

## Manejo de solo e adubação na Região de Patos de Minas-MG: Reflexões a partir de resultados do Circuito Grãos de Minas



Lavouras de sorgo e milho “safrinha” na região de Patos de Minas-MG, 2017

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**DOCUMENTOS 242**

**Manejo de solo e adubação na Região de de Patos de Minas-  
MG: Reflexões a partir de resultados do Circuito Grãos de Minas**

Álvaro Vilela de Resende  
Emerson Borghi  
Derli Prudente Santana  
Alexandre Ferreira da Silva  
Alexandre Martins Abdão dos Passos  
Dagma Dionísia da Silva  
Elena Charlotte Landau  
Flávia Cristina dos Santos  
Ivênio Rubens de Oliveira  
Marco Aurélio Guerra Pimentel  
Miguel Marques Gontijo Neto  
Rubens Augusto de Miranda  
Simone Martins Mendes  
Gustavo Ferreira de Sousa  
Maila Adriely Silva  
Mateus Gonçalves de Borba  
Pedro Rocha Santos

**Esta publicação está disponível no endereço:**  
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

**Embrapa Milho e Sorgo**  
Rod. MG 424 Km 45  
Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
Fax: (31) 3027-1188  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Maria Marta Pastina*

Secretário-Executivo  
*Elena Charlotte Landau*

Membros  
*Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria  
Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone,  
Roberto dos Santos Trindade e Rosângela Lacerda  
de Castro*

Revisão de texto  
*Antonio Claudio da Silva Barros*

Normalização bibliográfica  
*Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)*

Tratamento das ilustrações  
*Mônica Aparecida de Castro*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Mônica Aparecida de Castro*

Foto da capa  
*Álvaro Vilela de Resende*

**1ª edição**  
*Publicação digitalizada (2019)*

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

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

Embrapa Milho e Sorgo

---

Manejo de solo e adubação na Região de de Patos de Minas-MG: Reflexões  
a partir de resultados do Circuito Grãos de Minas / Álvaro Vilela de  
Resende... [et al.]. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

26 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 242).

1. *Zea mays*. 2. Solo. 3. Adubação. 3. Manejo integrado. 4. Nutriente. I.  
Resende, Álvaro Vilela de. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

## Autores

### **Álvaro Vilela de Resende**

Eng.-Agrôn, DSc em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

### **Emerson Borghi**

Eng.-Agrôn, DSc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

### **Derli Prudente Santana**

Eng.-Agrôn, DSc em Curso de Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

### **Alexandre Ferreira da Silva**

Eng.-Agrôn, DSc em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

### **Alexandre Martins Abdão dos Passos**

Eng.-Agrôn, DSc em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

### **Dagma Dionísia da Silva**

Eng.-Agrôn, DSc em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

### **Elena Charlotte Landau**

Bióloga, DSc em Ecologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

### **Flávia Cristina dos Santos**

Eng.-Agrôn, DSc em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

**Ivênio Rubens de Oliveira**

Eng.-Agrôn, DSc em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

**Marco Aurélio Guerra Pimentel**

Eng.-Agrôn, DSc em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

**Miguel Marques Gontijo Neto**

Eng.-Agrôn, DSc em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

**Rubens Augusto de Miranda** Economista, DSc em Administração, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

**Simone Martins Mendes**

Eng.-Agrôn, DSc em Agronomia (Entomologia), Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

**Gustavo Ferreira de Sousa** Eng.-Agrôn, ex-aluno do Centro Universitário Patos de Minas (Unipam)

**Maila Adriely Silva**

Eng.-Agrôn, ex-aluna do Centro Universitário Patos de Minas (Unipam)

**Mateus Gonçalves de Borba**

Eng.-Agrôn, ex-aluno do Centro Universitário Patos de Minas (Unipam)

**Pedro Rocha Santos**

Eng.-Agrôn, ex-aluno do Centro Universitário Patos de Minas (Unipam)

## Apresentação

O agronegócio brasileiro carece de dados estatísticos e de informações conjunturais sobre o que acontece nas unidades produtoras. Muitos agricultores, técnicos e gestores públicos se interessam, mas não têm disponibilidade de informações mais detalhadas sobre como estão evoluindo os sistemas agropecuários à sua volta. Quando é possível dispor de indicadores regionalizados, os diagnósticos podem ser mais precisos e úteis. O 1º Circuito Grãos de Minas foi um exemplo de como a integração de esforços do setor público com entidades representativas dos produtores e empresas privadas, envolvendo também a participação dos produtores individualmente, pode alavancar ações de interesse mútuo, e mesmo, dar suporte às políticas públicas setoriais. Durante o Circuito, foram levantados dados acerca de diversos aspectos relacionados à conjuntura da produção de grãos na região de Patos de Minas-MG. Parte dessas informações já foi disponibilizada na forma de publicações (Resende et al., 2017; Oliveira et al., 2018) e seminários. As fazendas especializadas no cultivo de grãos empregam diferentes estratégias no tocante ao manejo do recurso solo, clima, gerenciamento de infraestrutura e dinâmica de mercado, e, diante da profusão de possibilidades, o uso de corretivos e fertilizantes também segue critérios variáveis. Com todo avanço tecnológico disponível, é comum encontrar lavouras que ainda podem receber aprimoramentos na sua condução e na forma como são feitos os investimentos em adubação. A presente publicação complementa as anteriores, trazendo os dados do Circuito e reflexões sobre o tema “solos e adubação”.

*Frederico Ozanan Machado Durães*  
Chefe-geral

## Sumário

Introdução .....	08
Características climáticas regionais e o papel do manejo de solo .....	10
Resultados do Circuito Grãos de Minas .....	11
Tomadores de decisão .....	11
Manejo do solo .....	12
Modos de fornecimento de nutrientes .....	13
Quantidades de nutrientes nas adubações .....	15
Oportunidades para ganhos de eficiência .....	20
Considerações finais .....	23
Referências .....	24

## Introdução

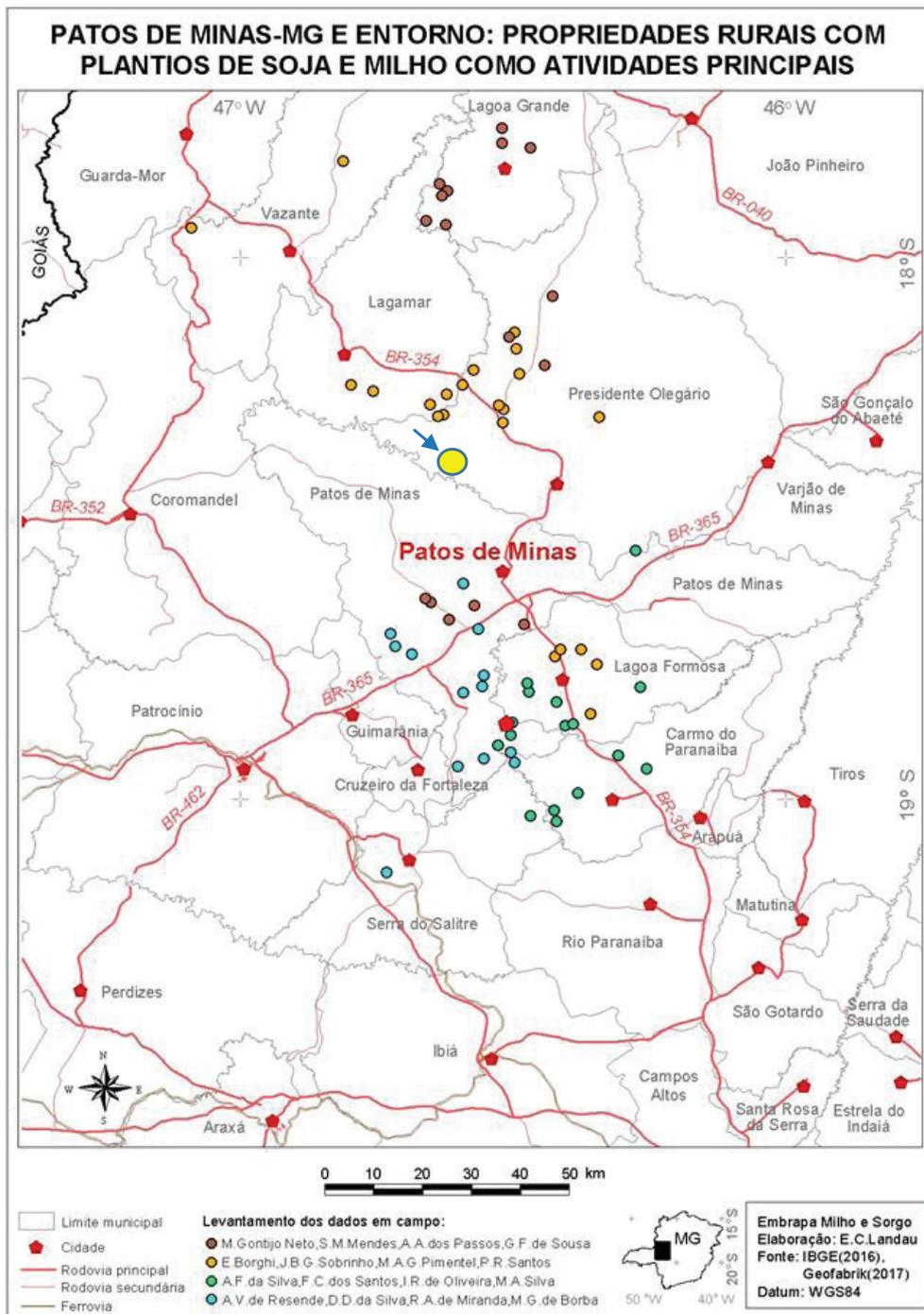
No âmbito do projeto “Boas práticas agrícolas para o aumento da eficiência tecnológica de sistemas de produção de milho na região de Patos de Minas, entre os dias 29/05 e 02/06/2017, foi realizado o Circuito Grãos de Minas (Figura 1), com visitas a áreas cultivadas no entorno do município mineiro (Figura 2). A partir da indicação de parceiros locais, quatro equipes, compostas por técnicos da Embrapa e alunos do Centro Universitário de Patos de Minas (Unipam), percorreram fazendas produtoras de grãos (especialmente milho e soja). Foram obtidas informações diversas sobre as características e o manejo dos sistemas de produção com soja e milho na região, por meio do preenchimento de questionários e de avaliações de talhões de milho *in loco*.



