

Março 2012 / Ano XIV / Nº 154 / ISSN 1516-358X - R\$ 15,00

# Cultivar Grandes Culturas

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

## Soja

O panorama da ferrugem asiática



## Algodão

Como suprimir o bicudo

## Arroz

Nematoídes das galhas

# Tempo de revisar

Com as constantes alterações na cultura da soja e no ataque de percevejos torna-se necessário revisar as estratégias de manejo dessas pragas. Saiba como proceder para alcançar resultados eficientes e duradouros no combate a esses insetos



# Simbiose nutritiva

A Fixação Biológica de Nitrogênio em feijoeiro comum apresenta resultados promissores e desafios a serem transpostos para que sua eficiência atinja resultados similares aos obtidos em soja. A realização de mais pesquisas, que selecionem estirpes eficientes e competitivas, associadas a genótipos altamente produtivos e à difusão da tecnologia junto ao produtor, são avanços necessários para melhorar o desempenho da Fixação Biológica de Nitrogênio nessa cultura

A prática da inoculação das sementes de leguminosas representa uma alternativa de baixo custo para aumentar o rendimento das culturas, além de evitar a contaminação dos recursos hídricos pela diminuição da quantidade de adubo nitrogenado utilizado e diminuir a emissão de gases de efeito estufa. É comprovadamente uma tecnologia barata, de simples utilização e com significativo retorno econômico, principalmente em culturas em que o N mineral pode ser 100% substituído pela Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), como na soja.

A simbiose com o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é complexa. Embora exista grande diversidade de estirpes de rizóbio eficientes no processo de FBN, apesar de muitas delas também apresentarem suscetibilidade a fatores ambientais, a planta do feijoeiro comum possui baixa seletividade, o que resulta em desvantagem competitiva para o inoculante em relação à população nativa de rizóbio. Entretanto, diversos resultados de pesquisas têm indicado respostas positivas à inoculação (Figura 1), representando um estí-

mulo à prática e à continuidade dos trabalhos de campo e de pesquisa.

Entre os sistemas biológicos envolvendo planta e microrganismos, a simbiose das leguminosas – rizóbio, é a de maior expressão. Em razão da importância econômica e social do feijoeiro comum no Brasil e da potencialidade e necessidade de incrementar sua produtividade, estudos com o objetivo de otimizar o processo de nodulação e, conseqüentemente, da FBN, como forma de melhorar a oferta de nutrientes às plantas, é uma prática de grande



O feijoeiro comum também é capaz de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio

importância e muito necessária para promover a sustentabilidade da atividade.

## FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro comum, contudo, nem sempre a aplicação de N mineral nos solos tropicais pode apresentar resposta na produtividade. A maior parte das reservas de nitrogênio do solo é proveniente da fixação biológica (Tabela 1). Portanto, a simbiose das leguminosas com as bactérias de gênero *Rhizobium* contribui de forma significativa com a incorporação do N<sub>2</sub> fixado ao ecossistema. Estima-se que 20% do N<sub>2</sub> fixado anualmente na terra provém da associação *Rhizobium* x leguminosas.

O N necessário à cultura pode provir de três fontes: do solo, incluindo a matéria orgânica e uma pequena fração resultante da decomposição de rochas, dos fertilizantes nitrogenados e da fixação biológica do nitrogênio (FBN). O solo representa uma fonte limitada do nutriente, facilmente esgotável após alguns cultivos. Já os fertilizantes nitrogenados apre-

sentam custo elevado (produto e aplicação). O nitrogênio proveniente da fixação biológica, por sua vez, não apresenta custo direto ao produtor, podendo ser considerado um pequeno gasto, frente ao preço dos demais insumos.

O aproveitamento do N do fertilizante é normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, atingir entre 5% e 10%. A oferta de N mineral às plantas está na dependência direta da contínua decomposição da matéria orgânica (mineralização do N) e da adubação nitrogenada. Por sua vez, o processo de FBN atmosférico ocorre livremente no solo ou em associação com espécies vegetais e microrganismos.

Em ambientes tropicais, a importância da FBN está relacionada com a baixa disponibilidade de nitrogênio nos solos, agravada pela lixiviação desse macronutriente. No entanto, a otimização da FBN requer estudos de seleção de associações eficientes e adaptáveis às condições regionais.

