

Arroz de terras altas em Sistema Plantio Direto no Cerrado

Mabio Chrisley Lacerda¹, Adriano Stephan Nascente²

Resumo - O Sistema Plantio Direto (SPD) tem como premissas básicas a mobilização do solo apenas na linha de semeadura, a manutenção de palha na superfície do solo e a rotação de cultivos. Esse sistema é considerado sustentável, pois a manutenção da palha na superfície do solo proporciona maior proteção contra erosão, conserva a umidade, aumenta a atividade microbológica, reduz a infestação de plantas daninhas, aumenta os teores de matéria orgânica (MO) e fornece nutrientes para a cultura, pela degradação da palha. O arroz de terras altas é uma cultura importante para o agronegócio brasileiro e ocupa uma área de cerca de 1 milhão de hectares na região do Cerrado. Entretanto, a cultura não vem apresentando bom desenvolvimento no SPD, pois, pela ausência de revolvimento do solo, pode ocorrer aumento de densidade; e o arroz possui sistema radicular muito sensível à compactação. A cultura é originária de ambiente irrigado (reduzido) e necessita de maiores quantidades de amônio no solo, principalmente no início de seu desenvolvimento. Vários pontos devem ser observados para obter sucesso na produção do arroz de terras altas no SPD, tais como escolha de espécies de plantas de cobertura, manejo adequado da palha, escolha de solo e clima apropriados, regulagem de semeadora, manejo da adubação, cultivares de arroz mais adequadas a esse sistema e manejo de plantas daninhas.

Palavras-chave: Cultivar. Planta de cobertura. Manejo da palha. Plantas daninhas. Adubação.

Upland rice under no-till system in the Cerrado

Abstract - The no tillage system (NTS) has as basic premises the mobilization of the soil only in the sowing row, the maintenance of straw on the soil surface and crop rotation. This system is considered sustainable, since the maintenance of straw on the soil surface provides greater protection against erosion, preserves its moisture, increases microbiological activity, reduces weed infestation, increases organic matter content, and provides nutrients for soil due to the degradation of this straw. Upland rice is an important crop for Brazilian agribusiness and covers an area of about 1 million hectares in the Cerrado region (Brazilian Savanna). However, the crop has not been showing good development in NTS. In the NTS, due to the absence of land preparation, its density can increase and the rice has a root system very sensitive to soil compaction. In addition, the crop originates from an irrigated environment (no air) rich in ammonium and poor with nitrate and, therefore, requires higher amounts of ammonium in the soil, especially at the beginning of its development. Thus, several points must be observed to be successful in the production of upland rice in the NTS, such as selection of cover crop species, adequate straw management, choice of appropriate soil and climate, regulation of seeding machine, management of fertilization, rice cultivars more suitable to this system and weed management. Therefore, this work aims to demonstrate the main techniques of upland rice cultivation in the no tillage system, presenting the latest research results for this important crop in Brazilian agricultural production.

Keywords: Cultivar. Cover crops. Straw management. Weeds. Fertilizing.

INTRODUÇÃO

O arroz é alimento básico que faz parte da dieta de metade da população mundial. A maior parte desse cereal é cultivado no sistema irrigado por inundação controlada. No entanto, o aumento do consumo industrial e humano por água tem causado

redução da disponibilidade dos recursos hídricos para irrigação dessa cultura, exigindo, com isso, a busca por alternativas que possibilitem a produção de arroz com maior economia de água.

Como opção, tem-se a produção do arroz em condições aeróbicas, denominado

ecossistema de terras altas, que pode ser cultivado no sistema irrigado por aspersão ou no sistema de sequeiro. Dentre estes, predomina o cultivo do arroz no sistema de sequeiro, onde, nas condições de Cerrado, normalmente está sujeito à distribuição irregular de chuvas, que ocasiona déficit de

¹Eng. Agrônomo, Pesq. D.Sc., EMBRAPA Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, mabio.lacerda@embrapa.br

²Eng. Agrônomo, Ph.D., Pesq. EMBRAPA Arroz e Feijão/Bolsista CNPq, Santo Antônio de Goiás, GO, adriano.nascente@embrapa.br

água nas plantas e constantes frustrações de safra. Os efeitos são mais prejudiciais quando ocorre veranico na fase reprodutiva, que é o período de desenvolvimento da planta mais sensível à deficiência hídrica. Assim, é necessário o desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a maior conservação da umidade do solo, a fim de atenuar os efeitos dessa distribuição irregular das chuvas.

Tradicionalmente, a cultura do arroz de terras altas era utilizada para abertura de áreas para agricultura, sendo cultivada por esse motivo no sistema plantio convencional, em que o preparo do solo era realizado com arações e gradagens (KLUTKOUSKI et al., 2000). Esse sistema pode trazer consequências graves ao ambiente como a erosão do solo e o assoreamento dos rios. Neste sentido, tem-se o Sistema Plantio Direto (SPD), em que pela manutenção de palha na superfície do solo, ocorre aumento na infiltração e armazenamento da água, proteção do solo contra a erosão, bem como redução de sua evaporação em relação ao plantio convencional.

A cultura do arroz de terras altas não está tendo bom desenvolvimento no SPD, sendo observado, frequentemente, menor produtividade de grãos em relação ao cultivo no plantio convencional. Pelos resultados de pesquisas foi possível estimar que as principais causas para esse decréscimo foram a compactação do solo e os baixos teores de amônio no solo, no início do desenvolvimento da cultura. No SPD, por causa do trânsito de máquinas e implementos agrícolas e a utilização de culturas com baixa produção de palha e sistema radicular pouco agressivo, pode ocorrer redução da macroporosidade. A planta de arroz, além de ser mais exigente em água do que outras culturas, como a soja e o milho, tem sistema radicular muito sensível à compactação, e, dessa forma, menor capacidade de explorar o perfil de solos adensados. Assim, a planta com o sistema radicular menos desenvolvido fica mais sujeita aos efeitos do veranico,

os quais podem afetar significativamente a produtividade de grãos da cultura (GUIMARÃES; STONE; SILVA; 2016). Adicionalmente, constata-se que o arroz por ter origem em ambiente inundado, reduzido e com predominância de amônio, em condições de terras altas (condições aeróbicas), desenvolve-se melhor em ambientes com maiores teores de amônio em relação ao nitrato no início de seu desenvolvimento. Entretanto, no SPD, pelo maior armazenamento e conservação de umidade, teor de nutrientes e matéria orgânica (MO) no solo, ocorre maior desenvolvimento das bactérias nitrificadoras, proporcionando maior disponibilidade de nitrato no solo do que no plantio convencional.