**Figura 1.** Logomarca do Circuito Grãos de Minas, evento realizado em parceria com associação de produtores, Sindicato Rural de Patos de Minas, Unipam, e empresas do setor de insumos e serviços de assistência técnica. (Fonte: Embrapa Milho e Sorgo/NCO, 2017).

Foram percorridos cerca de 4.300 km na região, com visitas a 93 propriedades, preenchimento de 67 questionários e 44 boletas de campo. Logo em seguida à finalização do Circuito, em agosto de 2017, foi disponibilizada uma publicação registrando as percepções preliminares dos técnicos da Embrapa, de diferentes especialidades, que estiveram nas fazendas (Resende et al., 2017). A presente publicação vem em complemento à primeira, detalhando dados relativos ao tema “*manejo do solo e adubação*”, com subsídios para um diagnóstico situacional, acompanhado de recomendações de estratégias e boas práticas visando ganhos de eficiência e de sustentabilidade na produção de grãos. Enfatizam-se as oportunidades de maior racionalidade nas adubações por meio de ajustes baseados no balanço periódico de nutrientes no sistema de produção. As informações levantadas na área de influência do município de Patos de Minas refletem com razoável representatividade o cenário agrícola da mesoregião do Alto Paranaíba.

O manejo conservacionista na utilização do solo, associado ao adequado dimensionamento das aplicações de fertilizantes, constitui a base das atividades agropecuárias sustentáveis em ambientes tropicais. Daí sua importância relacionada ao alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente daqueles vinculados à segurança alimentar, ao desenvolvimento econômico e social, à convivência com as mudanças do clima e à reversão da degradação das terras. O levantamento das realidades regionais de áreas produtoras de grãos, ao gerar diagnóstico sobre as condições de uso do solo e de manejo nutricional das lavouras, permite identificar pontos fortes e fragilidades para embasar ações de transferência de tecnologia e de pesquisa nessa temática, tal como expresso na presente publicação



**Figura 2.** Região de abrangência do 1º Circuito Grãos de Minas, área de influência de Patos de Minas-MG. Círculos menores coloridos mostram a localização das propriedades visitadas pelas equipes. (Elaboração: Elena Charlotte Landau, 2017).

Embora nem sempre seja perceptível em curto prazo, o modo como se operacionaliza a utilização do solo numa propriedade agrícola tem implicações importantes, não só no desempenho produtivo, mas na própria qualidade e no valor da terra como um bem imobiliário. O solo como substrato apropriado ao cultivo rentável e a quantidade e qualidade da água constituem recursos naturais imprescindíveis e escassos na agricultura moderna, estando permanentemente sujeitos a diversas formas de degradação. Assim sendo, as alternativas de exploração mais conservacionistas passaram a representar um fator de competitividade no agronegócio, ao associarem proteção contra erosão e maior retenção de água e nutrientes nas lavouras.

Por sua vez, o gerenciamento eficiente das adubações é uma necessidade constante, tendo em vista a participação expressiva dos fertilizantes no custo de produção de grãos. Aplicações subdimensionadas de nutrientes levam à redução das reservas existentes no sistema e podem restringir a produtividade, enquanto o seu fornecimento exagerado implica desperdício de adubo, perda de rentabilidade e eventual risco de contaminação do ambiente. Portanto, não há mais lugar para adubações fixas ou definidas empiricamente, abordagens precárias que devem ser substituídas por programas de manejo integrado de nutrientes, que considerem adequadamente a real demanda das culturas e o equilíbrio nutricional, com monitoramento frequente para manter balanços bem ajustados aos sistemas de produção.

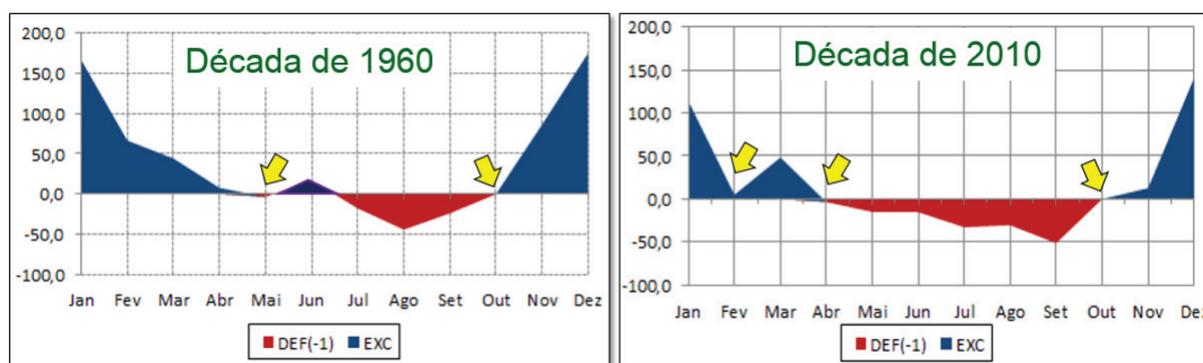
## Características climáticas regionais e o papel do manejo de solo

O clima é o principal condicionante do potencial produtivo de lavouras numa determinada região, em que a distribuição de chuvas ao longo do ano atua como moduladora das estações de cultivo e, conseqüentemente, das combinações de espécies possíveis de culturas, no desenho de sistemas de produção adaptados para cada localidade.

A Figura 3 representa o balanço hídrico em Patos de Minas, considerando recortes temporais das décadas de 1960 e de 2010. As diferenças entre os gráficos refletem efeitos de oscilações em variáveis climáticas, como temperatura e pluviosidade, interferindo no regime hídrico. Há indicativos de que eventos de déficit de água no solo vêm se tornando um fator cada vez mais crítico para a agropecuária na região.

Nesse cenário, tecnologias e práticas de manejo que promovam maior captação, armazenamento e aproveitamento da água das chuvas no solo compõem um diferencial na busca de estabilidade de produção. Esses aspectos ganham importância diante de situações de maior frequência e intensidade dos veranicos, anormalidades climáticas de baixa previsibilidade, que resultam em seqüências aleatórias de anos de “*safras boas e ruins*”.

O sistema plantio direto (SPD) conjugado com o controle da acidez do solo e adubações em níveis adequados é atualmente uma das principais estratégias, ao alcance de boa parte dos produtores, para lidar com o desafio de produzir bem em ambientes sujeitos ao déficit hídrico, como é o caso da maioria das áreas agrícolas no bioma Cerrado.



**Figura 3.** Extratos dos balanços hídricos mensais em Patos de Minas-MG, destacando os períodos de deficiência (DEF -1) e de excedente (EXC) hídrico ao longo do ano, nas décadas de 1960 e de 2010. As setas assinalam mudanças temporais ao se comparar os gráficos, com tendência de redução na oferta hídrica. Fonte: Adaptado de Souza et al. (2016).

