

02 Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura do Milho “Safrinha”

Dirceu Luiz Broch¹
Sidnei Kuster Ranno²

2.1. Características edafoclimáticas e a correção de solo

O estado do Mato Grosso do Sul (MS) apresenta predomínio de solos caracterizados como *solos de Cerrado*. Os solos de Cerrado, em sua maioria altamente intemperizados, apresentam baixos teores de nutrientes, altos índices de acidez, e como característica marcante a dificuldade no desenvolvimento de raízes em profundidade, devido principalmente aos baixos teores de cálcio e alta saturação por alumínio nas camadas subsuperficiais do solo. Estes problemas, aliados a baixa capacidade de retenção de água desses solos podem causar diminuição na produção das plantas, agravando-se em função de períodos secos.

O milho é uma cultura com alto potencial de rendimento e altamente responsiva a melhoria do nível de fertilidade do solo. No entanto, o cultivo do milho “safrinha”, no período de fevereiro/março a julho/agosto, em condições climáticas desfavoráveis, relacionadas à deficiência hídrica e à ocorrência de períodos de baixas temperaturas, com risco de formação de geadas, limita o potencial produtivo desta cultura. Diante deste contexto surgem dúvidas como, por exemplo:

Quanto devo investir com corretivos e fertilizantes no milho “safrinha”?

Em função das incertezas quanto à produtividade e rentabilidade da atividade, recomenda-se implantar a cultura em áreas de boa fertilidade, já corrigidas, uma vez que não há tempo para a correção do solo antes do plantio do milho “safrinha”. A correção da acidez superficial (0-20 cm) com calcário e a correção da camada subsuperficial (20-40 cm) com gesso agrícola devem ser feitas antes da implantação da cultura de verão. Áreas com subsolos muito ácidos, com altos teores de alumínio trocável e/ou baixos teores de Ca, podem limitar o desenvolvimento do sistema radicular e afetar a profundidade até onde as plantas podem absorver água, o que é crítico para a cultura. Esta questão é importante, pois, como pode ser visualizado na Figura 2.1, trata-se de um período com volume de chuvas decrescentes, geralmente mal distribuídas e, o cultivo do milho “safrinha” vai depender muito mais do bom aproveitamento da água armazenada na camada inferior do perfil de solo. Em solos arenosos, com menor capacidade de armazenamento de água, os riscos do milho “safrinha” aumentam.



¹Engº Agrº M. Sc. (CREA 80130/D-RS - Visto 8018/MS) Pesquisador da FUNDAÇÃO MS.

²Engº Agrº M. Sc. (CREA 130898/D - Visto 12.776 /MS) Pesquisador da FUNDAÇÃO MS.

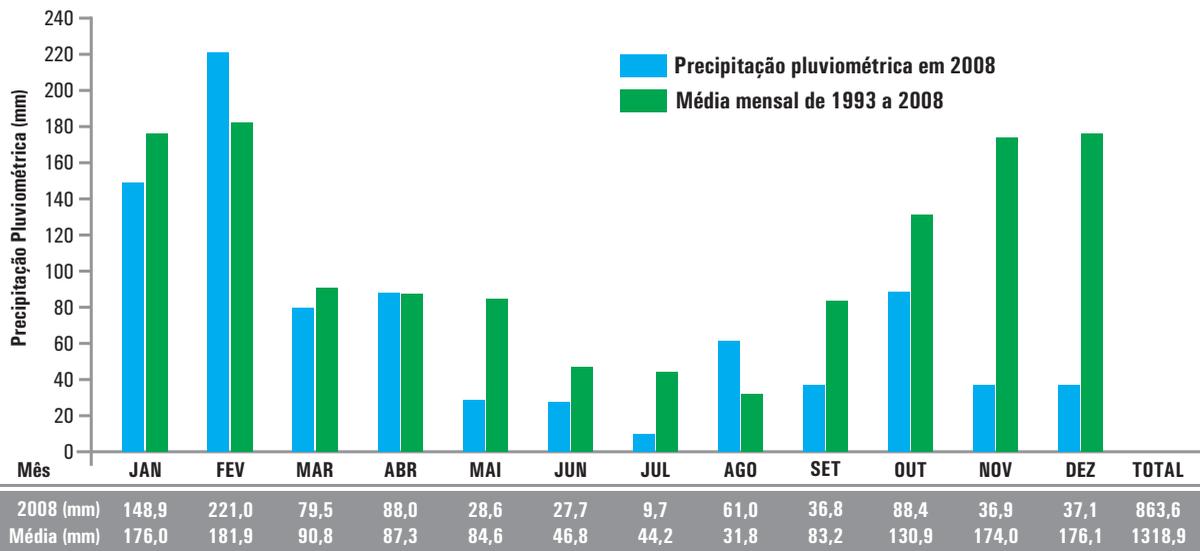


Figura 2.1. Precipitação pluviométrica (mm) mensal no ano de 2008 e média mensal (1993 a 2008) na estação experimental da FUNDAÇÃO MS. Maracaju/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

As culturas anuais, a exemplo do milho e, as pastagens, quando cultivadas durante o período de primavera-verão, beneficiam-se pelo maior volume de chuvas nesta época. Em função da redução do volume de chuvas no período de outono-inverno não é raro observarmos pastagens totalmente secas em Mato Grosso do Sul e na região do Cerrado como um todo. A Figura 2.2 ilustra bem a condição climática predominante para o cultivo de milho safrinha, que evidencia a necessidade da adoção de práticas agrícolas e de manejo de solo que melhorem a capacidade de armazenamento de água e crescimento radicular em profundidade.



Figura 2.2. Aspecto visual de uma pastagem degradada de *Brachiaria* durante o período de primavera-verão (à esquerda) e durante o período de outono-inverno (à direita), em função da distribuição das chuvas durante o ano, em Maracaju/MS, safra 2007/08. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Diante deste contexto edafoclimático em que se cultiva o milho “safrinha” em Mato Grosso do Sul, não basta corrigir-se apenas a camada superficial do solo, que vai de 0-20 cm. Para o sucesso do milho safrinha é fundamental que se proporcionem condições para o crescimento radicular até um (1) m de profundidade, preferencialmente. Com o crescimento de raízes nesta camada mais ampla, teríamos 10.000 m³/ha de solo armazenando água e nutrientes passíveis de serem explorados.

Para superar os problemas de acidez na camada superficial ou camada “arável” do solo (0-20 cm) é utilizado com sucesso, o calcário (calagem). No entanto, para a correção da acidez subsuperficial (abaixo de 20 cm), a utilização do gesso agrícola (gessagem) tem sido apontada como a melhor alternativa. Diferentemente do calcário, o gesso agrícola não altera o pH e as cargas elétricas do solo e, além disso, mantém o ânion sulfato na solução, resultando na mobilidade do cálcio no perfil do solo e, conseqüentemente, reduzindo a saturação de alumínio. A Figura 2.3 ilustra o desenvolvimento radicular do milho safrinha em profundidade em solo argiloso com aplicação de gesso agrícola para a correção da acidez subsuperficial em trabalho de pesquisa da FUNDAÇÃO MS.

Os trabalhos de pesquisa da FUNDAÇÃO MS com gesso agrícola estão concentrados na avaliação da eficiência do gesso agrícola no fornecimento de enxofre para as culturas (fonte de S) e na correção de subsolo (condicionador de solo). Como fonte de enxofre, as quantidades de gesso podem ser menores, doses em torno de 300 a 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ já seriam suficientes para satisfazer a necessidade da sucessão soja-milho "safrinha". No entanto, para a correção do subsolo (eliminação do alumínio tóxico) e promoção do crescimento radicular em profundidade os melhores resultados têm sido obtidos com a utilização de doses maiores deste insumo, as quais variam para cada tipo solo (textura, CTC, etc.).