Apesar desses problemas, cresce a necessidade de desenvolver tecnologias para obtenção de maiores produtividades do arroz de terras altas no SPD, visando à sustentabilidade da cultura, uma vez que, nessas áreas, as principais culturas comerciais são milho e soja; e os agricultores não estão dispostos a revolver o solo para cultivar o arroz. Além disso, no Brasil, são cultivados mais de 500 mil de hectares com a cultura de arroz de terras altas, com produção de mais de 1 milhão de toneladas de grãos, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA, 2018). Embora

essa cultura tenha sofrido perda substancial, tanto em área cultivada, como em produção nas últimas décadas (Gráfico 1), ainda é uma importante cultura para regular o mercado interno de arroz, principalmente na Região Central do Brasil (FERREIRA et al., 2015).

Assim, o uso de plantas de cobertura no SPD pode ser importante ferramenta para viabilizar o arroz nesse sistema. As plantas de cobertura podem ser utilizadas para romper camadas compactadas e sua palha contribui para reduzir a evaporação de água e conservar a umidade do solo por mais tempo, aumentar a ciclagem de nutrientes e MO do solo, alterar o balanço nitrato/amônio e, portanto, propiciar melhores condições para o desenvolvimento das plantas de arroz (NASCENTE et al., 2013).

Trabalhos recentes de pesquisa demonstraram que, se utilizarem as técnicas adequadas, altas produtividades do arroz de terras altas no SPD são obtidas, superando 5.000 kg/ha (NASCENTE et al., 2014), o que pode ser um atrativo para que os produtores utilizem tal sistema como opção, na rotação com soja e milho.

Este trabalho tem como objetivo demonstrar as principais técnicas de cultivo de arroz de terras altas no SPD, apresentando os últimos resultados de pesquisa para essa importante cultura na produção agropecuária brasileira.

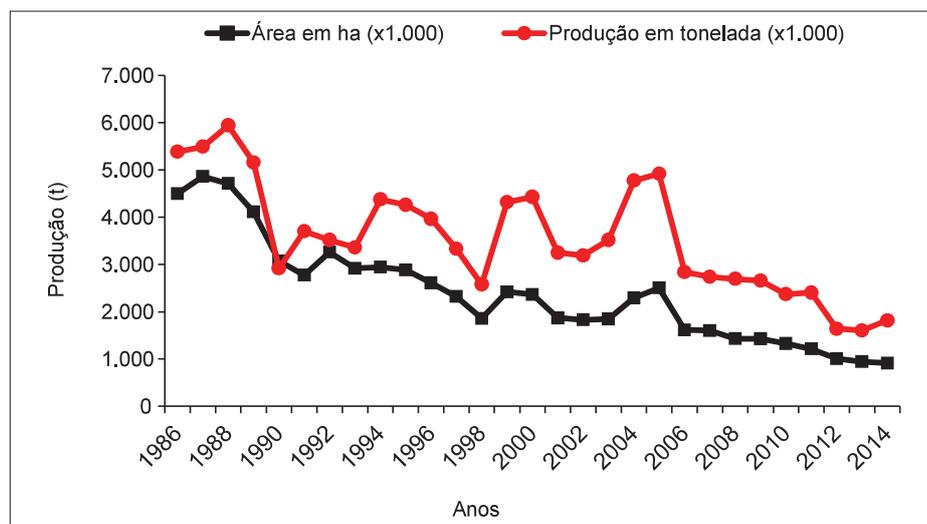


Gráfico 1 - Evolução de área cultivada e de produção de arroz de terras altas no Brasil
Fonte: Embrapa Arroz e Feijão (2015).

USO DE PLANTAS DE COBERTURA E MANEJO DA PALHA

A formação de camada de palha na superfície do solo, antes da implantação da cultura principal, é requisito fundamental no SPD. Entretanto, os resíduos produzidos pelas culturas comerciais geralmente são insuficientes para boa cobertura do solo. Dessa forma, é necessário introduzir plantas com potencial de produzir quantidade de matéria seca (MS), de modo que o solo permaneça coberto o maior tempo possível, para a implantação da próxima cultura de verão. A qualidade e a quantidade de palha sobre o solo são essenciais por criar um ambiente favorável ao desenvolvimento das culturas nos sistemas agrícolas, como maior conservação de umidade, incremento nos teores de MO e nutrientes e redução da erosão, o que favorece a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Isto contribui, também, para o controle de plantas daninhas, estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo (NASCENTE et al., 2013). Vale ressaltar que essa conservação de água no solo é, geralmente, uma das maiores vantagens do SPD. Isso ocorre porque os restos culturais, que ficam na superfície do solo, promovem o aumento da rugosidade superficial e atuam como barreira física, reduzem a incidência de radiação solar, o que acarreta redução da perda de água por evaporação e redução na velocidade e no volume do escoamento superficial, favorecendo a infiltração e o aumento da água disponível para as plantas.

A escolha da planta de cobertura que antecede a cultura principal deve levar em consideração alguns preceitos básicos, como alta produtividade de fitomassa; lenta decomposição; habilidade em crescer em ambiente menos favorável, principalmente quanto à tolerância ao déficit hídrico; disponibilidade e qualidade das sementes; possibilidade de utilização comercial; potencial de essas plantas não serem hospedeiras de pragas e doenças; adaptação à região e às condições do solo; alta

capacidade de extrair nutrientes do solo que favoreçam a ciclagem de nutrientes do sistema (SILVEIRA; STONE; 2010).

As culturas de cobertura como *Urochloa ruziziensis* (PACHECO et al., 2011), milho (NASCENTE et al., 2016), guandu (CAZETTA et al., 2008) são opções recomendadas para cultivo prévio à semeadura do arroz de terras altas, no SPD. Dentre estas destaca-se o milho, como recomendado por diversos autores (CAZETTA et al., 2008; MORO et al., 2013; NASCENTE et al., 2013, 2016). Esses autores atribuíram maior produtividade do arroz sobre a palha de milho, por essa cobertura ter rápida degradação e liberação de nutrientes para as plantas de arroz. Assim, constata-se que a utilização de plantas de cobertura pode proporcionar aumento de produtividade do arroz, além de melhorar as condições do solo.