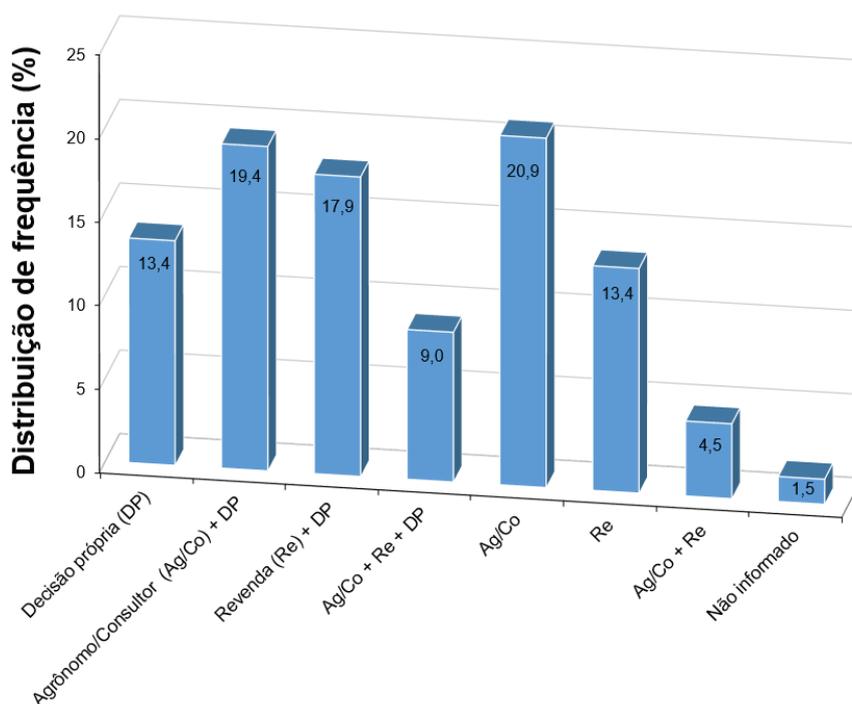
Os ambientes de maior potencial produtivo, tamponamento e resiliência, invariavelmente, se caracterizam pela exploração agrícola mais bem planejada, envolvendo diversificação de culturas, com elevado aporte anual de resíduos vegetais (palhada) e perfil de solo condicionado para estimular o crescimento radicular profundo. Sistemas conduzidos dessa maneira se beneficiam ao mesmo tempo em que mantêm processos e atributos de melhor qualidade química, físico-hídrica e biológica, que expressam a verdadeira fertilidade do solo.

## Resultados do Circuito Grãos de Minas

### Tomadores de decisão

Uma tendência na agricultura moderna é que o produtor busque respaldo técnico para as suas decisões relacionadas ao estabelecimento e condução das lavouras. Na região de Patos de Minas, apenas 13,4% dos produtores tomam unicamente para si a responsabilidade pela definição de quais cultivares e adubação utilizar em cada safra, enquanto 46,3% optam pela decisão compartilhada, mediante apoio de agrônomos, consultores e/ou empresas de revenda de insumos. Por outro lado, em cerca de 39% das fazendas, o produtor não se envolve nessa tomada de decisão, confiando a tarefa totalmente a terceiros (Figura 4).

Um aspecto a destacar é que qualquer dessas alternativas pode ser bem-sucedida, desde que no processo decisório sejam observados critérios técnicos e se conheçam indicadores de desempenho físico e econômico em resposta às escolhas efetuadas. Além disso, é uma necessidade a constante atualização a respeito das alternativas de mercado e de informações comparativas de eficiência em diferentes condições de cultivo. Enfim, com um olho no que acontece em sua lavoura, o produtor deve estar antenado também no que se passa na região, buscando sempre agregar tecnologias, insumos e práticas de manejo que tragam vantagens ao seu sistema de produção.



**Figura 4.** Distribuição de frequência das formas de definição de uso de cultivares e de adubação para as lavouras na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

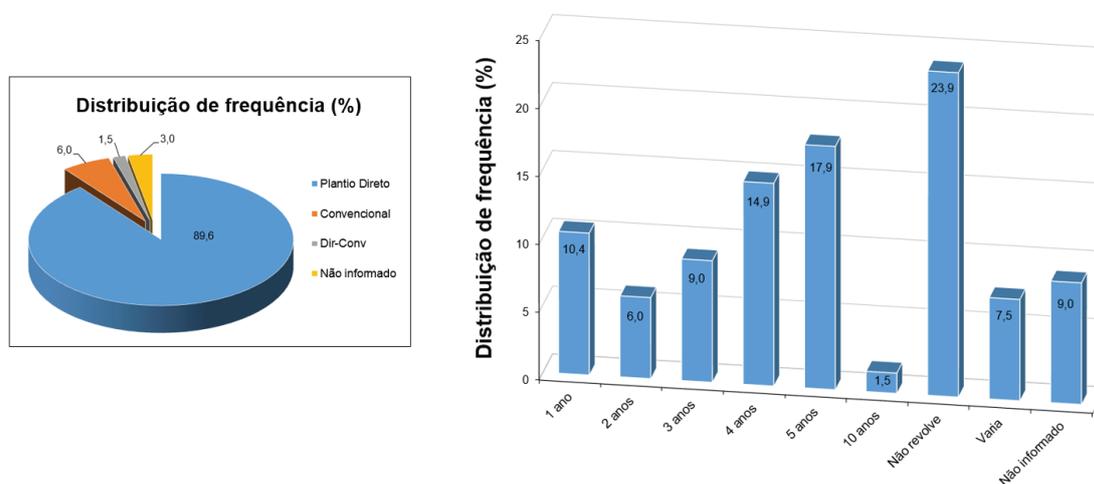
## Manejo do solo

Perguntados sobre o sistema de manejo do solo utilizado nas áreas de cultivo, praticamente 90% dos entrevistados informaram que adotam o plantio direto. Contraditoriamente, em outro item do questionário aplicado, apurou-se que são realizadas operações de revolvimento do solo com frequência relativamente alta. Em torno de 40% dos entrevistados afirmaram promover alguma forma de preparo do solo em intervalos de 1 a 4 anos (Figura 5). Esse último dado corrobora o que se constatou visualmente ao longo dos trajetos e propriedades percorridos durante o Circuito Grãos de Minas, quando chamou a atenção a grande proporção de áreas com solo revolvido.

Infelizmente, a avaliação da presença de palhada nos talhões visitados comprovou que, em 35% das lavouras de milho segunda safra, praticamente não havia cobertura morta na superfície, estando o solo demasiadamente exposto. Apenas cerca de 9% das áreas dispunham de boa quantidade de palhada (Figura 6). Além do revolvimento periódico do solo, a falta de diversificação de espécies para enriquecer os esquemas de sucessão soja/milho contribuiu para a escassa proteção do solo.

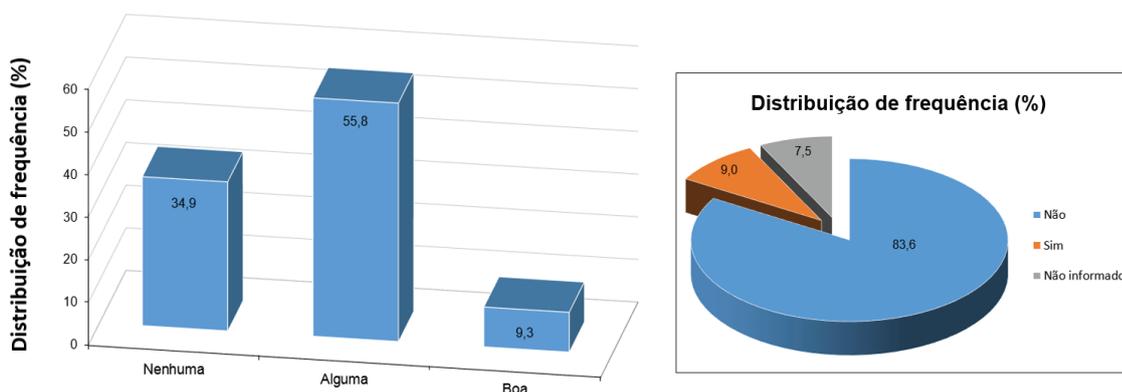
Ainda é incipiente na região a modalidade de inserção de capins em consórcio com o milho/sorgo ou em sobressemeadura na soja, visando aumentar o aporte de biomassa, principalmente na entressafra. Somente 9% dos entrevistados comunicaram já utilizar o consórcio com capim em áreas de lavoura (Figura 6). A partir de um estudo conduzido em fazenda no município de Presidente Olegário-MG, Borghi et al. (2016) relataram resultados de alternativas de consórcio de milho com braquiária (*Urochloa ruziziensis*), demonstrando sua viabilidade para incremento de palhada em áreas de grãos, sem prejuízo ao desempenho produtivo do milho na região.

O fato de estratégias mais conservacionistas de uso do solo não serem a regra contrasta com a tradicional vocação e o destacado potencial da região de Patos de Minas e de todo o Alto Paranaíba na produção de grãos. Esta pode ser uma lacuna tecnológica que fragiliza a atividade agrícola nas propriedades em que a proteção do solo não é uma prioridade, sobretudo considerando os riscos climáticos relacionados ao estresse hídrico (Figura 3). Nunca é demais enfatizar que os efeitos prejudiciais do déficit hídrico nas culturas são significativamente amenizados quando há satisfatória cobertura de resíduos vegetais sobre o solo, favorecendo a conservação da umidade, além da qualidade física, química e biológica no perfil, estimulando o aprofundamento do sistema radicular.



