhedos - Propriedade de Vinicius Dal Oglio - Bento Gonçalves

Realização:



Apoio:



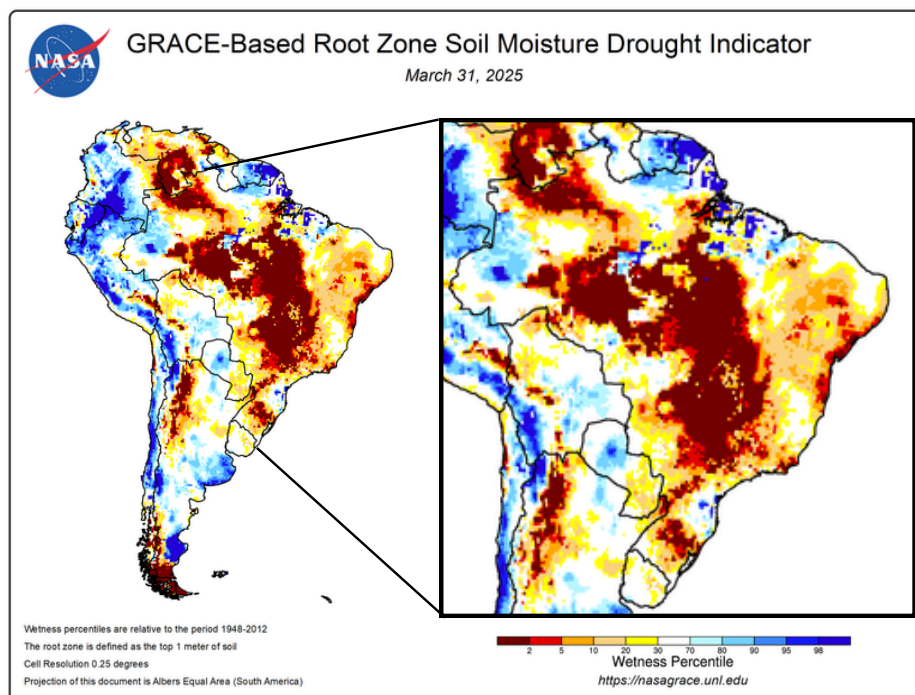
EVOLUÇÃO DA SAFRA AGRÍCOLA 2024/2025

LEVANTAMENTO – MARÇO 2025

André Luis Vian¹ & Thauhana Cássia Gasparotto Kuhn²

¹ Prof. Dr. Faculdade de Agronomia – UFRGS; ² Graduanda em Agronomia – UFRGS

Com o início do outono e com a pouca quantidade e a má distribuição de chuvas na região sul do Brasil, houve uma redução no indicador de umidade do solo na zona radicular, na parte sul do Rio Grande do Sul e centro-leste de Santa Catarina. Já com o início da redução das chuvas na região Centro-Oeste do Brasil, promovendo assim uma acentuada redução da umidade do solo na zona radicular. Para o mês de abril as previsões são de manutenção de boa chuva acumulada acima da média na região norte, na média na região Centro-Oeste e abaixo da média para as regiões nordeste, sudeste e sul.

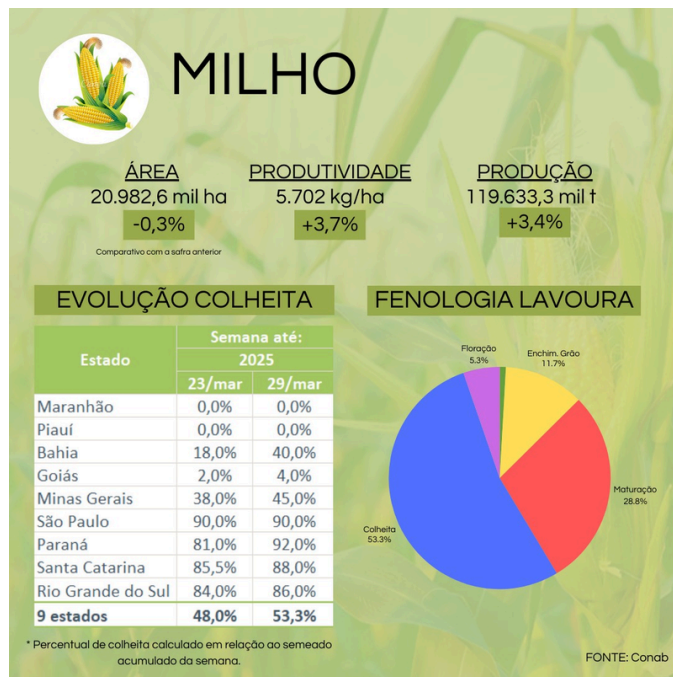
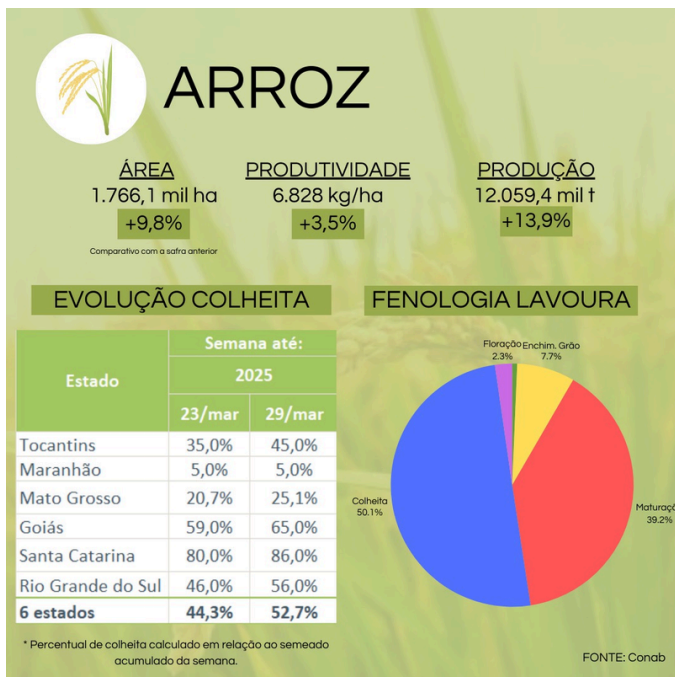