Durante muito tempo o gesso agrícola sofreu com o mito em torno de sua utilização. Havia relatos a respeito de possíveis problemas de lixiviação de nutrientes, especialmente de potássio (K), decorrentes da sua aplicação. Imaginava-se a camada de 0-20 cm como a camada em que as raízes das culturas anuais como milho, soja, etc., seriam capazes de aproveitar a água e os nutrientes. Nutrientes detectados abaixo desta camada eram considerados perdidos ou lixiviados. Hoje, com os dados de pesquisa regionais gerados pela FUNDAÇÃO MS sabe-se que as culturas anuais se beneficiam da água e dos nutrientes contidos em camadas muito mais profundas, cujas raízes poderão chegar facilmente a profundidades entre 60-80 cm (soja) e 80-120 cm (milho). O que no passado era conceituado como perdido, hoje não é mais, e assim, uma leve movimentação de nutrientes no perfil pela utilização do gesso agrícola que de fato ocorre utilizando-se doses dentro dos limites indicados pela pesquisa, considerando a textura e a CTC do solo, não pode ser considerada totalmente negativa, principalmente nas condições de cultivo do MS, com frequentes períodos de estiagem durante o verão que afetam a soja e com o cultivo de milho safrinha no período de outono-inverno, quando as chuvas são naturalmente escassas.

As Figuras 2.4 e 2.5 apontam para o efeito do gesso agrícola na tolerância/resistência do milho "safrinha" ao estresse hídrico, comum nesta época no estado de Mato Grosso do Sul. O gesso melhora o ambiente para o desenvolvimento radicular em profundidade, facilitando a absorção de água e nutrientes em um maior volume de solo do perfil. Na parcela com gesso agrícola as folhas do milho permaneceram mais expostas à radiação solar, o que representa mais fotossíntese, maior produção de fotoassimilados, maior crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, maior produtividade.

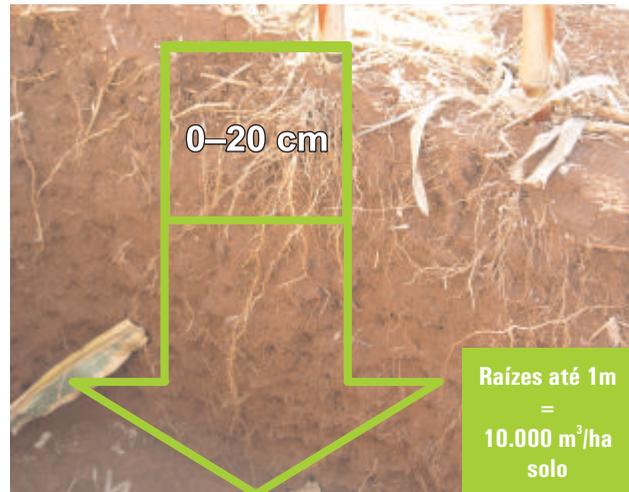


Figura 2.3. Distribuição das raízes de milho no perfil do solo em função da correção da acidez do subsolo com gesso agrícola em trabalho de pesquisa da FUNDAÇÃO MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

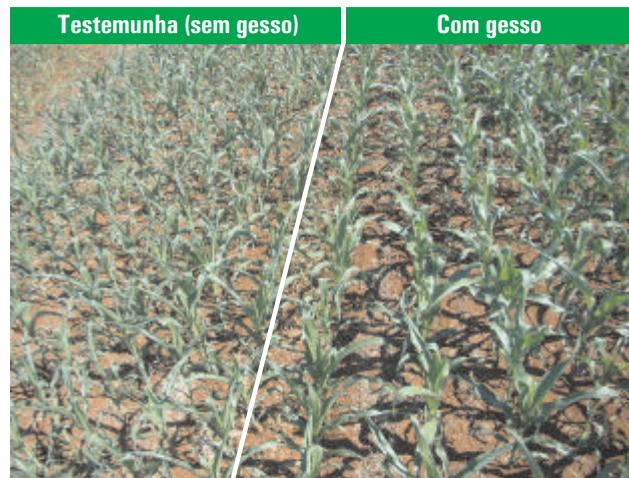


Figura 2.4. Aspecto visual do milho safrinha, híbrido AG 9040, em maio de 2008, 30 dias após a última chuva, em parcela sem gesso agrícola (à esquerda) e parcela com a aplicação de alta dose de gesso agrícola (à direita), em solo argiloso (60% argila) em Maracaju/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009. (trabalho em andamento)

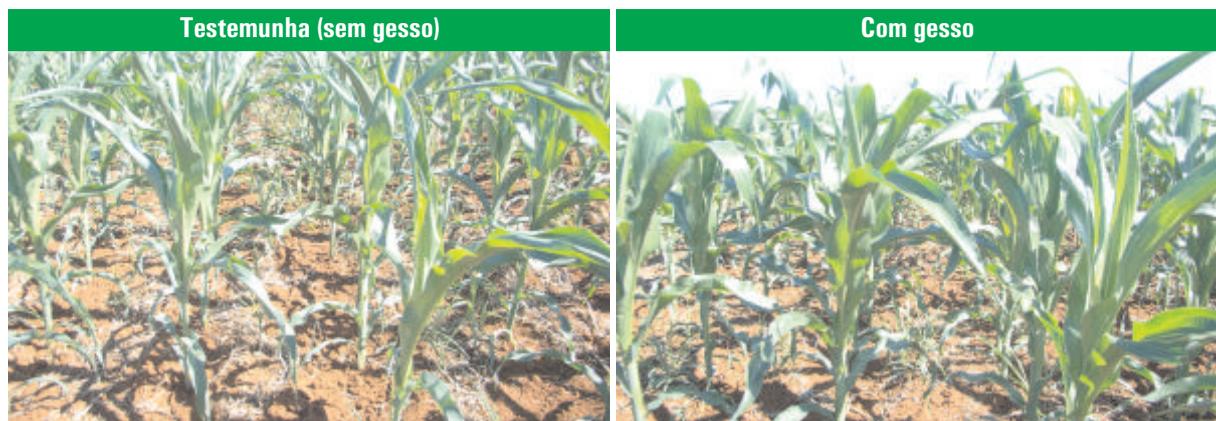


Figura 2.5. Aspecto visual do milho safrinha, híbrido AG 9040, em maio de 2008, 30 dias após a última chuva, em parcela sem gesso agrícola (à esquerda) e com a aplicação de alta dose de gesso agrícola (à direita), em solo argiloso (60% argila) em Maracaju/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009. (trabalho em andamento).

2.2. Fertilidade do solo e estratégias de adubação

Para o cultivo do milho “safrinha” com maior segurança, menor necessidade de investimentos e, provavelmente, maior rentabilidade, recomenda-se cultivar as áreas cujos teores dos nutrientes, na análise do solo, estejam em níveis classificados como “adequados” ou “altos”. Para estas áreas indica-se, no mínimo, uma adubação de reposição das quantidades exportadas nos grãos.

2.2.1 Tomada de Decisão

A Figura 2.6 pode auxiliar na tomada de decisão com relação à adubação em milho “safrinha”. Fica claro que a necessidade total de nutrientes exigidos pela cultura para a obtenção de uma produtividade esperada (100 sc.ha^{-1} de milho safrinha, por exemplo) é constante.