**Figura 5.** Distribuição de frequência do sistema de manejo (esquerda) e do intervalo com que se revolve o solo (direita), na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

Embora não tenha sido uma variável quantificada no questionário, constatou-se, durante as entrevistas, que em algumas partes da região é grande a frequência de áreas de cultivo arrendadas. Uma parcela dos produtores dispõe de área própria relativamente pequena, mas explora uma extensão proporcionalmente muito maior de terras arrendadas. A conjuntura de arrendamento ajuda a explicar a aparente carência de investimentos em tecnologias e práticas de manejo para promover a qualidade e a conservação do solo (qualidade do plantio direto), as quais normalmente agregam benefícios econômicos perceptíveis somente em longo prazo (Resende et al., 2017). Tem-se, assim, um fator que acaba por desestimular maiores esforços em “zelar pelo solo”.



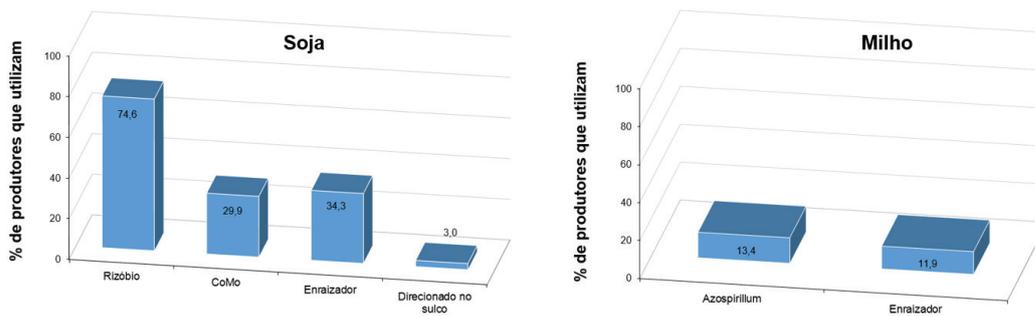
**Figura 6.** Distribuição de frequência da presença de palhada em lavouras de milho (esquerda) e da utilização de consórcio com capim em áreas de lavoura (direita), na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

### **Modos de fornecimento de nutrientes**

Os cuidados no atendimento das demandas nutricionais das culturas na região vão desde a inclusão de produtos para nutrição no tratamento de sementes, passando por diversos modos de adubação via solo, até aplicações via fertirrigação e pulverizações foliares. A gama de possibilidades aumenta a complexidade gerencial e, muitas vezes, também pode dificultar a identificação de relações de causa e efeito sobre a produtividade das lavouras. Essa situação faz com que seja comum o aporte desmedido de alguns nutrientes em detrimento de outros, gerando condições indesejáveis de desequilíbrio, que podem afetar o desempenho agrônômico e econômico do sistema.

No cultivo de soja, chama atenção o fato de que nem todos os produtores realizam a inoculação com rizóbio (Figura 7), prática cuja aplicação a cada safra é comprovadamente vantajosa em assegurar o suprimento de nitrogênio (N) necessário para boas produtividades, dispensando o uso de fertilizantes nitrogenados. Adicionalmente, apenas 30% fazem uso de cobalto e molibdênio no tratamento de sementes, micronutrientes imprescindíveis ao processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Por fim, destaca-se que o fato de que mais de um terço dos produtores investem em enraizadores para a soja, proporção que não se mantém para o milho segunda safra.

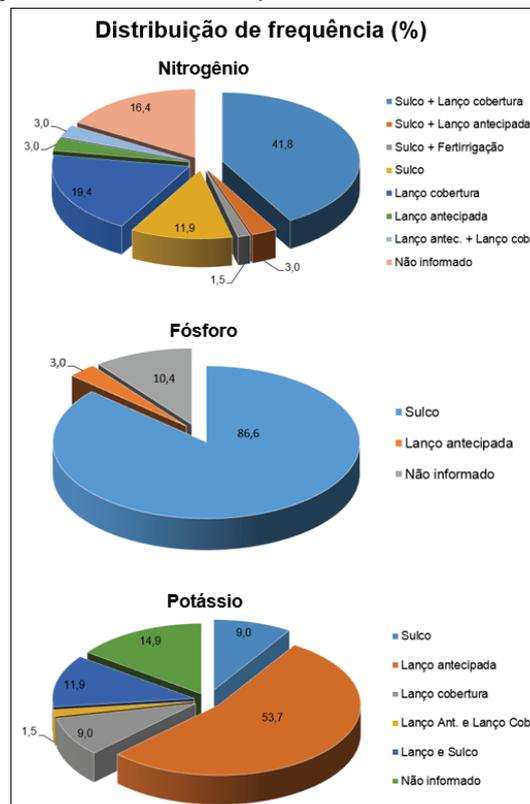
A inclusão, no tratamento de sementes, de produtos com efeitos sobre a nutrição das culturas demonstra o intuito de se galgar novos patamares produtivos. Contudo, é preciso esclarecer que eles promovem efeitos aditivos, de modo que um produto não substitui outro. Por exemplo, um enraizador não cumpre as funções do inoculante a base de rizóbio. Este, necessariamente, deve ser usado de forma rotineira, como protocolo mínimo no tratamento de sementes ou aplicado em jato dirigido no sulco de semeadura. Cabe lembrar ainda que, no caso do milho segunda safra ou safrinha, parte expressiva do nitrogênio absorvido pelas plantas é suprido pela mineralização dos restos culturais da soja cultivada no verão e, se a FBN não funciona adequadamente, esse suprimento também é restringido.



**Figura 7.** Distribuição de frequência da utilização de produtos para nutrição vegetal no tratamento de sementes das culturas de soja e de milho, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

O fornecimento de N para o milho segunda safra é realizado de diversas maneiras pelos produtores da região, combinando local, momento e forma de distribuição dos fertilizantes (Figura 8). Predomina a aplicação parcelada, com parte no sulco de semeadura e o restante a lanço em cobertura. Mas uma proporção expressiva dos produtores opta por alocar todo o N no sulco ou em cobertura a lanço.

A adubação com fósforo (P) no sistema soja/milho segunda safra é feita majoritariamente no sulco de semeadura (Figura 8). Apenas 3% dos produtores adotam a aplicação a lanço antecipada, modalidade que exige observância de critérios técnicos (Prochnow et al., 2017) que comprovem sua viabilidade na condição de cada lavoura, sob pena de comprometer a eficiência produtiva do sistema. No caso do potássio (K), já está consolidada a tendência de se direcionar para a aplicação antecipada a lanço, com apenas 9% dos entrevistados informando fazer a adubação potássica toda no sulco de semeadura. Além de aumentar o rendimento operacional na semeadura, as adubações a lanço, antecipadas ou em cobertura, previnem problemas associados ao efeito salino do fertilizante potássico, que pode prejudicar sementes e plântulas.