A garantia de bons resultados do arroz, em sucessão às plantas utilizadas para cobertura do solo em SPD, depende também do manejo dispensado a essas espécies, a fim de transformá-las em palha. O adequado controle químico das plantas de cobertura é uma das práticas de maior importância, que visam à alta produtividade de grãos (NASCENTE et al., 2013). O controle dessas plantas de cobertura antes da semeadura é realizado, normalmente, com o herbicida glifosato.

Uma das formas de utilizar o glifosato é no sistema aplique-plante, em que ocorre a semeadura da cultura e aplicação do herbicida no mesmo dia. Entretanto, pela natureza sistêmica desse herbicida, o efeito sobre as plantas é lento e a cobertura demora alguns dias para morrer completamente. Dessa forma, quando há dessecação de grande volume de cobertura vegetal no momento da semeadura, a presença das plantas ainda eretas e não completamente dessecadas ou da palha destas pode dificultar a operação de semeadura, causando embuchamento da máquina ou prejudicando o corte da palha. Essa situação pode também causar, após a semeadura, sombreamento inicial, estiolamento e amarelecimento das

plântulas, redução no desenvolvimento, maior suscetibilidade à competição com as plantas daninhas e diminuição na produtividade de grãos do arroz.

Dessa forma, a época de dessecação das plantas de cobertura também merece destaque, pois pode afetar o desenvolvimento inicial das plântulas e alterar as formas de N do solo, com variações consideráveis nas concentrações de nitrato e amônio. Os teores de amônio no solo foram maiores, quando as dessecações das plantas de cobertura foram realizadas com 20 dias ou mais, antes da semeadura do arroz, provavelmente pela liberação dos nutrientes, dentre estes compostos nitrogenados da palha para o solo, logo após a dessecação (NASCENTE; CRUSCIOL; STONE, 2014). Isso ocorre porque, logo após a dessecação, começa a degradação da palha e liberação de nutrientes, e estes poderão estar disponíveis para a cultura sucedânea se essa dessecação for realizada antecipadamente em relação à semeadura da cultura principal (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006). Plantas dessecadas no dia da semeadura da cultura demoram mais tempo para liberar os nutrientes (PACHECO et al., 2011). Além disso, durante a degradação da palha, o amônio é o primeiro composto nitrogenado a ser liberado para o solo para depois ser transformado em nitrato. Caso haja liberação constante e em grandes quantidades desse composto, é provável que ocorra aumento de seus teores no solo, o que pode beneficiar o desenvolvimento das plantas de arroz. De acordo com Nascente et al. (2013), o cultivo de milho como planta de cobertura, antecedendo o cultivo do arroz de terras altas no SPD, proporcionou incrementos significativos nos teores de amônio no solo.

A planta de arroz, por ser de origem de ambiente inundado, requer maiores quantidades de amônio do que a maioria das outras culturas no início de seu desenvolvimento (MORO et al., 2013). De acordo com Malavolta (1980), isso ocorre porque as plantas de arroz no início de seu desenvolvimento apresentam baixa

atividade da enzima nitrato redutase, que transforma o amônio em nitrato para ser assimilado pelas cadeias proteicas da planta. Esse autor relata que o arroz de terras altas, nas duas ou três primeiras semanas de vida, quando cultivado em solução que contenha $N-NO_3^-$, desenvolveu-se muito pouco, apresentando sintomas típicos de deficiência de N, o que não acontece quando a fonte é o $N-NH_4^+$. Após esse período, a planta começou a se desenvolver e suas folhas, antes amareladas, pela deficiência de N, tornaram-se verdes, o que indica síntese e funcionamento da redutase do nitrato. Adicionalmente, observou-se que a quantidade de nitrato no solo foi bem superior à de amônio em quase todas as semanas. Isso é característico dos solos bem drenados, como os do Cerrado (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Assim, o uso de plantas de coberturas com capacidade de disponibilizar maiores quantidades de $N-NH_4^+$, após o seu manejo e no início do desenvolvimento da cultura, ou que propicie menor relação nitrato/amônio, pode ser estratégia interessante para inserir o arroz no ambiente do SPD.

Outra vantagem de adiantar a operação de dessecação prévia da planta de cobertura refere-se à melhor operacionalidade das máquinas e implementos na operação de semeadura da cultura do arroz. A dessecação de milho, realizada com dez dias, e de *U. ruziziensis* e *U. brizantha*, com 30 dias, antecedendo à semeadura do arroz, favoreceu as operações de semeadura, a degradação e ciclagem de nutrientes das palhas e a conservação da umidade do solo, refletindo em maiores produtividades de grãos da cultura (NASCENTE; CRUCIOL; STONE, 2014).

SOLO E CLIMA

O arroz de terras altas é encontrado em praticamente todos os Estados brasileiros. No entanto, é predominante em áreas de Cerrado e, em menor extensão, sob influência amazônica. Os solos do Cerrado possuem, de maneira geral, elevada acidez, baixa capacidade de troca de cátions (CTC)

e de retenção de umidade, baixa fertilidade natural, traduzida pela deficiência generalizada de nutrientes, particularmente de P, associada a teores elevados de alumínio (Al). Esses fatores limitam o crescimento das raízes aos primeiros centímetros do solo, na maioria das vezes a menos de 10 cm. Em consequência, ocorre redução do volume de solo explorado pelas raízes, impossibilitando que as plantas desenvolvam todo seu potencial produtivo, além de ficarem mais sujeitas aos estresses causados pela deficiência de chuva.

Como aspectos positivos dos solos dos Cerrados, destacam-se:

- a) facilidade de mecanização, correção e construção da fertilidade;
- b) possibilidade de irrigação;
- c) elevada profundidade, friabilidade, porosidade e boa drenagem interna dos solos.

Nesse sentido, a cultura do arroz de terras altas, desde que o solo seja corrigido nas restrições químicas e físicas, apresenta bom desenvolvimento na maioria dos solos brasileiros. Solos sem impedimentos físicos ou químicos proporcionam melhor desenvolvimento das raízes em profundidade e torna a planta de arroz menos suscetível a estresses por déficit hídrico. De acordo com Nascente et al. (2016) e Pacheco et al. (2011), as plantas de cobertura proporcionaram alterações significativas nos teores de nutrientes do solo que podem beneficiar o desenvolvimento das plantas de arroz. O desenvolvimento de plantas de cobertura com grande produção de biomassa de raízes, como as forrageiras perenes e o milho, contribui significativamente para a redução da compactação do solo e para a melhoria de suas características físicas.