Na primeira situação, temos um “solo pobre”. Para atingir a meta de produtividade neste solo há a necessidade de um grande investimento em fertilizantes, com correção de macro e micronutrientes para atingirmos os níveis críticos de nutrientes. *Será que vale a pena enfrentar os riscos e plantar milho “safrinha” nesta área?*

Na segunda situação, temos um “solo de média fertilidade”. Para atingir a meta de produtividade neste solo ainda se fará necessária a correção para atingirmos os níveis críticos de nutrientes. *Será que a receita obtida com a venda da produção de milho safrinha paga todos os custos de produção, inclusive a correção da fertilidade, com alguma margem de lucro?*

Na terceira situação, temos um “solo fértil”. Para atingir a meta de produtividade neste solo não se fará necessária a adubação de correção. Nesta condição é possível realizar apenas uma adubação de reposição dos nutrientes exportados pelos grãos. Caso algum nutriente ainda não esteja em níveis satisfatórios é possível ajustar a adubação no intuito de atender primeiramente esta demanda. A tomada de decisão passa a abranger agora questões relativas às previsões climáticas para o período de cultivo e ao mercado. *Como se comportará o clima? Como serão os preços?*

Na quarta situação, temos um “solo de alta fertilidade”. Para atingir a meta de produtividade neste solo não se fará necessária a adubação de correção. Nesta condição é possível realizar apenas uma adubação de reposição dos nutrientes exportados pelos grãos. A tomada de decisão abrange principalmente questões relativas às previsões climáticas para o período de cultivo e ao mercado.

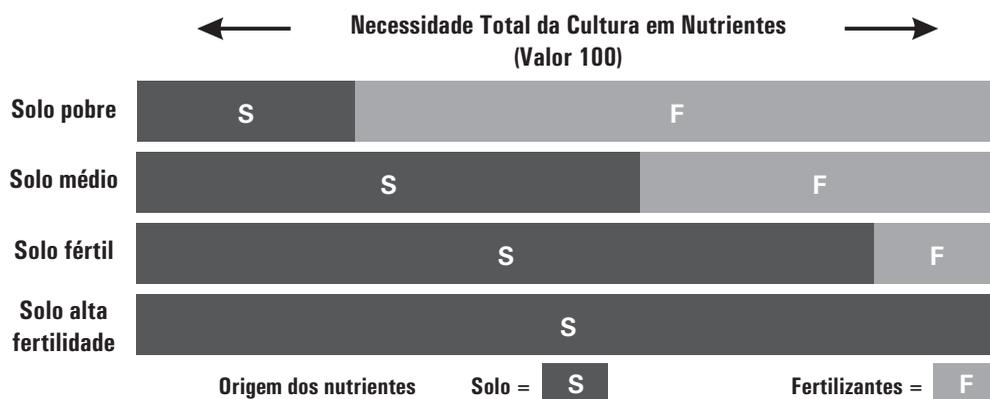


Figura 2.6. Esquema ilustrativo da origem dos nutrientes necessários para o atendimento da necessidade total do milho safrinha em áreas com diferentes níveis de fertilidade. FUNDAÇÃO MS, 2009.

2.2.2. Extração e Exportação de Nutrientes pelo Milho Safrinha

Na Tabela 2.1 está apresentada a extração de nutrientes pelo milho para cada tonelada de grãos produzida, a exportação de nutrientes para cada tonelada de grãos produzida (nutrientes contidos nos grãos) e, a proporção exportada em relação ao total extraído.

Com base na Tabela 2.1 podemos observar que o fósforo (P_2O_5), o nitrogênio (N) e o molibdênio (Mo) são os nutrientes exportados em maior proporção em relação ao total extraído. Ou seja, 89% do fósforo, 63% do nitrogênio e 63% do molibdênio absorvidos pela planta durante o ciclo saem da lavoura pela colheita dos grãos. O milho apresenta uma alta extração de N, sendo que a exportação também é alta. O fósforo é extraído em menor proporção comparativamente ao N e ao K, porém é fortemente exportado. Já o potássio é

altamente extraído, porém a exportação é baixa, indicando a alta capacidade de reciclagem de potássio pelo milho. O nitrogênio e o fósforo, juntamente com o potássio (pela sua alta extração), merecem atenção especial e devem ser atendidos prioritariamente na adubação de reposição para que não se empobreça o solo.

Com relação ao Cálcio (Ca) e ao Magnésio (Mg) não há a necessidade de uma preocupação excessiva, pois, o cultivo do milho “safrinha” em áreas com a acidez corrigida não exige adubação com estes nutrientes, que são fornecidos pelo calcário (fonte de Ca e Mg) e gesso (fonte de Ca e S).

Com relação ao enxofre, áreas com uso recente de gesso agrícola (últimos 3 anos) apresentam altos teores deste nutriente e permitem a utilização de formulações de fertilizantes sem a presença do mesmo. Contudo, caso os teores nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm estejam baixos será necessária a adubação com este nutriente.

Tabela 2.1. Extração e Exportação de nutrientes na cultura do milho. FUNDAÇÃO MS¹, 2009.

Nutriente	Extração	Exportação	%
----- kg.t ⁻¹ de grão -----			
N	24,9	15,8	63
P ₂ O ₅	9,8	8,7	89
K ₂ O	21,8	5,8	26
Ca	3,9	0,5	12
Mg	4,4	1,5	36
S	2,6	1,1	45
----- g.t ⁻¹ de grão -----			
Fe	235,7	11,6	5
Mn	42,8	6,1	14
Cu	10,0	1,2	12
Zn	48,4	27,6	57
B	18,0	3,2	18
Mo	1,0	0,6	63

¹ Adaptado de Pauletti (2004). % = Porcentagem exportada em relação ao extraído.

Com relação aos micronutrientes, a sua utilização dependerá do histórico da área e dos teores dos mesmos na análise de solo. Caso tenha sido feita uma correção total no passado ou a cultura de verão vem recebendo estes nutrientes nos últimos anos, existe uma baixa probabilidade de resposta técnica e econômica a sua utilização. Para o milho safrinha cultivado no estado de Mato Grosso do Sul, os micronutrientes que merecem atenção especial são o zinco (Zn), o boro (B) e o Molibdênio (Mo).

Em áreas onde a análise de solo indicar teores adequados ou altos de Zn e B existe uma baixa probabilidade de resposta técnica e econômica à utilização destes nutrientes. No caso do Mo, alguns trabalhos conduzidos pela FUNDAÇÃO MS tem evidenciado resposta à utilização deste nutriente na cultura do milho safrinha. No entanto, a frequência de resposta à utilização de Mo na cultura do milho safrinha é menor do que aquela observada na cultura da soja. Os trabalhos que visam definir dose, momento de aplicação e fonte estão em andamento e os dados preliminares indicam para a aplicação de 15 - 20 g de Mo quando o milho apresentar 4-5 folhas completamente desenvolvidas. (estádio V4-V5).

2.2.3. Adubação de Manutenção

A adubação de manutenção que visa repor a exportação de nutrientes é uma estratégia viável nas áreas corrigidas, cujos teores de nutrientes no solo, especialmente fósforo e potássio, estejam em níveis adequados, acima do nível crítico (90% rendimento potencial), ou em níveis altos. Na adubação de manutenção adicionam-se as quantidades de nutrientes exportadas em função da expectativa de produtividade mais as perdas do sistema (adsorção, erosão, lixiviação, etc.). Em geral, o acréscimo devido às perdas varia de 20 a 30% da exportação. Em função dos níveis de resposta à adubação do milho safrinha, verificados nos trabalhos de pesquisa da FUNDAÇÃO MS com diferentes estratégias de adubação no sulco em solos de boa fertilidade, sob plantio direto em sucessão a soja, que serão apresentados na sequência e, em função dos riscos relativos à cultura do milho safrinha, será considerada para o milho safrinha neste trabalho a eficiência total dos nutrientes aplicados.