## O FEIJOEIRO COMUM E A FBN

Como muitas espécies de leguminosas, o feijoeiro comum também é capaz de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, podendo, assim, garantir parte de suas exigências desse nutriente por meio do

Processo	Milhões de toneladas de nitrogênio/ano	Processo	Milhões de toneladas de nitrogênio/ano
Adições totais	320 (100)	Perdas totais	312 (100)
Fixação biológica	175 (56)	Desnitrificação	135 (43)
Fertilizantes	85 (26)	Deposição de NH <sub>3</sub>	62 (20)
Deposição atmosférica	20 (6)	Lixiviação	90 (29)
Antropogênica	40 (12)	Erosão	25 (8)

Números entre parênteses são contribuições relativas de cada processo em relação ao total. Fonte: Paul e Clark (1996).

processo de fixação biológica. Resultados de pesquisa apontam que a cultura do feijoeiro comum se beneficia, no campo, da FBN, de forma diferente em relação aos genótipos de feijoeiro comum e às estipes de bactérias. Assim, um dos grandes desafios é conseguir um manejo adequado dessa simbiose (genótipo x estipe x ambiente), com o objetivo de aumentar a sua eficiência em níveis próximos ou similares aos obtidos com a cultura da soja.

Há um conceito geral de que o feijoeiro comum possui baixa capacidade fixadora de nitrogênio em associação com as bactérias do gênero *Rhizobium*. Várias espécies de rizóbio são capazes de nodular o feijoeiro comum, incluindo *R. leguminosarum*, *R. phaseoli*, *R. tropici*, *R. gallicum*, *R. giardinii* e *R. etli*. Quando as bactérias estão presentes no solo, naturalmente ou via inoculação, “reconhecem”

e “infectam” as raízes da planta hospedeira, provocando a formação de nódulo onde ocorre a fixação do N<sub>2</sub> (Figura 2).

Atualmente, o inoculante comercial para o feijoeiro comum no Brasil é produzido com o *Rhizobium tropici*, uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais, resistente a altas temperaturas, acidez do solo e altamente competitiva, ou seja, em condições de cultivo favoráveis é capaz de formar a maioria dos nódulos da planta, predominando sobre a população de rizóbio presente no solo.

A inoculação do feijoeiro comum é, muitas vezes, limitada, devido a características intrínsecas da planta, como baixa capacidade de FBN e alta suscetibilidade a estresses ambientais, ao ataque de pragas e doenças, à ineficiência das estirpes de rizóbio nativas no



Exactly your chemistry.

## Clariant Crop Protection – chegou a hora de uma nova perspectiva em pesquisa e serviços

A maximização de nossas receitas agrícolas constitui-se em um dos maiores desafios globais – fundamental para enfrentar as megatendências atuais, como o rápido crescimento populacional. A Clariant Crop Protection fornece os adjuvantes e aditivos necessários para que você possa atender efetivamente às necessidades de seus clientes, ajudando-os a melhorar a safra. Além disso, dispõe de uma ampla linha de soluções e serviços exclusivos para tornar seus produtos mais eficazes, reduzir o consumo de água e energia, bem como auxiliar no cumprimento das exigências regulatórias. Contando com uma equipe global de especialistas e centros de produção no mundo inteiro, somos o parceiro preferencial dos líderes do setor.

Clariant S.A., Avenida das Nações Unidas, 18001, São Paulo 04795-900, Brasil, Tel: +55 11 5883 7424, [www.cropprotection.clariant.com](http://www.cropprotection.clariant.com)

What do you need?



Figura 1 - Plantas de feijoeiro comum cultivar BRS Pérola crescidas em vaso Leonard com solução nutritiva de Norris. Plantas 1 a 3: inoculadas com as estirpes BR 520 e BR 322 de *Rhizobium tropici*; Planta 4: não inoculada

solo, entre outras. Porém, alguns resultados de pesquisa constataram incrementos expressivos na produtividade, devido à inoculação do feijoeiro comum.