Nesse sentido, tem-se utilizado no equipamento de semeadura direta a inclusão de haste metálica, também chamada botinha, logo atrás dos discos de corte, a fim de proporcionar um rompimento de eventuais camadas compactadas do solo. Entretanto, nessas operações, recomenda-se cuidado no controle de cupins (FERREIRA et al., 2007), pois com a utilização dessa

haste, criam-se condições que facilitam a movimentação desses insetos no solo. Outra prática recomendada na semeadura do arroz no SPD é a utilização de compactação da linha de plantio, logo após a semeadura, para aumentar o contato entre o solo e a semente, principalmente em locais com maiores teores de palha (PINHEIRO; STONE; BARRIGOSI, 2016).

Quanto à época de plantio, levando-se em consideração a distribuição de chuvas e para diminuir os efeitos negativos decorrentes da redução da pluviosidade, torna-se necessário semear em períodos em que a fase de florescimento-enchimento de grãos coincida com maior índice pluviométrico. Para isso, o estudo sobre o balanço hídrico do solo especificará os períodos de maior e menor quantidade de chuva, oferecendo, dessa forma, subsídios para a caracterização do zoneamento de risco climático. Assim, a época de plantio pode variar de acordo com a localidade e o regime pluviométrico da região. Geralmente realiza-se o plantio no início do período chuvoso. No site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) existe uma lista com todas as janelas de plantio para cada localidade e tipo de reserva de água no solo para todas as regiões brasileiras (BRASIL, 2018).

Outro ponto que deve ser considerado sobre a época de semeadura para o cultivo de arroz de terras altas em SPD é quanto à sua implantação em locais onde possam ocorrer baixas temperaturas. Nas épocas recomendadas pelo MAPA para a semeadura do arroz no Brasil, em princípio, não ocorre influência negativa acentuada das baixas temperaturas, pois as recomendações levam em consideração o zoneamento climático regional. Na maioria das localidades, a temperatura média das mínimas nos meses de janeiro e fevereiro, período que geralmente coincide com a fase reprodutiva da cultura, é superior a 17 °C. Entretanto, nas localidades de maior altitude, é possível que haja alguma influência dessa variável, principalmente se ocorrerem temperaturas abaixo de 15 °C, em fases críticas da cultura. Dessa maneira, semeadura fora da época

recomendada, principalmente em sistemas irrigados, deve-se levar em consideração a ocorrência de baixas temperaturas de modo que não haja redução significativa na produtividade, pelo excesso de esterilidade das panículas.

Para o arroz de terras altas, particularmente na região dos Cerrados, a deficiência hídrica é a principal responsável pela baixa produtividade e instabilidade da produção. Tal deficiência é causada pela ocorrência de estiagens prolongadas, veranicos, associada aos baixos níveis de fertilidade e compactação de solo no SPD (SANTOS; STONE; VIEIRA, 2006). O zoneamento agroclimático vem sendo considerado uma importante ferramenta para minimizar esse problema, pela identificação das regiões e/ou épocas de semeadura com menores riscos de ocorrência de deficiência hídrica (HEINEMANN, et al., 2015).

MANEJO DA ADUBAÇÃO

O uso de adubação adequada constitui um fator importante para o aumento da produtividade. Para melhor aproveitamento da cultura do arroz, os fertilizantes merecem atenção especial. Os solos do Cerrado, além de baixos valores de pH (solos ácidos), apresentam baixa fertilidade natural, com limitações na quantidade dos nutrientes N, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e zinco (Zn). Entre os nutrientes essenciais, o N, o P e o K são os que a planta necessita em maior quantidade (FAGERIA, 2013).

A cultura de arroz tolera satisfatoriamente solos com baixo valor de pH (entre 5 e 5,5) (SANTOS; STONE; VIEIRA, 2006; FAGERIA, 2013). No entanto, a maioria dos solos sob SPD são corrigidos para valores de pH mais elevados, sendo que para alguns o pH pode chegar a patamares acima de 6,0, principalmente em áreas de produção de soja, onde a saturação por bases deve ser alta para o bom desenvolvimento dessa leguminosa. Embora o arroz se desenvolva bem em solos com valores mais elevados de pH, o agricultor deve-se atentar para o risco de deficiência de micro-

nutrientes, que ficam menos disponíveis de acordo com o aumento do pH do solo.

Nitrogênio

O N é um dos principais nutrientes para atingir altas produtividades de arroz na maioria dos solos brasileiros. Seu papel na produtividade de grãos de arroz está associado com o aumento da fotossíntese, que influenciará diretamente os componentes de produção tais como número de panículas/m² e massa de grãos/panícula. Além disso, a fertilização com esse nutriente melhora o desenvolvimento das raízes e, consequentemente, a absorção de água e de nutrientes. Por ser móvel nas plantas, o sintoma de deficiência surge primeiramente nas folhas mais velhas, o que causa um amarelecimento típico. Além disso, ocorre redução de altura da planta, perfilhamento e área foliar.

O suprimento de N às plantas, no SPD, comparativamente ao convencional, deve ser superior em razão da menor velocidade de decomposição dos restos culturais, aumento da taxa de volatilização de amônia e maior imobilização microbiana (CAZETTA et al., 2008).

A recomendação de N para o arroz de terras altas deverá seguir os preceitos de amostragem de solo, basicamente sobre o teor de MO, cultura anterior, massa de MS na superfície do solo e nível tecnológico empregado pelo agricultor. Se

houver mais de 5 t/ha de MS de planta de cobertura, recomenda-se aumentar a dose de N em 50%, no momento da semeadura do arroz. Apesar de algumas cultivares de arroz responderem de forma diferenciada à adubação nitrogenada (Gráfico 2), durante todo o ciclo da cultura, pode-se utilizar entre 75 e 100 kg/ha de N de acordo com a quantidade de MO do solo. Quanto maior o teor de MO, menor a quantidade de N requerida na adubação de cobertura. Além disso, se o arroz é semeado após a soja, pode haver redução de até 30 kg/ha de N na quantidade recomendada.