Para que tenhamos rentabilidade e não apenas produtividade, é fundamental que a meta de produtividade seja estabelecida considerando fatores como: o histórico da área, a fertilidade do solo na camada superficial (0-20cm) e subsuperficial (20-40 cm), o potencial produtivo do híbrido a ser utilizado, a altitude da área, o risco de ocorrência de estiagem, o risco de ocorrência de geadas, entre outros. Então, é necessário adequar a tecnologia às condições edafoclimáticas disponíveis.

Na Tabela 2.2 está apresentada a extração e a exportação de nutrientes pelo milho safrinha, em função da produtividade almejada.

Tabela 2.2. Extração e Exportação de nutrientes na cultura do milho safrinha em função da produtividade almejada. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Nutriente	Expectativa de Produtividade (sc.ha ⁻¹)							
	60		80		100		120	
	Extração	Exportação	Extração	Exportação	Extração	Exportação	Extração	Exportação
	----- kg.ha ⁻¹ -----							
N	90,0	57,0	120,0	76,0	149,0	95,0	179,0	114,0
P ₂ O ₅	35,0	31,0	47,0	42,0	59,0	52,0	71,0	63,0
K ₂ O	79,0	21,0	105,0	28,0	131,0	35,0	157,0	42,0
Ca	14,0	1,8	19,0	2,4	23,0	3,0	28,0	3,6
Mg	16,0	5,4	21,0	7,2	26,0	9,0	32,0	10,8
S	10,0	4,0	12,0	5,3	15,0	6,6	19,0	7,9
	----- g.ha ⁻¹ -----							
Fe	848,0	42,0	1131,0	56,0	1414,0	70,0	1697,0	84,0
Mn	154,0	22,0	205,0	29,0	257,0	37,0	308,0	44,0
Cu	36,0	4,3	48,0	5,8	60,0	7,2	72,0	8,6
Zn	174,0	99,0	232,0	132,0	290,0	166,0	348,0	199,0
B	65,0	12,0	86,0	15,4	108,0	19,2	130,0	23,0
Mo	3,6	2,0	4,8	2,9	6,0	3,6	7,2	4,3

Assim, considerando o plantio do milho safrinha em solos de boa fertilidade e a eficiência da adubação equivalente a 100% (desconsideradas as perdas do sistema), se a meta for manter (ou praticamente manter) os teores de fósforo e potássio no solo para a cultura subsequente e colher, por exemplo:

- **80 sc.ha⁻¹ de milho safrinha:** será necessário fornecer via adubação aproximadamente 25-35 kg.ha⁻¹ N, 42 kg.ha⁻¹ P₂O₅ e 28 kg.ha⁻¹ de K₂O.

- **100 sc.ha⁻¹ de milho safrinha:** será necessário fornecer via adubação aproximadamente 35-45 kg.ha⁻¹ N, 52 kg.ha⁻¹ P₂O₅ e 35 kg.ha⁻¹ de K₂O.

- **120 sc.ha⁻¹ de milho safrinha:** será necessário fornecer via adubação aproximadamente 45-60 kg.ha⁻¹ N, 63 kg.ha⁻¹ P₂O₅ e 42 kg.ha⁻¹ de K₂O.

2.2.3.1. Estratégias de Adubação no Sulco

Em solos de boa fertilidade, trabalhos da FUNDAÇÃO MS têm mostrado respostas mais expressivas do milho "safrinha" ao nitrogênio no sulco, comparativamente aos demais nutrientes. Embora a mineralização da matéria orgânica e a decomposição da palhada da soja (rica em N) sobre a qual é realizada a semeadura do milho "safrinha" forneçam quantidades na maioria dos casos superiores a 100 kg.ha⁻¹ de N, ainda se faz necessária a utilização de fertilizantes nitrogenados. As respostas econômicas, quando ocorrem, ficam em torno de 30-40 kg.ha⁻¹ de N no sulco. De um modo geral, classifica-se o milho "safrinha" como uma cultura de baixa resposta a nitrogênio quando este é cultivado após a soja ou outra leguminosa de verão. Como, geralmente, as condições climáticas (umidade do solo e temperatura) não são favoráveis à aplicação de nitrogênio em cobertura no milho "safrinha" deve-se dar preferência para a utilização de uma maior dose de N no sulco de semeadura através de fórmulas com maior proporção de N e, a aplicação em cobertura, se utilizada, realizada logo após a emergência do milho, quando geralmente as condições de clima ainda são favoráveis a essa prática.

Em solos onde os níveis de fósforo são classificados como “altos”, as possibilidades de respostas econômicas são baixas. No entanto, o fósforo é um nutriente que merece atenção especial na cultura do milho “safrinha” e para a cultura subsequente, por dois motivos principais: a) é o nutriente proporcionalmente mais exportado pelos grãos e; b) é um dos nutrientes menos móveis no solo, cuja mobilidade é proporcional ao teor de umidade do solo. Como, durante o ciclo do milho “safrinha” a umidade é menor devido ao decréscimo do volume e da frequência das precipitações pluviométricas, se faz necessário o suprimento deste nutriente no sulco de plantio, preferencialmente. Desta forma, o fósforo fica mais próximo das raízes do milho, aumentando a eficiência de utilização deste nutriente.

Em solos com níveis de potássio considerados “altos” existe uma baixa probabilidade de resposta econômica a adubação potássica. Sabe-se que o milho é um grande reciclador deste nutriente, sendo que necessita de uma grande quantidade de potássio para o seu desenvolvimento, no entanto, a exportação através dos grãos é relativamente pequena (26% do extraído), beneficiando a cultura que se estabelece na seqüência. Devido a sua maior mobilidade no solo, comparativamente ao fósforo, é possível utilizar parte do potássio a lanço em cobertura no milho safrinha, principalmente a partir de doses superiores a 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, o que visa evitar problemas de germinação e de desenvolvimento das raízes. Contudo, o aproveitamento deste potássio aplicado em cobertura será baixo, beneficiando principalmente a cultura da soja subsequente, pela reposição do potássio exportado pelo milho safrinha.

A FUNDAÇÃO MS vem desenvolvendo inúmeros trabalhos de pesquisa com objetivo de avaliar diferentes estratégias de adubação no sulco de plantio para o milho “safrinha”, cultivado em sucessão à soja em solos de boa fertilidade, com teores adequados de macro e micronutrientes, preconizados para o cultivo de milho “safrinha”.

Na safrinha 2007 foram instalados trabalhos de pesquisa em Rio Brilhante/MS, Antônio João/MS, Maracaju/MS e São Gabriel do Oeste/MS, em áreas de boa fertilidade sob plantio direto, em sucessão a soja, cujas características estão apresentadas na Tabela 2.3:

Tabela 2.3. Teores de nutrientes no solo na camada de 0-20 e 20-40 cm, previamente à instalação dos experimentos, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Atributo	Municípios							
	Rio Brilhante		Antonio João		Maracaju		São Gabriel do Oeste	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH CaCl ₂	6,0	5,8	5,5	5,4	5,8	4,8	5,2	4,8
pH H ₂ O	6,6	6,4	6,1	6,0	6,4	5,4	5,8	5,4
M.O g dm ⁻³	54,5	25,1	48,1	24,8	32,1	24,0	29,1	22,1
P (M-1) mg dm ⁻³	4,1	0,2	4,4	0,2	8,8	0,2	11,9	0,6
P (Res.) mg dm ⁻³	15,9	1,0	15,2	5,0	17,1	4,1	21,5	6,5
K cmol dm ⁻³	0,46	0,10	0,81	0,49	0,36	0,07	0,31	0,15
Ca cmol dm ⁻³	7,5	3,0	9,1	7,5	6,3	3,5	3,1	1,3
Mg cmol dm ⁻³	2,1	1,1	1,5	1,4	2,1	1,7	1,3	1,0
S cmol dm ⁻³	38,8	239,1	21,1	25,6	12,0	60,7	8,2	56,7
Al cmol dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4
H+Al cmol dm ⁻³	3,0	2,3	3,8	2,3	2,3	2,8	1,6	1,6
SB cmol dm ⁻³	9,96	4,1	11,4	9,4	8,8	5,2	4,6	4,6
CTC cmol dm ⁻³	13,0	6,4	15,1	11,7	11,1	7,9	6,2	6,2
V (%)	76,6	64,4	75,2	80,1	78,9	65,2	74,8	43,0
Rel Ca/Mg	3,63	2,81	6,3	5,4	3,0	2,1	2,44	1,25
Sat Ca (%)	57,3	46,3	60,2	63,9	56,8	43,5	49,5	22,4
Sat Mg (%)	15,8	16,5	9,6	11,9	18,9	20,8	20,3	17,9
Sat K (%)	3,5	1,6	5,4	4,2	3,2	0,9	5,03	2,68
Sat Al (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	13,6
Fe mg dm ⁻³	27,1	-	11,5	-	20,0	-	27,9	-
Mn mg dm ⁻³	48,5	-	58,2	-	34,8	-	13,8	-
Zn mg dm ⁻³	2,8	-	9,1	-	2,8	-	5,5	-
Cu mg dm ⁻³	4,8	-	7,0	-	6,2	-	1,4	-
B mg dm ⁻³	0,22	-	0,31	-	0,19	-	0,19	-
Argila (g kg ⁻¹)	39,0	-	450	-	450	-	350	-

Metodologia pH-1:2.5; MO-K2Cr2O7; H-Acetato de Cálcio (pH 7); P e K-Extrator de Mehlich I; Ca e Mg - EDTA; S-Soma de Bases; T-CTC; V-Saturação de Bases; Fe - Mn - Zn - Cu - Mehlich-1; B-Água quente; S-Fosfato monocálcico.

Laboratório: Solos; Data de coleta: Fevereiro de 2007;

Na Tabela 2.4 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos. Os trabalhos constituíram-se de 9 tratamentos que envolvem diferentes estratégias de adubação no sulco, como a utilização de matérias-primas (fontes de N, N + S, N + P₂O₅, N + P₂O₅ + S) e fórmulas comerciais com diferentes proporções de N : P₂O₅ : K₂O. Não foi realizada adubação nitrogenada ou potássica em cobertura, sendo que os totais de nutrientes, em função dos tratamentos, foram fornecidos no sulco de plantio.

Tabela 2.4. Descrição dos tratamentos contendo as fórmulas de adubo utilizadas no sulco de plantio com as respectivas doses e totais de NPK aplicados em cada tratamento nos diferentes locais¹, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Adubação no sulco de plantio		Adubação Cobertura ²	Total aplicado		
	Dose	Fórmula		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg.ha ⁻¹			kg.ha ⁻¹		
1	0,0	Sem Adubo	-	00	00	00
2	100	Uréia (45-00-00)	-	45	00	00
3	200	Sulfato de Amônio (21-00-00 + S:24%)	-	42	00	00
4	150	MAP (10-52-00)	-	15	78	00
5	180	Mapinho (14-34-00)	-	25	61	00
6	280	07-20-20 + Ca: 2% e S: 6%	-	20	56	56
7	280	10-20-20	-	28	56	56
8	280	12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17%	-	34	42	42
9	380	12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17%	-	46	57	57

¹ Locais: Rio Brilhante - Fazenda Volta Alegre; Híbrido: Tork; Plantio: 14/02/07; Espaçamento: 0,8m.

Antônio João - Fazenda Retiro da Cervo; Híbrido: Tork; Plantio: 02/03/07; Espaçamento: 0,8m.

Maracaju - Fazenda Alegria; Híbrido: Tork; Plantio: 08/03/07; Espaçamento: 0,8m.

São Gabriel do Oeste - E. E. Sindicato Rural; Híbrido: Tork; Plantio: 12/03/07; Espaçamento: 0,8m.

² Adubação de cobertura: Não foi realizada adubação nitrogenada ou potássica em cobertura, sendo que os totais de NPK, em função dos tratamentos, foram fornecidos no sulco de plantio.

Na Tabela 2.5 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho safrinha percebe-se que houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, houve respostas à adubação no sulco de plantio em todos os locais e na média dos locais. Na média dos 4 locais a maior produtividade foi observada no tratamento 9, com a utilização de 380 kg ha⁻¹ 12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17% no sulco de plantio, cuja produtividade foi significativamente superior ao tratamento 1 (testemunha, sem adubo) pelo teste de Tukey ao nível de 5%, sem diferir no entanto dos demais tratamentos. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha, embora tenham proporcionado ganhos expressivos na produtividade.

Comparando-se o desempenho dos tratamentos 9 (380 kg ha⁻¹ 12-15-15), 7 (280 kg ha⁻¹ 10-20-20) e 6 (280 kg ha⁻¹ 07-20-20), os quais forneceram doses equivalentes P₂O₅ (57 kg ha⁻¹) e K₂O (57 kg ha⁻¹) e doses variáveis de N em função da composição da fórmula (com 46, 28 e 20 kg ha⁻¹ de N, respectivamente), percebe-se uma estreita relação entre as doses de N fornecidas e a produtividade do milho safrinha. Este fato também pode ser observado quando se compara o desempenho dos tratamentos 8 (280 kg ha⁻¹ 12-15-15), 7 (280 kg ha⁻¹ 10-20-20) e 6 (280 kg ha⁻¹ 07-20-20). O tratamento 8, apesar de fornecer apenas 42 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, em comparação com os 57 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O dos tratamentos 7 e 6, apresentou uma tendência de superioridade, que pode estar relacionada ao fornecimento de uma maior quantidade de N no sulco, 34 kg ha⁻¹. Estes dados apontam para a utilização de fórmulas concentradas em N no sulco de plantio para a cultura do milho safrinha. Sugere-se a substituição gradual do 07-20-20 (ou 08-20-20) e do 10-20-20 pela fórmula 12-15-15.

A uréia (100 kg ha⁻¹) e o sulfato de amônio (200 kg ha⁻¹) apresentaram um bom desempenho quando aplicados no sulco de plantio, embora forneçam apenas N e N + S, respectivamente. Estes dados mostram que em solos de boa fertilidade, com os níveis fósforo e potássio acima do nível crítico, há uma baixa probabilidade de resposta à adubação fosfatada e potássica. Contudo, indica-se pelo menos uma adubação de manutenção que faça a reposição do fósforo e potássio exportados pela colheita do milho safrinha. A adubação com estas matérias-primas (Uréia e Sulfato) deve restringir-se a áreas de boa fertilidade e momentos de dificuldade econômica, lembrando-se que haverá um empobrecimento do fósforo e potássio prontamente disponíveis, que deverão ser repostos através de uma maior adubação na cultura da soja subsequente, no intuito de não haver um comprometimento da sucessão de culturas.