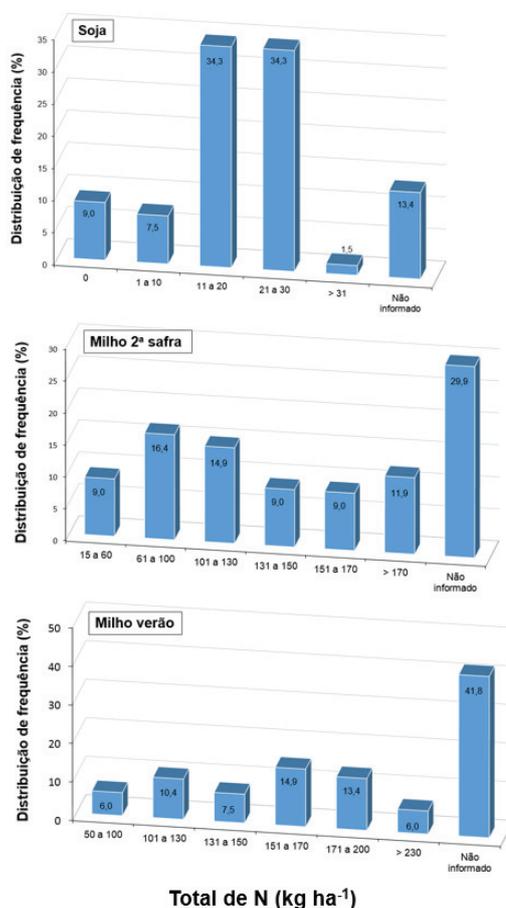


**Figura 8.** Distribuição de frequência de modos de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

## Quantidades de nutrientes nas adubações

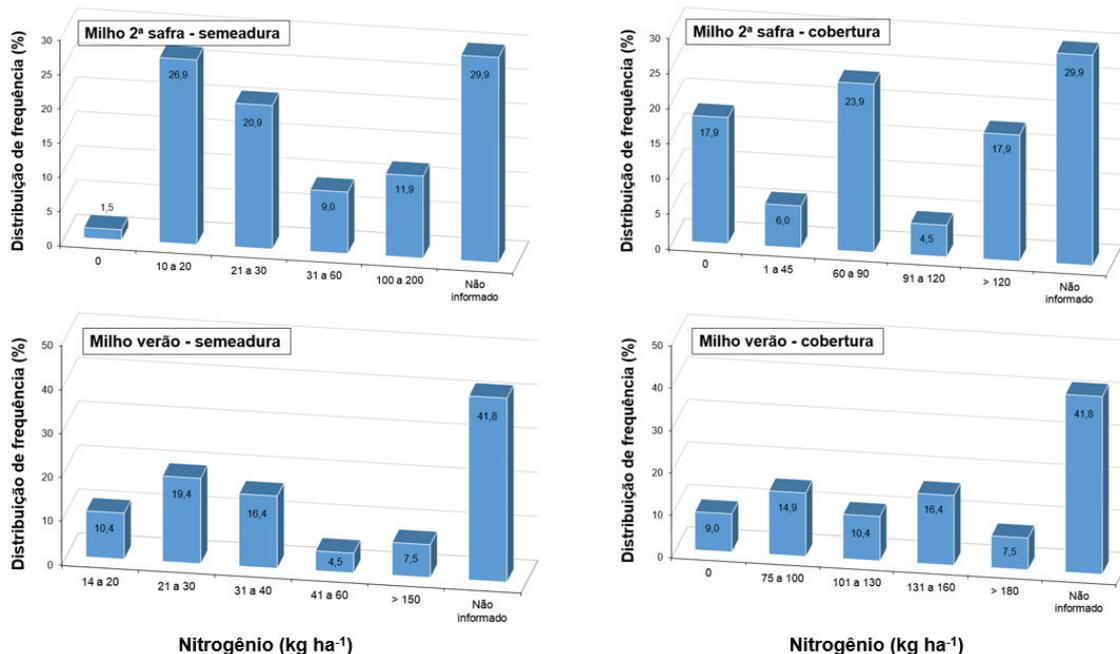
As doses de N utilizadas nas adubações são bastante variadas. No cultivo da soja, mais de dois terços dos produtores fornecem de 11 a 30 kg ha<sup>-1</sup>, provavelmente como nutriente acompanhante na composição do fertilizante fosfatado ou em baixa concentração em formulados NPK. Para o milho segunda safra, são mais frequentes aplicações que totalizam de 61 a 130 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto, no milho verão, as doses mais comuns variam de 151 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 9), refletindo a conhecida diferença quanto à expectativa de rendimento de grãos entre essas estações de cultivo. Não obstante, em ambas as épocas, parece coexistirem produtores que adubam com quantidades aquém e além do que seria requerido quando se busca compatibilizar o aproveitamento do potencial genético das plantas com uma maior rentabilidade no cultivo do milho. De qualquer forma, trata-se aqui somente de uma “análise fria” dos dados absolutos do levantamento realizado. É perfeitamente possível que dimensionamentos distintos no aporte de N sejam apropriados a diferentes condições de histórico de áreas das lavouras e de contexto das propriedades agrícolas.

No milho segunda safra, predominam aplicações de N da ordem 10 a 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 60 a 90 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura. Nos cultivos de verão, normalmente são utilizados 21 a 40 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura, enquanto a cobertura tende a variar de 75 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 10). Há ainda situações um tanto extremas, envolvendo o fornecimento de mais de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N por ocasião da semeadura do milho segunda safra e acima de 150 kg ha<sup>-1</sup> no milho verão. A disponibilidade na região de fertilizantes diferenciados, com características especiais para minimizar o risco de perdas, pode ser a explicação para esses casos.



**Figura 9.** Distribuição de frequência de doses totais de nitrogênio (N) fornecidas na adubação das culturas de soja, milho segunda safra e milho verão, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

Por fim, carecem melhor entendimento ou elucidação as razões para a ocorrência relativamente comum de situações em que não se realiza adubação nitrogenada em cobertura no milho segunda safra, contrastando com outras onde a dose supera  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 10). Estudos comprovam uma maior importância relativa do suprimento inicial de N (adubação de semeadura) para a resposta produtiva do milho segunda safra e que doses moderadas do nutriente são suficientes para os níveis de rendimento geralmente alcançados nessa estação de cultivo (Duarte et al., 2017; Simão et al., 2019).



**Figura 10.** Distribuição de frequência de doses de nitrogênio fornecidas na adubação de semeadura e em cobertura no milho, em cultivos de segunda safra e de verão, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

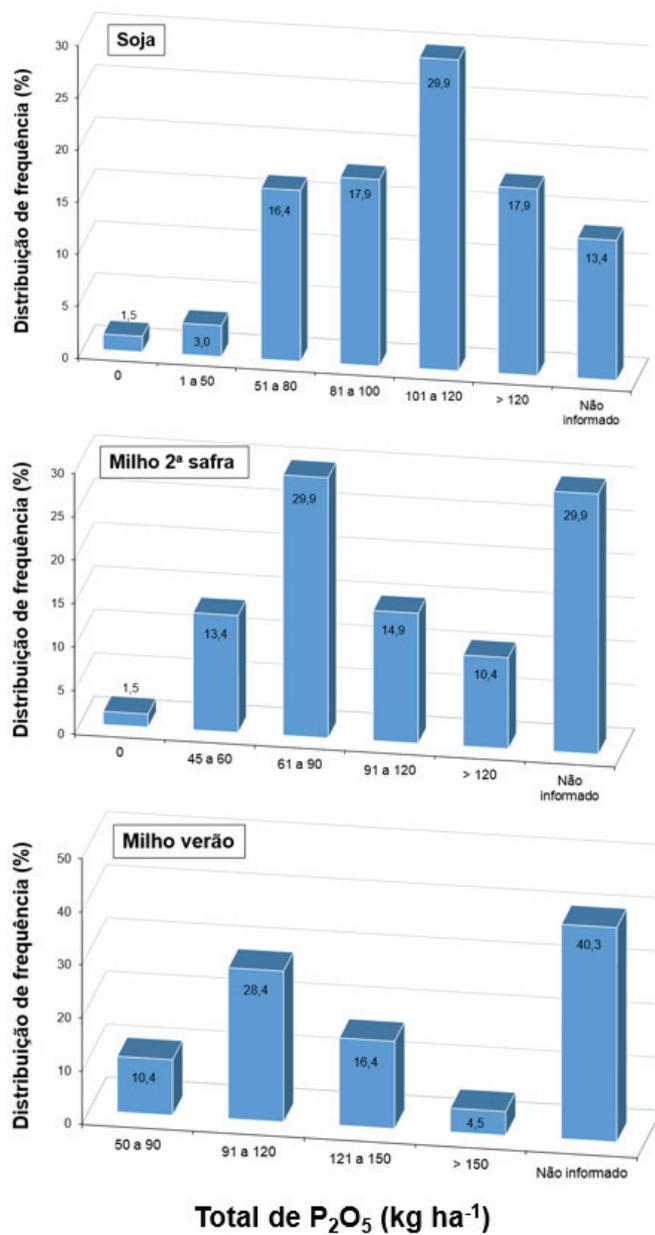
Os produtores da região de Patos de Minas não descuidam da adubação fosfatada e, de modo geral, há significativo investimento mesmo para o cultivo de milho segunda safra, para o qual, em outras regiões, há propensão em se adubar pouco, por ser considerado um cultivo de risco. As doses modais de  $\text{P}_2\text{O}_5$  fornecidas situam-se entre 101 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  para a soja, 61 a  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  no milho segunda safra, e 91 a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  no milho verão (Figura 11).

Surpreendentemente, parcela expressiva dos respondentes informou níveis de adubação superiores a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  independentemente de qual cultivo (Figura 11), o que se justificaria para áreas recém-abertas à exploração agrícola, condição que não deve ser o caso das lavouras em questão. Como se verá mais adiante, esse elevado nível de suprimento de P estaria provavelmente excedendo a demanda das culturas para as produtividades que vêm sendo registradas.