### FATORES QUE AFETAM A INOCULAÇÃO NO FEIJOEIRO COMUM

O feijoeiro comum tem sido cultivado extensivamente em solos ácidos das regiões tropicais, embora seja considerada uma cultura sensível a condições ácidas, exigindo a correção do pH para garantir a sua produtividade. Além do efeito da acidez em si, dependendo do tipo de solo, as deficiências nutricionais normalmente associadas às condições ácidas do solo, como de cálcio (Ca), magnésio (Mg), molibdênio (Mo) e fósforo (P), e a toxidez provocada pela elevação nos níveis de alumínio (Al) e manganês (Mn) são fatores limitantes à cultura e, conseqüentemente, à simbiose.

Além da calagem, é importante proceder a correção do solo com os demais nutrientes. Ressalta-se a importância do fornecimento de fósforo, deficiente na maioria dos solos tropicais, que tem efeito marcante sobre a atividade da nitrogenase (enzima responsável pela FBN), devido ao alto dispêndio energético promovido pelo processo de fixação. O molibdênio (Mo) é um micronutriente que apresenta efeito marcante sobre a eficiência da simbiose, sendo constituinte estrutural da enzima nitrogenase, daí a sua grande importância para as leguminosas em geral.

Em experimentos de identificação e quantificação da população de rizóbios no solo ainda não se identificou se a dominância de *R. tropici* em solos ácidos ocorre porque essa

espécie é mais competitiva ou se a tolerância intrínseca dessa espécie à acidez apenas favorece sua sobrevivência e, pela vantagem numérica, a ocupação dos nódulos aumenta.

A tolerância à acidez do solo não é necessariamente correlacionada à tolerância ao Al do solo. Níveis elevados de Al no solo diminuem a taxa de crescimento de quase todas as estirpes de rizóbios que apresentam tolerância a baixos níveis de pH do solo. A toxidez de Al só se torna importante a pH 5,0 ou mais baixo, onde vai interferir principalmente nas simbioses onde a planta e o rizóbio sejam tolerantes a estes níveis de pH. Poucos isolados de rizóbios são capazes de crescer em níveis de pH menores do que 4,5.


O processo de FBN também é comprometido com a ocorrência de deficiências hídricas, pois, durante a seca o ciclo de cultivo do feijoeiro comum é prejudicado em diferentes etapas do processo de nodulação e na atividade nodular, além de afetar a sobrevivência do rizóbio no solo.

Um dos fatores limitantes à simbiose rizóbio-leguminosa, em condições tropicais, é a ocorrência de altas temperaturas no solo e no ambiente, que atingem médias superiores a 38°C, considerando-se as camadas superficiais do solo, região onde se concentra a nodulação de leguminosas como o feijoeiro comum e a soja. Altas temperaturas afetam a sobrevivência do rizóbio no solo, o processo de infecção, formação dos nódulos e ainda a atividade de FBN.

A temperatura elevada é mais agravante no início do desenvolvimento da cultura, quando o solo está descoberto, afetando no

estágio mais sensível, que é o da infecção das raízes pelo rizóbio, sendo este problema acentuando em período de estiagem. Para a maioria das espécies de rizóbio a temperatura ótima de crescimento está entre 28°C e 31°C, com muitas espécies incapazes de crescer abaixo de 10°C ou acima de 31°C.

Plantas de feijoeiro comum crescidas com N mineral são menos afetadas pelas altas temperaturas comparadas às que não recebem adubação. A eficiência da FBN depende das condições fisiológicas da planta hospedeira que fornece a energia necessária para que a bactéria possa realizar eficientemente este processo.

Em regiões que se caracterizam por apresentar teores baixos de N no solo, a prática da inoculação pode resultar em incrementos na produtividade e, por isso, deve ser incentivada. Por isso, há necessidade de mais pesquisas que selecionam estirpes eficientes e competitivas associadas a genótipos altamente produtivos de feijoeiro comum. Posteriormente, não menos importante, essas tecnologias e informações devem chegar ao principal interessado: o agricultor, auxiliando assim a uma agricultura mais sustentável. 

**Cláudia Fabiana A. Rezende e Eliana Paula Fernandes**  
Universidade Federal de Goiás  
**Fábio Luiz Partelli,**  
Univ. Federal do Espírito Santo  
**Enderson Petrônio de B. Ferreira,**  
Embrapa Arroz e Feijão



Figura 2 - Raiz de feijoeiro comum cultivar BRS Pérola apresentando nodulação em função da inoculação com as estirpes BR 520 e BR 322 de *Rhizobium tropici*