O MAP (150 kg ha⁻¹) e o Mapinho (180 kg ha⁻¹) apresentaram um desempenho satisfatório, porém abaixo das demais matérias primas (Uréia e Sulfato) e formulações (07-20-20, 10-20-20 e 12-15-15). Embora estes tratamentos permitam a reposição do fósforo exportado nestes patamares de produtividade, o que já não acontece com o potássio, as pequenas quantidades de N fornecidas no sulco (15 e 25 kg ha⁻¹, respectivamente) parecem não satisfazer as exigências do milho "safrinha", que foram, provavelmente, mais plenamente atingidas com a uréia (100 kg ha⁻¹) e o sulfato de amônio (200 kg ha⁻¹), os quais forneceram 45 e 42 kg ha⁻¹ N, respectivamente. A adubação

com estas matérias-primas (MAP e Mapinho) deve restringir-se a áreas de boa fertilidade e momentos de dificuldade econômica, lembrando-se que haverá um empobrecimento do potássio prontamente disponível, que deverá ser repostado através de uma maior adubação na cultura da soja subsequente, no intuito de não haver um comprometimento da sucessão de culturas. O MAP e o Mapinho podem ainda ser associados à utilização de KCl em cobertura no milho “safrinha”, embora o aproveitamento do potássio nesta safra seja dificultado pela escassez natural das chuvas no período de outono-inverno, típica da região dos Cerrados e que dificultará a sua mobilidade e acesso pelas raízes do milho “safrinha”. No entanto, a soja cultivada em sucessão se aproveitará plenamente do KCl aplicado e eventualmente não utilizado pelo milho “safrinha”.

Tabela 2.5. Produtividade do milho safrinha ($sc\ ha^{-1}$) em cada local e na média dos locais e ganho de produtividade ($sc\ ha^{-1}$) em relação à testemunha, em função da utilização de diferentes fórmulas de fertilizantes no sulco de plantio, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Sulco de plantio		Produtividade					Ganho
	Dose	Fórmula	R. Brilhante	A. João	Maracaju	S. G. O.	Média	
	$kg\ ha^{-1}$		$sc\ ha^{-1}$					$sc\ ha^{-1}$
9	380	12-15-15	114,9 a ¹	111,6 ab ¹	119,7 a ¹	74,8 a ¹	105,3 a ¹	17,0
8	280	12-15-15	107,2 abc	115,7 ab	114,8 a	68,5 ab	101,6 ab	13,4
2	100	Uréia	95,4 cd	127,1 a	121,4 a	62,6 ab	101,6 ab	13,4
3	200	Sulfato	110,4 ab	110,6 ab	116,7 a	57,9 b	98,9 ab	10,7
7	280	10-20-20	99,3 bc	108,7 b	110,0 ab	67,6 ab	96,4 ab	8,2
6	280	07-20-20	98,0 bc	121,5 ab	110,8 ab	55,0 ab	96,3 ab	8,1
5	180	Mapinho	99,1 bc	107,8 b	109,9 ab	60,9 ab	94,4 ab	6,2
4	150	MAP	93,3 cd	111,3 ab	110,3 ab	58,4 ab	93,3 ab	5,1
1	0,0	Sem Adubo	82,7 d	112,5 ab	97,7 b	60,0 b	88,2 b	-
	Média ($sc\ ha^{-1}$)		100,0	114,1	112,4	64,7	97,3	
	CV (%)		6,1	6,7	5,8	9,2	6,4	

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 2.7 ilustra a relação entre as quantidades de N fornecidas pelos fertilizantes no sulco de plantio e a produtividade do milho na safrinha 2007. Percebe-se uma relação linear entre a dose de N no sulco e a produtividade do milho safrinha, evidenciando uma resposta expressiva do milho safrinha ao N no sulco, embora a mineralização da matéria orgânica e a decomposição da palhada da soja (rica em N) sobre a qual é realizada a semeadura do milho “safrinha” forneçam quantidades na maioria dos casos superiores a $100\ kg\ ha^{-1}$ de N.

Assim, embora se classifique o milho “safrinha” como uma cultura de baixa resposta a nitrogênio quando este é cultivado após a soja ou outra leguminosa de verão, ainda se faz necessária a utilização de fertilizantes nitrogenados, por se tratar do nutriente exigido em maior quantidade pelo milho “safrinha”. As respostas econômicas parecem estar em torno de $30-40\ kg\ ha^{-1}$ de N no sulco, quando se almeja a obtenção de pelo menos 90% do rendimento potencial.

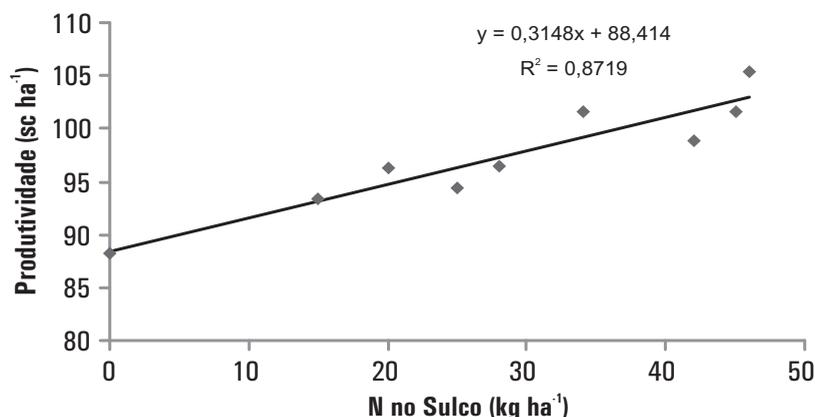


Figura 2.7. Relação entre as quantidades de N ($kg\ ha^{-1}$) fornecidas pelos fertilizantes no sulco de plantio e a produtividade média do milho safrinha ($sc\ ha^{-1}$) nos diferentes locais, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

As Figuras 2.8 e 2.9 ilustram a resposta do milho safrinha a adubação no sulco de plantio na safrinha 2007, em São Gabriel do Oeste/MS, em solo de boa fertilidade, quando se registrou forte restrição hídrica na fase vegetativa e reprodutiva. No tratamento testemunha (sem adubo) é nítida a diminuição no porte das plantas (Figura 2.8) e os problemas de fecundação (Figura 2.9), que são causados pelo estresse hídrico na fase vegetativa e reprodutiva, respectivamente, porém intensificados pela ausência de fertilizantes no sulco que permita uma nutrição adequada da cultura neste momento de dificuldade de aquisição dos nutrientes pelas raízes do milho pela baixa mobilidade dos mesmos.



Figura 2.8. Efeito do déficit hídrico no milho safrinha, híbrido Tork, em parcela sem adubo no sulco de plantio (acima) e parcela com uma boa adubação no sulco de plantio, 280 kg ha⁻¹ 12-15-15 + S, Zn e B (abaixo), em solo de boa fertilidade e de textura média (35% argila), em São Gabriel do Oeste/MS, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

No tratamento com uma boa adubação no sulco de plantio, 280 kg ha⁻¹ 12-15-15 + S, Zn e B, embora sejam perceptíveis os danos relativos à restrição hídrica, ocasionando a popular “chupeta”, que corresponde ao não enchimento dos grãos na extremidade da espiga, observou-se plantas com porte praticamente normal e um melhor padrão de espiga.