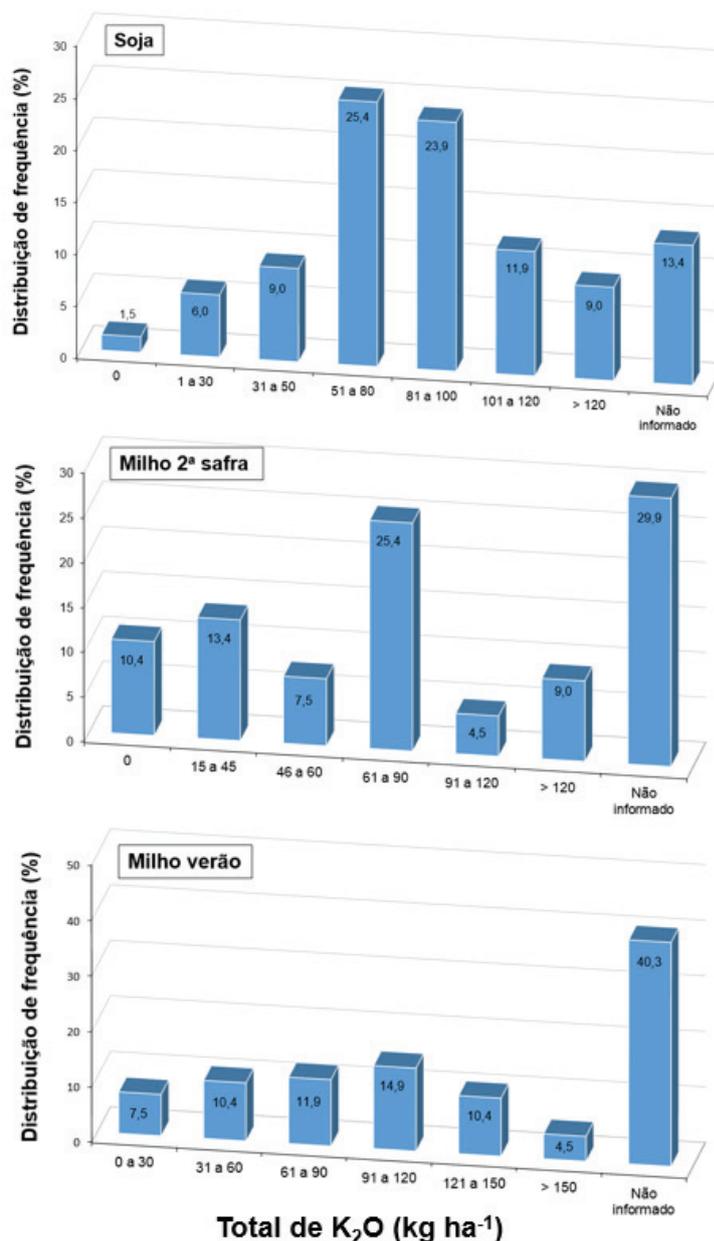
Praticamente metade dos produtores aplica entre 51 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na adubação da soja. Para o cultivo do milho segunda safra, um quarto fornece entre 61 e  $90 \text{ kg ha}^{-1}$ , entretanto, 10% não realiza adubação potássica. No milho verão, observa-se dispersão nos dados de frequência entre níveis variados de  $\text{K}_2\text{O}$ , até  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 12).

A impressão de haver inconsistências nas taxas de aplicação de K reportadas (Figura 12) em relação ao que seria esperado para a nutrição de um dado cultivo isolado, não necessariamente indica problema no manejo, desde que a demanda global pelo nutriente seja atendida nas adubações realizadas num ciclo soja/milho. Em outras palavras, um balanço equilibrado do nutriente no sistema

ao longo do tempo é mais importante do que o quantitativo aportado numa única adubação. Nesse contexto, tendo em vista o efeito residual no solo e a ciclagem nas palhadas, o caso do K exemplifica bem a importância de programas de adubação considerarem o dimensionamento para o sistema de culturas como um todo, ao invés de focar cada cultivo individualmente.

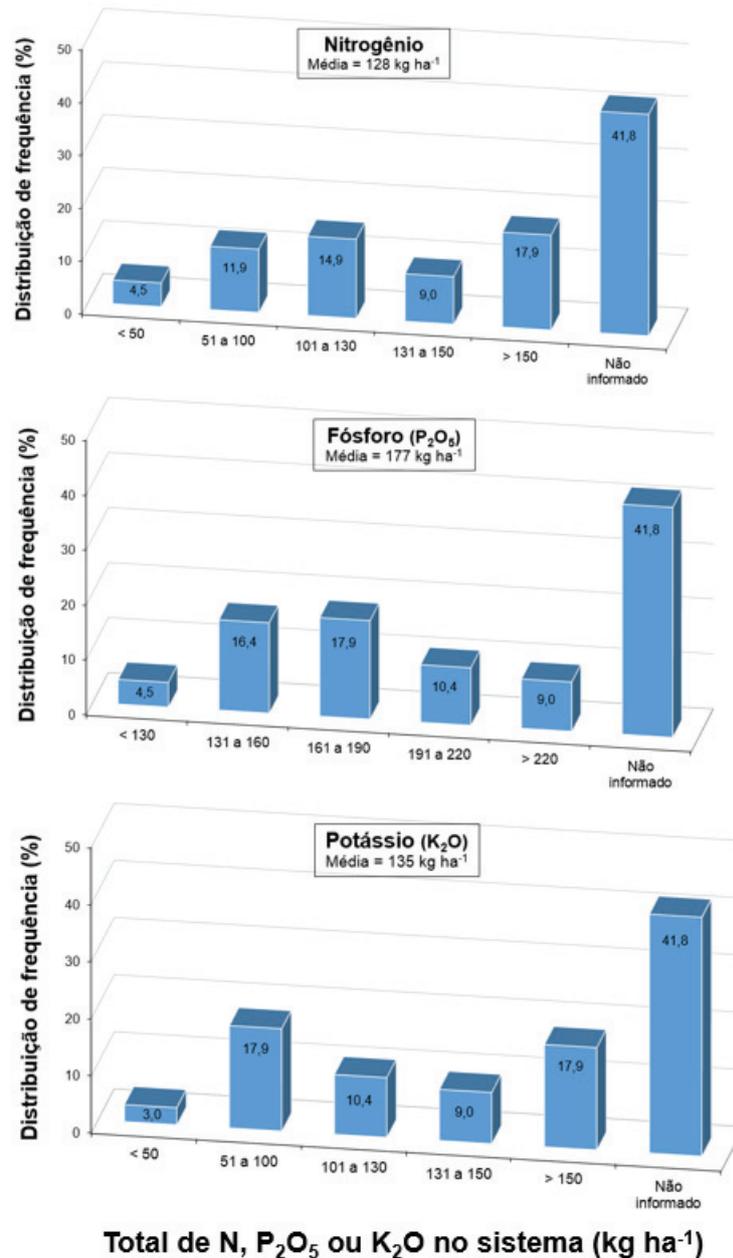


**Figura 11.** Distribuição de frequência de doses totais de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) fornecidas na adubação das culturas de soja, milho segunda safra e milho verão, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.



**Figura 12.** Distribuição de frequência de doses totais de potássio (K<sub>2</sub>O) fornecidas na adubação das culturas de soja, milho segunda safra e milho verão, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

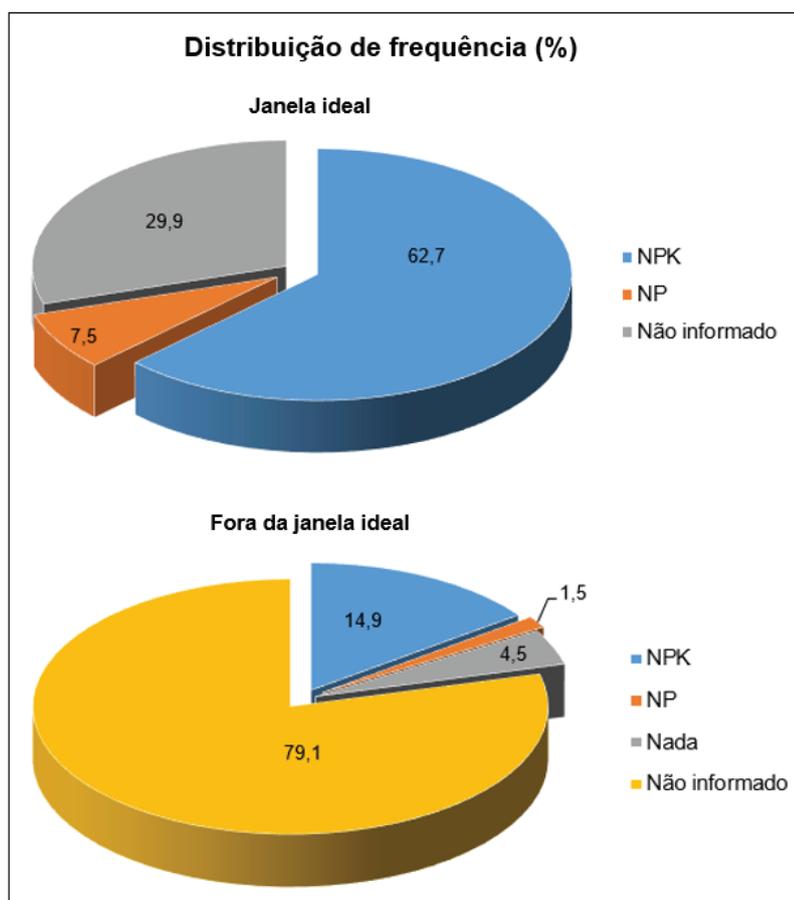
Na Figura 13 é apresentada uma visão abrangente dos quantitativos de nutrientes que vêm sendo fornecidos via fertilizantes ao sistema soja/milho segunda safra. Mais de 40% dos informantes não souberam especificar os somatórios aplicados às duas culturas. Os dados apurados resultaram em dispersão nas distribuições de frequência, com doses totais que variam de <50 a >150 kg ha<sup>-1</sup> de N, <130 a >220 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e <50 a >150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. São intervalos relativamente amplos, o que indica a provável existência de uma gama de situações que diferenciam as estratégias de manejo da adubação entre as propriedades.