A época de aplicação também varia de acordo com o total exigido pela cultura. O N pode ser aplicado na semeadura ou pode ser dividido em duas ou até três aplicações durante o ciclo de crescimento da cultura. No entanto, os resultados mais adequados ou econômicos têm sido demonstrados quando metade do N exigido é aplicado na semeadura e a metade restante, na fase de perfilhamento do arroz. Essa antecipação da adubação nitrogenada reduz o ataque de brusone (*Pyricularia grisea*), diminui os sintomas de deficiência de N em locais com grande quantidade de palha sobre o solo, além de proporcionar bons rendimentos à lavoura de arroz. Pinheiro et al. (2016), ao anteciparem a aplicação de todo o N, no momento da semeadura do arroz em SPD, obtiveram maior produtividade (3.678 kg/ha),

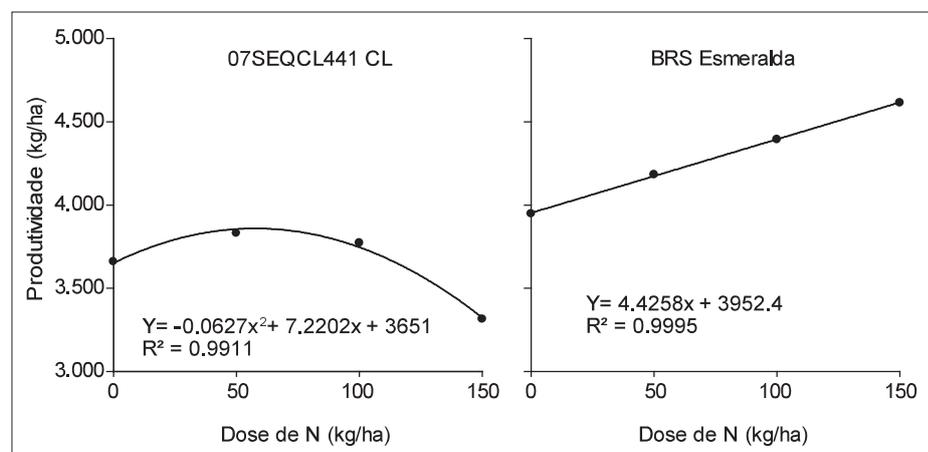


Gráfico 2 - Produtividade dos genótipos de arroz de terras altas em Sistema Plantio Direto (SPD) em função de doses de N, nas safras 2012/2013 e 2013/2014 – Santo Antônio de Goiás, GO

quando comparado à aplicação da mesma quantidade de N aos 20 dias após a emergência (DAE) da cultura (3.446 kg/ha), na média geral, utilizando cinco cultivares nesse sistema de semeadura.

Essa prática de antecipação de todo o N, no momento da semeadura, deve ser realizada com cautela em solos arenosos e/ou com pouca MO no solo, ou em locais com alta precipitação pluviométrica. Nesse caso, melhor seria parcelar a adubação nitrogenada, dividindo a quantidade a ser aplicada entre o início do perfilhamento (cerca de 20 DAE da cultura) e o início da diferenciação floral (até 60 DAE da cultura). Outra opção seria a aplicação de todo o N em cobertura, na época do perfilhamento ativo (aproximadamente 40 DAE da cultura). Nesses casos, deve-se atentar para o ataque da brusone em cultivares suscetíveis a esse patógeno, pois pode haver maior probabilidade de ocorrência da doença após adubações com grande quantidade de N nesse período.

Fósforo e potássio

A recomendação desses dois nutrientes está sintetizada nas Tabelas 1 e 2.

Há maior rendimento de arroz de terras altas, quando boas práticas de gestão de P são adotadas. Essas práticas incluem a aplicação de quantidade adequada, fonte apropriada, métodos e épocas de aplicação. A taxa adequada de P deverá ser determinada com base na análise do solo. Por ser nutriente com baixa mobilidade no solo, o P deve ser aplicado, preferencialmente, no sulco próximo às sementes, de modo que haja maior interceptação pelas raízes e menor fixação desse nutriente em solos ácidos. Por ser um elemento móvel na planta, a deficiência aparece primeiramente nas folhas velhas. Essas folhas ficam estreitas e com uma coloração bronze nas pontas. Baixo perfilhamento, maturação atrasada e alta porcentagem de grãos chochos.

O K desempenha um papel importante em muitos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas. É igualmente responsável pela redução de doenças e melhora do crescimento da raiz. O k é altamente móvel

Tabela 1 - Adubação de base para arroz de sequeiro – fósforo (P)

P no solo (mg/dm ³)	Interpretação	^(A) Recomendação (kg/ha de P ₂ O ₅ /ha)
< 3,0	Baixo	70
3,1 a 6,0	Médio	60
6,1 a 9,0	Alto	50
> 9,0	Muito alto	40

Fonte: (A) Santos, Stone e Vieira (2006).

Tabela 2 - Adubação de base para arroz de sequeiro – potássio (K)

K no solo (mg/dm ³)	Interpretação	^(A) Recomendação (kg/ha de K ₂ O)
<31	Baixo	70
31 a 60	Médio	45
>60	Alto	20

Fonte: (A) Paula, Barbosa Filho e Carvalho (1999).

nas plantas, daí sintomas de deficiência aparecem inicialmente nas folhas mais velhas. Inicialmente, aparece uma clorose na ponta das folhas mais velhas. À medida que esta clorose desenvolve-se, o tecido necrótico toma uma forma parecida com a da letra V invertida, partindo da ponta para as margens da folha. Quando o teor de K é maior de 50 mg/kg, recomenda-se a aplicação de 50 kg de K₂O/ha, como adubação de manutenção.

Micronutrientes

Com relação aos micronutrientes, a deficiência de Zn é a mais comumente observada em arroz de terras altas e pode ser suprida com a aplicação de 5 a 10 kg/ha de Zn (FAGERIA, 2013). Em solos onde o pH é mais alto (acima de 6), pode haver indisponibilidade de micronutrientes para a cultura do arroz, dentre esses ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu), principalmente quando em rotação com soja. Ainda não há recomendações claras para suprir a deficiência desses micronutrientes, mas alguns agricultores têm utilizado adubações foliares para contornar esse problema, sendo os resultados pouco confirmados (BARBOSA FILHO et al., 2008).

Outros nutrientes

A deficiência de enxofre (S) também tem sido relatada para a cultura de arroz de terras altas, mas esse elemento pode ser su-

prido pela utilização do sulfato de amônio, como fonte de N na adubação de cobertura.