Figura 2.9. Detalhe do efeito do déficit hídrico nas espigas do milho safrinha, híbrido Tork, em parcela sem adubo no sulco de plantio (à esquerda) e parcela com uma boa adubação no sulco de plantio, 280 kg ha⁻¹ 12-15-15 + S, Zn e B (à direita), em solo de boa fertilidade e de textura média (35% argila), em São Gabriel do Oeste/MS, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Na safrinha 2008 foram instalados novos trabalhos de pesquisa com objetivo de avaliar diferentes estratégias de adubação no sulco de plantio para o milho safrinha. Instalaram-se trabalhos em Dourados/MS, Aral Moreira/MS, Maracaju/MS e São Gabriel do Oeste/MS, em áreas de boa fertilidade sob plantio direto, em sucessão à soja, cujas características estão apresentadas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Teores de nutrientes no solo na camada de 0-20 e 20-40 cm, previamente à instalação dos experimentos, safrinha 2008. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Atributo	Rio Brillhante		Aral Moreira		Maracaju		São Gabriel do Oeste	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH CaCl ₂	6,3	6,1	5,4	5,3	5,4	4,8	5,0	4,6
pH H ₂ O	6,9	6,7	6,0	5,9	6,0	5,4	5,6	5,2
M.O g dm ⁻³	29,4	24,7	33,7	21,2	32,6	21,7	34,0	20,8
P (M-1) mg dm ⁻³	36,5	1,8	12,3	1,1	12,9	1,1	15,5	1,0
P (Res.) mg dm ⁻³	43,2	4,4	23,3	3,3	21,5	2,6	----	----
K cmol dm ⁻³	0,28	0,07	0,29	0,16	0,27	0,08	0,13	0,10
Ca cmol dm ⁻³	7,0	4,5	4,0	2,2	4,6	1,9	2,7	1,1
Mg cmol dm ⁻³	3,7	2,6	1,3	0,9	1,6	1,0	1,4	0,7
S cmol dm ⁻³	9,6	43,1	15,7	69,1	13,4	162,0	8,7	63,1
Al cmol dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3
H+Al cmol dm ⁻³	2,3	1,8	4,3	3,8	3,4	4,2	4,6	3,9
SB cmol dm ⁻³	11,0	7,1	5,5	3,2	6,4	3,0	4,1	1,9
CTC cmol dm ⁻³	13,3	8,9	9,8	7,0	9,8	7,2	8,7	5,7
V (%)	82,9	80,1	56,6	45,7	65,4	41,7	47,3	32,2
Rel Ca/Mg	1,89	1,76	3,0	2,6	2,8	1,9	1,96	1,69
Sat Ca (%)	52,8	50,6	40,4	31,3	46,3	26,6	30,4	19,2
Sat Mg (%)	27,9	28,7	13,3	12,1	16,3	14,0	15,5	11,3
Sat K (%)	2,1	0,8	2,96	2,28	2,75	1,12	1,49	1,74
Sat Al (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	0,0	15,0
Fe mg dm ⁻³	22,8	-	80,1	-	66,4	-	35,8	-
Mn mg dm ⁻³	98,8	-	33,7	-	62,5	-	16,4	-
Zn mg dm ⁻³	5,9	-	5,4	-	3,1	-	6,1	-
Cu mg dm ⁻³	17,4	-	3,8	-	6,9	-	1,8	-
B mg dm ⁻³	0,44	-	0,44	-	0,31	-	0,46	-
Argila (g kg ⁻¹)	500	-	570	-	500	-	540	-

Metodologia pH:1:2,5; MO:K₂Cr₂O₇; H:Acetato de Cálcio (pH 7); P e K-Extrator de Mehlich I; Ca e Mg - EDTA; S-Soma de Bases; T-CTC; V-Saturação de Bases; Fe - Mn - Zn - Cu - Mehlich-1; B-Água quente; S-Fosfato monocálcico. Laboratório: Solos; Data de coleta: Fevereiro de 2008.

Na Tabela 2.7 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos. Os trabalhos constituíram-se de 9 tratamentos que envolvem diferentes estratégias de adubação no sulco, como a utilização de matérias-primas (fontes de N, N + S, N + P₂O₅, N + P₂O₅ + S) e fórmulas comerciais com diferentes proporções de N : P₂O₅ : K₂O. Não foi realizada adubação nitrogenada ou potássica em cobertura, sendo que os totais de nutrientes, em função dos tratamentos, foram fornecidos no sulco de plantio.

Tabela 2.7. Descrição dos tratamentos contendo as fórmulas de adubo utilizadas no sulco de plantio com as respectivas doses e totais de NPK aplicados em cada tratamento nos diferentes locais¹, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Adubação no sulco de plantio		Adubação Cobertura ²	Total aplicado		
	Dose	Fórmula		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg.ha ⁻¹			kg.ha ⁻¹		
1	0,0	Sem Adubo	-	00	00	00
2	100	Uréia (45-00-00)	-	45	00	00
3	200	Sulfato de Amônio (21-00-00 + S:24%)	-	42	00	00
4	150	MAP (10-52-00)	-	15	78	00
5	180	Mapinho (14-34-00)	-	25	61	00
6	210	08-20-20 + 2% Ca + 6% S	-	17	42	42
7	280	12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17%	-	34	42	42
8	285	08-20-20 + 2% Ca + 6% S	-	23	57	57
9	380	12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17%	-	46	57	57

¹ Locais: Dourados - Fazenda Santa Ilda; Híbrido: AG 9040; Plantio: 05/03/08; Espaçamento: 0,8m. Aral Moreira - Fazenda São Gabriel; Híbrido: AG 9040; Plantio: 04/03/08; Espaçamento: 0,8m. Maracaju - Fazenda Alegria; Híbrido: AG 9040; Plantio: 16/03/08; Espaçamento: 0,8m. São Gabriel do Oeste - E. E. Sindicato Rural; Híbrido: Pioneer 30 F 98; Plantio: 16/03/08; Esp.: 0,8m.

² Não foi realizada adubação nitrogenada ou potássica em cobertura, sendo que os totais de NPK, em função dos tratamentos, foram fornecidos no sulco de plantio.

Na Tabela 2.8 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho safrinha percebe-se que houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, houve respostas à adubação no sulco de plantio na média dos locais. Na média dos 4 locais a maior produtividade foi observada no tratamento 9, com a utilização de 380 kg ha⁻¹ 12-15-15 + S:9,5%; Zn:0,72% e B:0,17% no sulco de plantio, cuja produtividade foi significativamente superior ao tratamento 1 (testemunha, sem adubo) pelo teste de Tukey ao nível de 5%, sem diferir no entanto dos demais tratamentos. Os tratamentos 5 (180 kg ha⁻¹ Mapinho), 3 (200 kg ha⁻¹ Sulfato de Amônio), 2 (100 kg ha⁻¹ Uréia), 4 (150 kg ha⁻¹ MAP) e 6 (210 kg ha⁻¹ 08-20-20) não diferiram da testemunha, sem adubo.

Comparando-se o desempenho dos tratamentos 9 (380 kg ha⁻¹ 12-15-15) e 8 (285 kg ha⁻¹ 08-20-20), os quais forneceram doses equivalentes P₂O₅ (57 kg ha⁻¹) e K₂O (57 kg ha⁻¹) e, doses variáveis de N em função da composição da fórmula (com 46 e 23 kg ha⁻¹ de N, respectivamente), percebe-se da mesma forma como na safrinha 2007, uma estreita relação entre as doses de N fornecidas e a produtividade do milho safrinha, com vantagens para a fórmula 12-15-15. Este fato também pode ser observado quando se compara o desempenho dos tratamentos 7 (280 kg ha⁻¹ 12-15-15) e 6 (210 kg ha⁻¹ 08-20-20), os quais forneceram doses equivalentes P₂O₅ (42 kg ha⁻¹) e K₂O (42 kg ha⁻¹) e, doses variáveis de N em função da composição da fórmula (com 34 e 17 kg ha⁻¹ de N, respectivamente). Percebe-se um desempenho nitidamente superior da fórmula 12-15-15, que parece estar relacionada às maiores quantidades de N fornecidas. O tratamento 7 (280 kg ha⁻¹ 12-15-15), apesar de fornecer apenas 42 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, em comparação com os 57 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O do tratamento 8 (285 kg ha⁻¹ 08-20-20), apresentou desempenho equivalente a este, o que pode estar relacionado ao fornecimento de uma maior quantidade de N no sulco, 34 kg ha⁻¹. Os dados da safrinha 2008 apontam para a utilização de fórmulas concentradas em N no sulco de plantio para a cultura do milho “safrinha” e, sugere-se a substituição gradual do 07-20-20 (ou 08-20-20) e do 10-20-20 pela fórmula 12-15-15.