Índice de umidade na zona radicular no final de março de 2025.

Adaptado de Grace- NASA. Dados disponíveis em nasagrace.unl.edu em parceria com National Drought Mitigation Center.

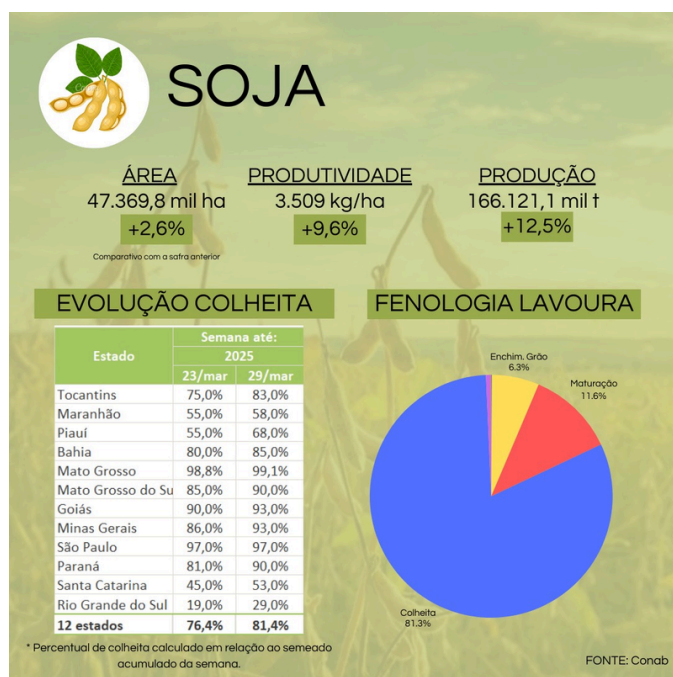
A colheita da safra de arroz avançou no mês de março principalmente em Goiás e Santa Catarina, superando os 59% da área colhida. O ritmo de colheita das lavouras do RS está acelerado e no último levantamento já foram colhidos 46% da área cultivada.

A safra do milho no RS atingiu 84% da área colhida, e com bons resultados. As estimativas iniciais são de uma safra acima da média em relação aos últimos anos. O cultivo da segunda safra no Centro-Oeste vem se desenvolvendo com ritmo adequado, e observa-se que a colheita atingiu 53% da área cultivada no país.



Evolução das safras de arroz e de milho no Brasil comparando com a safra 2024/2025 (Dados de Março). Informações IRGA e CONAB.

A colheita da safra de soja atingiu 81% da área semeada no Brasil, sendo que as regiões do Centro-Oeste, do Sudeste e do MATOPIBA atingido quase sua totalidade. O Maranhão, Piauí, Santa Catarina e Rio Grande do Sul estão se aproximando ou passando da metade da área colhida. As expectativas da produtividade são altas para as regiões centro-oeste e sudeste, com produtividades médias acima de 60 sacas ha. O RS e MS em função do período de deficiência hídrica que aconteceu durante o ciclo a expectativa de produtividade são de 37 e 51 sacas ha, respectivamente. Dados Rally da Safra, 2025.



Evolução das safras de soja no Brasil comparando com a safra 2024/2025 (Dados Março de 2025). Informações CONAB.



**AGRO
EXTENSÃO**

Ano 3 | Nº 3 | Março de 2025

ISSN 2965-6389

BOLETIM AGRONÔMICO

PRODUZINDO CONHECIMENTO PARA O CAMPO!