**Figura 13.** Distribuição de frequência de doses totais de nitrogênio, fósforo e potássio fornecidas na adubação para o sistema soja/milho segunda safra, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

O milho segunda safra é considerado uma cultura de risco, pelo fato de o seu desenvolvimento se dar num período do ano com maiores limitações climáticas (Duarte et al., 2017), além das grandes oscilações no preço de venda dos grãos, que com frequência comprometem a rentabilidade. Como regra geral, quanto maior o atraso na semeadura, mais elevada será a chance de comprometimento da produtividade, razão pela qual os produtores tendem a diminuir a adubação. Há inclusive lavouras semeadas fora da janela ideal que não recebem nenhum aporte de nutrientes (Figura 14).

A previsibilidade meteorológica ainda é precária. Por isso, em alternância com anos ruins, é relativamente comum lavouras de milho segunda safra receberem quantidades suficientes e bem distribuídas de chuvas, produzindo acima da expectativa, mesmo dispondo apenas dos nutrientes residuais da soja cultivada no verão. Portanto, não se pode ignorar que o desempenho produtivo do milho segunda safra impacta na disponibilidade e reservas de nutrientes do sistema, podendo até mesmo afetar o rendimento da soja subsequente.



**Figura 14.** Distribuição de frequência dos padrões de adubação aplicados ao milho segunda safra, considerando a semeadura dentro ou fora da janela ideal, na região de Patos de Minas-MG. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, safra 2016/2017.

### ***Oportunidades para ganhos de eficiência***

Com base nas informações levantadas no Circuito Grãos de Minas, constatou-se comportamento heterogêneo entre os produtores no que diz respeito à forma de utilização do solo com lavouras e ao dimensionamento das adubações da soja e do milho. Diante disso, cabe aventar a possibilidade de aprimoramentos, que em médio prazo podem beneficiar substancialmente a agricultura regional. Vale a pena salientar a importância de boas práticas no manejo do solo e sugerir novas abordagens de gerenciamento nutricional das lavouras, estratégias que poderão se mostrar oportunas aos agricultores e técnicos envolvidos na produção de grãos.

O solo com boas qualidades químicas, físico-hídricas e biológicas constitui o substrato adequado, que permitirá às culturas expressarem todo o seu potencial genético e, em última instância, garantirá o retorno a tudo o que o produtor investiu em sementes, defensivos, maquinário e operacional na lavoura. Portanto, esse substrato é a base de qualquer atividade agrícola. Os ajustes nas condições de acidez e disponibilidade de nutrientes no perfil são requisitos primários e estão muito bem delineados nos manuais de interpretação de análise de solo e recomendação de corretivos e fertilizantes, acessíveis para as diversas regiões do País. Já a manutenção da fertilidade do solo, em níveis satisfatórios ao longo do tempo, depende de uma série de critérios que devem ser estabelecidos localmente, muitas vezes ao âmbito de cada talhão dentro de uma propriedade.

Um solo com boa fertilidade química assegura condições para maximizar a produção de biomassa vegetal, a qual, por sua vez, permitirá o aporte de resíduos necessários para formação/reposição

da matéria orgânica (MOS). Nunca é demais enfatizar que a MOS é a matriz propulsora do funcionamento químico (CTC), físico-hídrico (estruturação do solo e retenção de água) e biológico (atividade e diversidade microbiana) dos solos tropicais. Por isso, as premissas do SPD, de mínimo revolvimento, manutenção de palhada sobre o solo e diversificação/rotação de culturas, complementam o condicionamento químico do solo, e sua adoção deve ser preconizada de acordo com as possibilidades da região.

O dimensionamento das adubações de manutenção se torna mais complexo após a consolidação das áreas de produção, sobretudo em sistemas mais intensivos e diversos, por causa das variações relacionadas aos diferentes históricos de cultivo e manejo, associadas às oscilações de produtividade das lavouras ao longo das safras. A simples amostragem e análise periódica do solo, com posterior consulta a tabelas de interpretação e de recomendação de nutrientes para cada cultura, já não é a forma mais eficiente de se definir as adubações. Um passo importante visando evoluir para procedimentos mais eficazes é calcular o balanço de nutrientes após uma sequência de colheitas. O cálculo da diferença entre adições e remoções de nutrientes é muito útil para se identificar sobras ou déficits num ambiente de produção, constituindo auxílio valioso para aferição dos fluxos de nutrientes no sistema, subsídio extra na interpretação da análise de solo, e critério para ajuste fino na tomada de decisão sobre quanto de fertilizante aplicar.

A título de exemplo desse raciocínio, na Tabela 1 é apresentado um balanço parcial de N, P e K, calculado a partir de médias dos dados levantados durante o Circuito Grãos de Minas. Apurados os balanços individuais das culturas da soja e do milho segunda safra, foram determinados os saldos finais desses nutrientes após o ciclo do sistema no ano agrícola 2016/2017. Nesses saldos, já estão descontadas as quantidades de N referentes às estimativas do que o solo havia fornecido (MOS), ou seja, mantendo o estoque de N nativo, e foram desconsideradas eventuais perdas de P e K do sistema. Nessa lógica, verifica-se que os saldos dos três nutrientes foram positivos. Porém, o excedente de fósforo, em equivalente  $P_2O_5$ , foi muito superior ao observado para N e  $K_2O$ .

Embora se trate de uma situação fictícia, o exemplo da Tabela 1 representa uma tendência frequente nos balanços calculados para lavouras da região do Cerrado brasileiro, em que aplicações sucessivas de P em doses acima das quantidades demandadas pelas culturas são realizadas para suplantar o dreno de fosfatos exercido por constituintes do solo. Comprovadamente, os solos cultivados no Brasil vêm acumulando fosfatos com diferentes graus de labilidade, que acabam por originar uma relevante fonte secundária do nutriente, a qual contribui na nutrição das culturas (Withers et al., 2018). Disso resulta a baixa resposta observada para novas aplicações em áreas com níveis de P alto ou muito alto na análise.

**Tabela 1.** Balanço parcial de N, P e K no sistema soja/milho segunda safra, a partir de indicadores ajustados à região de Patos de Minas-MG e considerando valores médios dos níveis de adubação e do desempenho das culturas nas fazendas visitadas. Dados originais: Circuito Grãos de Minas, ano agrícola 2016/2017.

CONDICIONANTES	SOLO <sup>1</sup>			PRODUTIVIDADE <sup>2</sup>		
	Mat. Org. – MOS (%)	P	K	Soja (sc ha <sup>-1</sup> )	Milho (sc ha <sup>-1</sup> )	
	2,5	Fertilidade construída	Fertilidade construída	65	105	
PARÂMETROS DO BALANÇO				EQUIVALENTE EM NUTRIENTES		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
ENTRADAS	A – Estimativa de créditos N-solo para a soja <sup>3</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			30		
	B – Estimativa da fixação biológica de N na soja <sup>4</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			243		
	C – Estimativa de créditos N-MOS para o milho <sup>5</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			31		
	D – Estimativa de créditos N-resíduos da soja para o milho <sup>6</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			66		
	E – Adubação soja <sup>7</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			8	95	74
	F – Adubação milho <sup>7</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			73	82	61
	Total adubação sistema soja/milho segunda safra (kg ha <sup>-1</sup> )			81	177	135
SAÍDAS	Taxa de exportação nos grãos de soja <sup>8</sup> (kg t <sup>-1</sup> )			54	11	22
	Taxa de exportação nos grãos de milho <sup>9</sup> (kg t <sup>-1</sup> )			14	6	4,5
	G – Exportação na colheita da soja <sup>10</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			211	43	86
	H – Exportação na colheita do milho <sup>10</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			88	38	28
	Exportação no ciclo soja/milho (kg ha <sup>-1</sup> )			299	81	114
BALANÇO	I – Balanço do cultivo de soja <sup>11</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			70	52	-12
	J – Balanço do cultivo de milho <sup>12</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			82	44	33
	K – Balanço do ciclo soja/milho <sup>13</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )			86	96	21
	<b>Saldo remanescente no sistema<sup>14</sup> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>			<b>25</b>	<b>96</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup> Considerando acidez do solo e disponibilidade de P e K devidamente corrigidas, com lavouras conduzidas em plantio direto sem maior diversificação de culturas. <sup>2</sup> Produtividades médias das propriedades no Circuito Grãos de Minas 2016/2017. <sup>3</sup> Estimativa da contribuição do N nativo do solo durante o cultivo de soja (Hungria et al., 2013). <sup>4</sup> Estimativa de contribuição da fixação biológica em 80% do N acumulado na parte aérea da soja (Alves et al., 2006) e acúmulo de 78 kg de N por tonelada de grãos Oliveira Júnior (2019). <sup>5</sup> Estimativa de mineralização de 12,4 kg ha<sup>-1</sup> de N durante o ciclo do milho, para cada 1% MOS (Fontoura; Bayer, 2009). <sup>6</sup> Estimativa de disponibilização de 17 kg ha<sup>-1</sup> de N da palhada para cada tonelada de grãos de soja (Duarte et al., 2017). <sup>7</sup> Eficiência de aproveitamento de 63% do fertilizante nitrogenado (Dobermann, 2005), considerando aplicações médias de 12 e 116 kg ha<sup>-1</sup> de N para a soja e o milho, na região de Patos de Minas. <sup>8</sup> Oliveira Júnior (2019). <sup>9</sup> Duarte et al. (2017). <sup>10</sup> Para as produtividades médias registradas no Circuito Grãos de Minas. <sup>11</sup> Balanço = A + B + E – G. <sup>12</sup> Balanço = C + D + F – H. <sup>13</sup> Balanço = I + J – D. <sup>14</sup> Saldo = K – A – C. Não considerando eventuais perdas de P e K do sistema.