CULTIVARES

A escolha da cultivar é determinante do sucesso da lavoura de arroz que influencia, indiretamente, todo o manejo a ser adotado. Novas cultivares de arroz de terras altas foram desenvolvidas por empresas de pesquisa, que procuram incorporar as características para proporcionar maior produtividade, com alta qualidade de grãos e a um menor custo de produção, principalmente pela maior resistência a doenças. Dentre as características incorporadas, destaca-se a adaptabilidade da cultura ao SPD. Dessa maneira, no momento de escolher a cultivar de arroz, é necessário analisar suas características, para otimizar seu uso dentro do sistema agrícola desejado. As principais características de uma cultivar de arroz são: ciclo, altura de planta, resistência às doenças, qualidade de grãos do produto e produtividade.

A produtividade é o resultado do desempenho da cultivar nas condições que lhe foram oferecidas na lavoura. Portanto, para a escolha da cultivar, é mais importante verificar sua adaptação à região e ao sistema de manejo do que o seu suposto potencial produtivo absoluto.

Um dos fatores de manejo que se relacionam diretamente com a produtividade da

cultura de arroz é o espaçamento entre as linhas de cultivo (ARF et al., 2015). Sabe-se que espaçamentos menores entrelinhas proporcionam maior produtividade por área, pois a planta do arroz consegue compensar em número de panículas por metro, característica essa que determina o rendimento da lavoura (Tabela 3). Portanto, desde que o equipamento de semeadura permita reduzir o espaçamento entrelinhas, recomenda-se a utilização de espaçamentos menores (mínimo de 25 cm entrelinhas), por aumentar a produtividade do arroz em SPD.

A qualidade de grão é preocupação constante da cadeia produtiva do arroz e está ligada à mudança da preferência do consumidor para grãos longos e finos. Essa é uma característica que já é observada nos programas de melhoramento, conforme Tabelas 4 e 5.

Cultivares mais eficientes na absorção de nutrientes e com sistema radicular mais profundo, que confere maior tolerância a déficits hídricos, são interessantes para minimizar os principais problemas no cultivo de arroz em muitos ambientes de produção. Vale ressaltar que isso não depende apenas da cultivar, mas também de um bom perfil do solo corrigido e adubado, que permite que as raízes possam ter seu pleno desenvolvimento e explorem um volume maior de solo, principalmente em profundidade. Isso é demonstrado na Figura 1 de uma lavoura de arroz de terras altas no SPD, em solo sob Integração Lavoura-Pecuária (ILP), cujo teor de MO situa-se acima de 3% na camada de 0 a 20 cm de profundidade.

As principais características das cultivares de terras altas desenvolvidas pela Empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes estão descritas na Tabela 4.

Cultivares de terras altas desenvolvidas pela Embrapa

Na Tabela 5 estão apresentadas as principais características das cultivares de terras altas da Embrapa.

‘BRS Esmeralda’

Destaca-se pela alta produtividade e qualidade de grãos com potencial produti-

Tabela 3 - Número de panículas/m² e produtividade de grãos dos genótipos de arroz de terras altas BRS Esmeralda e linhagem 07SEQCL441 CL em SPD em função do espaçamento entrelinhas, nas safras 2012/2013 e 2013/2014 - Santo Antônio de Goiás, GO

Espaçamento entrelinhas	BRS Esmeralda		07SEQCL441 CL	
	Panículas/m ² (n ^o)	Produtividade de grãos (kg/ha)	Panículas/m ² (n ^o)	Produtividades de grãos (kg/ha)
0.225 m	314 a	4697 a	364 a	4129 a
0.35 m	265 b	4215 b	310 b	3431 b
0.45 m	241 bc	3961 c	274 c	3374 b

Fonte: Lacerda e Nascente (2016).

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey, p ≤ 0.05. SPD - Sistema Plantio Direto.



Figura 1 - Desenvolvimento das raízes de arroz de terras altas no Sistema Plantio Direto (SPD), em solo sob Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

vo. É moderadamente resistente às principais doenças e possui uma maior tolerância ao estresse hídrico e bom stay green (cachos maduros e colmos fortes e flexíveis), diminuindo o risco de acamamento.

‘BRSGO Serra Dourada’

Especialmente desenvolvida para sistemas agrícolas com uso menos intenso de tecnologias e em pequenas propriedades. Fruto de uma parceria entre Embrapa, Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater) e Universidade Federal de Goiânia (UFG), destaca-se pela qualidade de grãos e moderada resistência à brusone.

‘BRS Monarca’

Destaca-se pela elevada qualidade dos grãos, tipo longo-fino, muito semelhantes aos grãos da ‘BRS Primavera’, porém ainda mais translúcidos. De forma particular, a ‘BRS Monarca’ caracteriza-se por apresentar folhas longas e largas, o que confere uma boa competitividade com plantas daninhas em função da rápida capacidade de cobertura do solo. Cultivar com boa adaptação ao SPD.

‘BRS Sertaneja’

Caracteriza-se por possuir plantas vigorosas, de porte médio e moderadamente perfilhadora. Apresenta moderada resistên-

Tabela 4 - Cultivares de arroz de terras altas recomendadas pela AGRO NORTE Pesquisa e Sementes

Características das cultivares	Cultivar		
	AN Cambará	ANa 5015	ANa 6005
Potencial produtivo (kg/ha)	5.500	5.000	6.000
Porte	Médio	Médio	Médio
Espaçamento de plantio	17 a 25 cm	25 a 45 cm	17 a 45 cm
Peso de 1.000 grãos	24,5 g	28 g	27,28 g
População	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Ciclo	105 dias	92 dias	108 dias
Florescimento	75 dias	63 dias	78 dias
Umidade de colheita	18-20%	20-22%	20-22%
Classes de grãos	Longo fino	Longo fino	Longo fino
Rendimento de inteiros	56%	59%	61%
Resistência ao acamamento	MR	MR	MR
Brusone foliar	MR	MR	MR
Brusone de pescoço	MS	MR	MR
Escaldadura	MR	MR	MR
Complexo de manchas foliares	MR	MR	MR
Mancha-de-grãos	MR	MR	MR

Fonte: AGRO NORTE Pesquisa e Sementes (2018).

Nota: MR - Moderadamente resistente; MS - Moderadamente suscetível.

cia à mancha-parda (*Drechslera oryzae* e *Bipolaris oryzae*), escaldadura (*Gerlachia oryzae*) e mancha-de-grãos (*Drechslera oryzae*, *Bipolaris* sp., *Pyricularia grisea*, *Alternaria padwickii*, *Phoma* sp., *Nigrospora* spp., *Epicoccum* spp., *Curvularia lunata* e *Fusarium* sp.). Suas panículas são longas, com elevado número de grãos. O rendimento de inteiros no beneficiamento é alto e estável, com grãos beneficiados translúcidos.

‘BRS Pepita’

A ‘BRS Pepita’ consiste em uma opção de cultivar precoce para o produtor especializado na produção de arroz de terras altas. Nos ensaios realizados, apresentou produtividade média de 3.750 kg/ha. Apresenta moderada resistência ao acamamento, à mancha-parda e à brusone. Apresenta resistência à mancha-de-grãos.

‘BRS Bonança’

Cultivar de arroz recomendada para plantio em sistema de terras altas, em condições favorecidas. Pode ser também plantada no sistema tradicional, em solos de média a alta fertilidade, em regiões onde não ocorra

Tabela 5 - Cultivares de arroz de terras altas recomendadas pela Embrapa

Características das cultivares	Cultivar					
	BRS Esmeralda	BRSGO Serra Dourada	BRS Sertaneja	BRS Pepita	⁽¹⁾ BRS A 501 CL	BRS Primavera
Potencial produtivo (kg/ha)	9.206	6.001	7.898	4.862	8.158	3.996
Espaçamento de plantio (cm)	25 a 35	25 a 30	25 a 35	25 a 35	25 a 35	25 a 35
Sementes viáveis (kg/ha)	70	70	70	70	70	70
Ciclo (dias)	110	107	110	102	110	105
Classes de grãos	Longo fino	Longo fino	Longo fino	Longo fino	Longo fino	Longo fino
Rendimento de inteiros (%)	62	57	57	52	68	52
Massa de 1.000 grãos (g)	27,8	27,8	26,7	23,7	27,1	23,9
Resistência ao acamamento	I	I	S	S	S	S
Brusone foliar	S	S	M	M	M	S
Brusone de pescoço	M	M	S	M	M	S
Mancha-parda	M	M	M	M	M	MR
Mancha-de-grãos	M	M	M	R	M	MR

Fonte: Embrapa Arroz e Feijão (2018).

Nota: I - Intermediário; S - Suscetível; M - Moderadamente Resistente; R - Resistente.

(1)Cultivar de arroz de terras altas com a tecnologia Clearfield® (CL), com tolerância ao herbicida Kifix® (Imazapir 525 g/kg + Imazapique 175 g/kg), com boa adaptação ao Sistema Plantio Direto (SPD) e indicada para áreas com problemas de plantas daninhas ou em consórcio com forrageiras, visando à recuperação de pastagens degradadas. Obs.: O herbicida kifix é recomendado apenas para a cultivar com a tecnologia Clearfield® e não pode ser utilizado, em hipótese nenhuma, para manejo de plantas daninhas em culturas não CL.

deficiência hídrica grave. A planta é resistente ao acamamento, apresenta folhas eretas, alta capacidade de perfilhamento e porte baixo.

‘BRS Primavera’

Indicada para plantio em áreas pouco ou moderadamente férteis, pela tendência ao acamamento em condições de alta fertilidade. Pode também ser plantada em solos férteis, com aplicação moderada de fertilizantes. É uma cultivar com excelente qualidade culinária. A produtividade da ‘BRS Primavera’ é estável e elevada em variadas condições de cultivo.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

A planta de arroz no SPD apresenta crescimento inicial mais lento do que no plantio convencional, o que faz com que a cultura fique mais sujeita à competição com as plantas daninhas. Além disso, a cultura do arroz de terras altas, em geral, já possui baixa capacidade de competição com plantas daninhas, principalmente se forem utilizados espaçamentos mais amplos entre as linhas de semeadura (COBUCCI; RABELO; SILVA, 2001). Isso constitui um dos principais problemas para a introdução dessa cultura nos sistemas agrícolas atuais e várias técnicas devem ser observadas para amenizar esse tipo de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz. Controlar essas plantas significa favorecer o desenvolvimento das plantas de arroz e desfavorecer as plantas daninhas com o objetivo de evitar perdas de produção pela competição.

A associação de métodos de controle deve ser utilizada sempre que possível, porém, é conveniente que a estratégia de controle esteja adequada às condições locais de infraestrutura, disponibilidade de mão de obra, implementos e análise de custos. Isto implica no emprego de vários métodos de controle: preventivo, cultural, físico ou mecânico, biológico e químico (COBUCCI; RABELO; SILVA, 2001). O emprego de um método isoladamente ou em combinação com outros depende de fatores como hábito e número de espécies de plantas daninhas presentes na área, densidade populacional,

condições do ambiente, estágio de desenvolvimento da cultura e custos operacionais para a adoção do método ou métodos escolhidos.

Outro método importante para prevenir a disseminação de sementes de plantas daninhas é a limpeza das máquinas e dos implementos agrícolas após o trabalho em áreas infestadas. O roguing ou arranquio das plantas daninhas, que escapam aos métodos de controle utilizados, é prática importante também para reduzir o banco de sementes destas no solo.

O controle químico pelo emprego de herbicidas é um dos métodos mais utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz, por causa da praticidade e eficiência. Os herbicidas registrados para a cultura do arroz no Brasil são: 2,4-D, bentazona, cialofop-butilico, clomazona, dicloreto de paraquate, fenoxaprop-P-etílico, glifosato, imazapir + imazapir, imazapir + imazetapir, metsulfurom-metilico, orthosulfamuron, oxadiazona, paraquat, pendimetalin, penoxulam, profoxidim, propanil e saflufenacil (BRASIL, 2016). Para a escolha do herbicida devem-se considerar as espécies infestantes na área, a época quando se pretende fazer as aplicações, as características físico-químicas do solo, o tipo de preparo de solo, a disponibilidade do produto no mercado e o custo. Além disso, deve ser observado que o arroz faz parte de um sistema de rotação de culturas e alguns herbicidas podem deixar resíduo no solo, o qual interfere no desenvolvimento da cultura subsequente (MANCUSO; NEGRI-SOLI; PERIM, 2011). Portanto, é importante verificar a bula dos herbicidas e observar as ressalvas de utilização nos esquemas de rotação propostos. O período de interferência de plantas daninhas na cultura do arroz vai até os 30 DAE. Dessa maneira, deve-se ficar atento ao aparecimento de espécies daninhas nesse período. Recomenda-se a utilização de herbicidas seletivos pós-emergentes e a aplicação de acordo com o tipo de planta presente, identificadas como folhas largas ou estreitas. Deve-se consultar um engenheiro agrônomo para a prescrição correta dos produtos aqui indicados.