Nesse contexto, provavelmente, muito produtores de Patos de Minas já acumulam expressivas reservas de P no solo, o que, em princípio, sinaliza para a possibilidade de melhor ajuste da adubação fosfatada. Nesses casos, a redução na dose não resultaria em perda de produtividade, mas no uso mais eficiente de fertilizantes fosfatados e em maior rentabilidade, utilizando a “poupança” de P do solo. Teoricamente, em solos com fertilidade construída (teores de P acima do nível crítico), bastaria aplicar quantidades suficientes para repor a exportação nas colheitas, na chamada adubação de restituição, a qual atenderia as culturas e preservaria a fertilidade do solo. Obviamente que, para usufruir dessa estratégia no decorrer de um número de cultivos, sem perda do potencial produtivo, é preciso monitorar a disponibilidade no solo e registrar as quantidades exportadas para recalcular o balanço, redimensionando sempre as adubações de forma dinâmica.

A economia nos gastos com adubação deve ser vista com cautela no caso de N e K. Contrariamente ao que se observa para o P, balanços com saldos baixos ou mesmo negativos têm sido constatados. Muitas vezes, o melhor ajuste nessas situações vai requerer aumento nas quantidades usualmente aplicadas de N e K. Em outras palavras, as adubações que vêm sendo realizadas com esses dois nutrientes nem sempre são suficientes para sustentar as produtividades obtidas, forçando o esgotamento das reservas do sistema, e podem inviabilizar a busca por patamares produtivos mais elevados.

## **Considerações finais**

O aparato de conhecimentos e práticas acerca do manejo do solo e das adubações no Brasil avançou muito nas últimas décadas e o setor produtivo procura assimilar essa evolução. No entanto, ainda existe disparidade entre os produtores. Alguns estão em dia com o “dever de casa” nos cuidados básicos com o solo ao buscar formas mais eficientes de suprir nutrientes às lavouras, enquanto outros tentam simplesmente substituir procedimentos imprescindíveis por novas abordagens ou produtos para nutrição de plantas. Há, ainda, os que padronizaram o manejo da adubação e o replicam ano após ano, sem nenhuma aferição de desempenho.

No atual nível tecnológico da agricultura no Cerrado, é improvável que surjam alternativas isoladas que venham a promover ganhos de produtividade acentuados, como os que ocorreram em fases anteriores, na abertura dessa fronteira. Assim sendo, uma via correta a percorrer é a dos ajustes finos na forma de realizar as adubações, reconhecendo as informações necessárias e redefinindo os critérios para o que se pode chamar de manejo integrado de nutrientes. A efetiva utilização do balanço de nutrientes na etapa de planejamento das safras é um meio de se alcançar maior eficiência no gerenciamento da fertilidade do solo.

O agricultor contemporâneo vem adquirindo um perfil diferenciado em termos de acesso a informação e tecnologias de produção. Estar antenado no contexto do que acontece nas cadeias agrícolas onde atua, cada vez mais, se configura como uma questão de sobrevivência no ramo. Os gastos com fertilizantes têm grande peso no custo/rentabilidade das culturas graníferas. Contrapor os procedimentos adotados na sua propriedade às tendências tecnológicas e às constantes inovações disponibilizadas no mercado, atualizando as suas decisões gerenciais, é uma forma de manter-se competitivo.

As informações levantadas no Circuito Grãos de Minas evidenciaram a necessidade de reforçar, naquela região-alvo, ações de transferência de tecnologia envolvendo boas práticas já consagradas de manejo do solo e da adubação. Concomitantemente, constataram-se demandas de pesquisa envolvendo, principalmente, o posicionamento de opções de espécies/culturas para diversificação

dos sistemas de produção locais, bem como a identificação de critérios e a validação de abordagens aprimoradas para o manejo de nutrientes, tendo em vista um melhor balanceamento e rentabilidade das adubações.

## Agradecimentos

O 1º Circuito Grãos de Minas foi possível graças à integração de esforços de parceiros de Patos de Minas e da Embrapa, no âmbito do projeto *Boas práticas agrícolas para o aumento da eficiência tecnológica de sistemas de produção de milho na região de Patos de Minas*. Nosso reconhecimento a todas as pessoas, que ao longo das diversas etapas, do planejamento à finalização, estiveram engajadas na consecução dos objetivos do Circuito. Nossos agradecimentos à Associação Para Pesquisas Agrícolas (APPA), ao Sindicato de Produtores Rurais de Patos de Minas, ao Centro Universitário de Patos de Minas (Unipam), à Predilecta Alimentos, à Agrocerrado Produtos Agrícolas, à Agrojapão, à Riber KWS Sementes, à Terrena Agronegócios e à Valoriza Agronegócios. Estendemos os agradecimentos, especialmente, aos produtores que aceitaram participar como respondentes do questionário, nos recebendo em suas fazendas ou residências.

## Referências

ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F. M.; HECKLER, J. C.; MACEDO, R. A. T.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 449-456, 2006.

BORGHI, E.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTANA, D. P.; SOUSA, G. F.; SILVA, M. A.; SOUZA, C. H. E. **Sistemas de cultivo de soja e milho na região do Alto Paranaíba - MG e resultados de avaliações na safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 47 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 200).

DOBERMANN, A. Nitrogen use efficiency: state of the art. In: IFA INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005, Frankfurt. **Proceedings...** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2005. 16 p. Disponível em: <<https://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/316/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; KAPPES, C. Adubação de sistemas produtivos: milho safrinha e soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 14., 2017, Cuiabá. **Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis**: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2017. p. 86-106.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1721-1732, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832009000600021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000600021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 7 jun. 2019.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 22 p. (Embrapa Soja. Documentos, 337).

OLIVEIRA JÚNIOR, A. Potássio: um urgente problema do manejo nutricional das culturas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 37., 2019, Londrina. **Palestras**. Londrina: Embrapa Soja,

2019. Disponível em: <<https://www.rps2019.com.br/programacao/palestras>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

OLIVEIRA, I. R.; MENDES, S. M.; PIMENTEL, M. A. G.; SILVA, D. D.; SILVA, A. F.; MIRANDA, R. A.; SANTOS, F. C.; PASSOS, A. M. A.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, A. V.; LANDAU, E. C.; SILVA, M. A.; SOUSA, G. F.; BORBA, M. G.; SANTOS, P. R. **Observações técnicas sobre o controle de pragas em lavouras produtoras de grãos na região do Alto Paranaíba-MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 27 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 226).

PROCHNOW, L. I.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; FRANCISCO, E. A. B.; CASARIN, V.; PAVINATO, P. S. Localização do fósforo em culturas anuais na agricultura nacional: situação importante, complexa e polêmica. **Informações Agronômicas**, n. 158, p. 1-5, 2017.

RESENDE, A. V.; SILVA, A. F.; PASSOS, A. M. A.; SILVA, D. D.; LANDAU, E. C.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, I. R.; PIMENTEL, M. A. G.; GONTIJO NETO, M. M.; MIRANDA, R. A.; MENDES, S. M.; SOUSA, G. F.; SILVA, M. A.; BORBA, M. G.; SANTOS, P. R. **Circuito Grãos de Minas**: percepções técnicas preliminares sobre a conjuntura da produção de grãos na região de Patos de Minas - MG, 2017. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 34 p. (Documentos, 211).

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, A. F.; GODINHO, V. P. C.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C. Adubação nitrogenada no milho safrinha em diferentes ambientes no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2019. No prelo.

SOUZA, A. C.; CAMBRAIA FILHO, D. J.; SILVA, R. L.; BARBORA, G. R. Balanço hídrico da região de Patos de Minas – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 12., 2016, Goiânia. **Variabilidade e susceptibilidade climática**: implicações ecossistêmicas e sociais: anais... Goiânia: UFG, 2016. p. 1878-1888.

WITHERS, P. J. A.; RODRIGUES, M.; SOLTANGHEISI, A.; CARVALHO, T. S.; GUILHERME, L. R. G.; BENITES, V. M.; GATIBONI, L. C.; SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; ROSOLEM, C. A.; ANDREOTE, F. D.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; COUTINHO, E. L. M.; PAVINATO, P. S. Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. **Scientific Reports**, v. 8, article 2537, 2018.

**Embrapa**

---

**Milho e Sorgo**

DOCUMENTOS 242



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 15799