Uma das perspectivas para o manejo de plantas daninhas em arroz é a tecnologia Clearfield®, já existente no sistema de arroz

irrigado, mas que pode tornar-se importante ferramenta, se houver cultivares de arroz de terras altas tolerantes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Tal herbicida possui amplo espectro de ação e tornar-se um excelente aliado para o controle de plantas daninhas na cultura de arroz de terras altas em SPD.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais benefícios da prática de adoção do SPD estão no incremento dos teores de MO, da atividade biológica e da estruturação do solo, além da maior conservação da umidade, redução da infestação de plantas daninhas e da erosão. Além disso, o SPD proporciona aumento da fertilidade do solo por meio da degradação e liberação de nutrientes pela palha das plantas de cobertura. Dessa forma, é necessário fazer a rotação de culturas com a inclusão de plantas de cobertura com sistema radicular agressivo, visando à redução da compactação do solo, ciclagem de nutrientes, elevação dos teores de amônio e aumento dos teores de MO. Dentre as opções de plantas de cobertura, merece destaque o milheto, que proporciona incrementos significativos na produtividade de grãos da cultura. O manejo adequado dessa planta de cobertura ou de outra que o agricultor faz opção deve ser realizado com antecedência à semeadura do arroz. O manejo adequado do solo, para evitar restrições químicas e físicas ao desenvolvimento das plantas, deve ser realizado. Assim, o uso de hastas metálicas (botinhas) na semeadora para romper camadas compactadas e, com isso, o controle de cupins deve ser avaliado caso a caso. Deve-se realizar a aplicação de maiores quantidades de N na semeadura, principalmente em locais com grande volume de palha na superfície do solo, especialmente de gramíneas. Nessas condições, recomenda-se compactar o sulco de semeadura, visando maior contato da semente com o solo, respeitar o zoneamento agroclimático, utilizar variedades recomendadas para o local e realizar o controle adequado das plantas daninhas. Dessa forma, aumentam-se as chances de obter altas produtividades com a cultura e o arroz pode ser visto como mais uma opção na rotação de culturas no SPD. A tecnologia de plantio de arroz de terras altas,

em SPD, já está consolidada para algumas situações específicas, onde o teor de MO do solo ou restrições hídricas em fases críticas da cultura não sejam fatores limitantes.

REFERÊNCIAS

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: grãos - safra 2018/19 - primeiro levantamento. Brasília: CONAB, v.6, n.1, out. 2018. 125p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 5 nov. 2018.
- AGRO NORTE PESQUISA E SEMENTES. **Arroz**. Sinop, [2018]. Disponível em: <<http://www.agronorte.com.br/Produtos>>. Acesso em: 9 set. 2018.
- ARF, O. et al. Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n.5, p. 475-482, set./out. 2015.
- BARBOSA FILHO, M.P. et al. **Frequência de aplicação foliar de micronutrientes em arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 166).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: planta daninha**. Brasília, [2016]. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 4 dez. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias** [zoneamento agrícola de risco climático]. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/portarias>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- CAZETTA, D.A. et al. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em Sistema de Plantio Direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.471-479, 2008.
- COBUCCI, T.; RABELO, R.R.; SILVA, W. da. **Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas na região dos Cerrados**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 60p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 42).
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Catálogo de cultivares de arroz: safra 2017-2018**. [Santo Antônio de Goiás], 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085232/catalogo-de-cultivares-de-arroz-safra-2017-2018>>. Acesso em: 9 set. 2018.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2014)**: área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.
- FAGERIA N.K. **Mineral nutrition of rice**. Boca Raton: CRC, 2013. 586p.
- FERREIRA, C.M. et al. **O passado e o futuro da cadeia produtiva do arroz em Mato Grosso**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 116p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 308).
- FERRREIRA, E. et al. Fatores influenciando o ataque de cupim rizófago em plantio direto de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.176-181, set. 2007.
- GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; SILVA, A.C. de L. Evapotranspiration and grain yield of upland rice as affected by water deficit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.5, p.441-446, May 2016.
- HEINEMANN, A.B. et al. **Zoneamento da região produtora de arroz de terras altas quanto ao impacto da deficiência hídrica**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 223).
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.21-28, jan./abr. 2006.
- KLUTHCOUSKI, J. et al. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura-Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).
- LACERDA, M.C.; NASCENTE, A.S. Effects of row spacing and nitrogen topdressing fertilization on the yield of upland rice in a no-tillage system. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v.38, n.4, p.493-502, 2016.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.10, n.2, p.151-164, maio/ago. 2011.
- MORO, E. et al. Upland rice under no-tillage preceded by crops for soil cover and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.37, n.6, p.1669-1677, Nov./Dec. 2013.
- NASCENTE, A.S.; CRUSCIOL, C.A.C.; STONE, L.F. Straw degradation and nitrogen release from cover crops under no-tillage. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.166-175, abr./jun. 2014.
- NASCENTE, A.S. et al. Cover crops can affect soil attributes and yield of upland rice. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.2, p.176-184, Feb. 2016.
- NASCENTE, A.S. et al. Gypsum and phosphorus in the development of upland rice under a no-tillage system. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n.50, p.3645-3654, Dec. 2014.
- NASCENTE, A.S. et al. Upland rice yield as affected by previous summer crop rotation (soybean or upland rice) and glyphosate management on cover crops. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.147-155, Jan./Mar. 2013.
- PACHECO, L.P. et al. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, n.35, n.5, p.1787-1800, set./out. 2011.
- PAULA, M.B. de; BARBOSA FILHO, M.; CARVALHO, J.G. de. Arroz. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.281-284.
- PINHEIRO, V.; STONE, L.F.; BARRIGOSI, J.A.F. Rice grain yield as affected by subsoiling, compaction on sowing furrow and seed treatment. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.5, p.395-400, May 2016.
- PINHEIRO, V. et al. Seed treatment, soil compaction and nitrogen management affect upland Rice. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.46, n.1, p.72-79, Jan./Mar. 2016.
- SANTOS, A.B. dos; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2.ed.rev. e ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000p.
- SILVEIRA, P.M. da; STONE, L.F. (Ed.). **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 218p.