Dentre as matérias-primas, a opção que se destacou foi o Mapinho (180 kg ha⁻¹), que apresentou um desempenho acima do sulfato de amônio (200 kg ha⁻¹), da uréia (100 kg ha⁻¹) e do MAP (150 kg ha⁻¹) e bastante próximo das fórmulas completas nas maiores doses, embora sem diferenças estatísticas. Embora este tratamento permita a reposição do fósforo exportado nestes patamares de produtividade, o que já não acontece com o potássio, as pequenas quantidades de N fornecidas no sulco (15 e 25 kg ha⁻¹, respectivamente) parecem não satisfazer as exigências do milho “safrinha”, que foram, provavelmente, mais plenamente atingidas pelas fórmulas completas como o 12-15-15. A adubação com matérias-primas como o Mapinho, à exemplo do MAP, deve restringir-se a áreas de boa fertilidade e momentos de dificuldade econômica, lembrando-se que haverá um empobrecimento do potássio prontamente disponível, que deverá ser repostado através de uma maior adubação na cultura da soja subsequente, no intuito de não haver um comprometimento à sucessão de culturas. O Mapinho pode ainda ser associado à utilização de KCl em cobertura no milho “safrinha”, embora o aproveitamento do potássio nesta safra seja dificultado pela escassez natural das chuvas no período de outono-inverno, típica da região dos Cerrados e que dificultará a sua mobilidade a acesso pelas raízes do milho “safrinha”. No entanto, a soja cultivada em sucessão aproveitará plenamente do KCl aplicado e eventualmente não utilizado pelo milho “safrinha”.

A uréia (100 kg ha⁻¹) e o sulfato de amônio (200 kg ha⁻¹) apresentaram um bom desempenho quando aplicados no sulco de plantio, embora forneçam apenas N e N + S. Houve uma tendência de desempenho superior ao tratamento 6 (210 kg ha⁻¹ 08-20-20), embora este tratamento forneça quantidades expressivas de fósforo (42 kg ha⁻¹) e potássio (42 kg ha⁻¹). Estes dados mostram que em solos de boa fertilidade, com os níveis fósforo e potássio acima do nível crítico, há uma baixa probabilidade de resposta à adubação fosfatada e potássica. Contudo, indica-se pelo menos uma adubação de manutenção que faça a reposição do fósforo e potássio exportados pela colheita do milho safrinha. A adubação com estas matérias-primas (Uréia e Sulfato) deve restringir-se a áreas de boa fertilidade e momentos de dificuldade econômica, lembrando-se que haverá um empobrecimento do fósforo e potássio prontamente disponíveis, que deverão ser repostos através de uma maior adubação na cultura da soja subsequente, no intuito de não haver um comprometimento da sucessão de culturas.

Tabela 2.8. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹) em cada local e na média dos locais e ganho de produtividade (sc ha⁻¹) em relação à testemunha, em função da utilização de diferentes fórmulas de fertilizantes no sulco de plantio, safrinha 2008. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Sulco de plantio		Produtividade				Ganho	
	Dose	Fórmula	Dourados	A. Moreira	Maracaju	S. G. O.		Média
	kg ha ⁻¹		sc ha ⁻¹				sc ha ⁻¹	
9	380	12-15-15	120,6	91,9	117,7	99,9	107,5 a ¹	21,0
8	285	08-20-20	126,3	86,9	112,1	96,2	105,4 a	18,8
7	280	12-15-15	125,7	81,7	113,8	98,4	104,9 a	18,3
5	180	Mapinho	125,3	84,7	113,5	89,8	103,3 ab	16,8
3	200	Sulf. de Amônio	117,2	84,4	107,0	88,5	99,3 ab	12,7
2	100	Uréia	122,5	58,4	117,7	95,2	98,5 ab	11,9
4	150	MAP	115,8	79,4	106,8	91,6	98,4 ab	11,8
6	210	08-20-20	104,6	78,2	106,5	89,6	94,7 ab	8,2
1	0,0	Sem Adubo	112,2	46,3	103,2	84,6	86,6 b	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Média: 99,8 sc ha⁻¹. CV: 7,3%

A Figura 2.10 ilustra a relação entre as quantidades de N fornecidas pelos fertilizantes no sulco de plantio e a produtividade do milho na safrinha 2008. Percebe-se uma relação quadrática entre a dose de N no sulco e a produtividade do milho safrinha, evidenciando uma resposta expressiva do milho safrinha ao N no sulco, embora a mineralização da matéria orgânica e a decomposição da palhada da soja (rica em N) sobre a qual é realizada a semeadura do milho "safrinha" forneçam quantidades na maioria dos casos superiores a 100 kg.ha⁻¹ de N.

Os dados da safrinha 2008 concordam com os dados obtidos na safrinha 2007 e percebe-se que, embora se classifique o milho safrinha como uma cultura de baixa resposta a nitrogênio quando este é cultivado após a soja ou outra leguminosa de verão, ainda se faz necessária a utilização de fertilizantes nitrogenados. As respostas econômicas parecem estar em torno de 30-40 kg ha⁻¹ de N no sulco, se pensarmos na obtenção de pelo menos 90% do rendimento potencial.

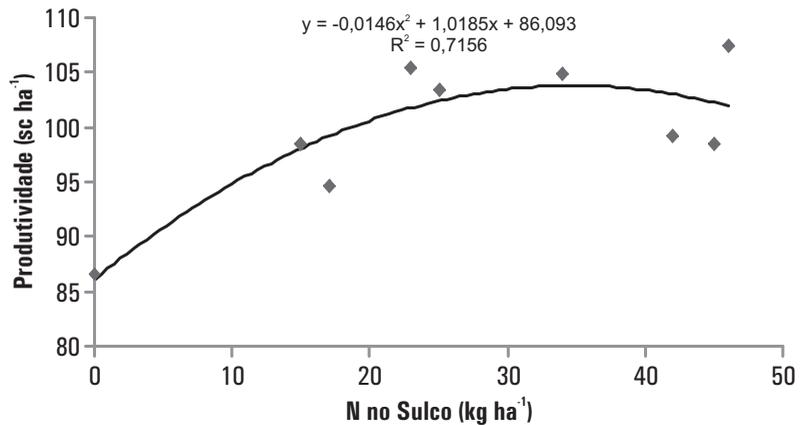


Figura 2.10. Relação entre as quantidades de N (kg ha⁻¹) fornecidas pelos fertilizantes no sulco de plantio e a produtividade média do milho safrinha (sc ha⁻¹) nos diferentes municípios, safrinha 2008. FUNDAÇÃO MS, 2009.

2.2.3.2. Adubação Nitrogenada em Cobertura

O nitrogênio (N) é o nutriente mais extraído e mais exportado pelo milho. Para cada tonelada de grãos de milho colhida são retirados da lavoura em torno de 15,8 kg N (Pauletti, 2004). Contudo, Cantarella & Duarte (1997) classificam o milho safrinha como uma cultura de baixa resposta a N quando este é cultivado após a soja ou outra leguminosa de verão.

Em solos de boa fertilidade, trabalhos da FUNDAÇÃO MS têm mostrado respostas mais expressivas do milho "safrinha" ao N, comparativamente aos demais macronutrientes (Broch, 1999). Embora a mineralização da matéria orgânica e a decomposição da palhada da soja (rica em N) sobre a qual é realizada a semeadura do milho "safrinha" forneçam quantidades na maioria dos casos superiores a 100 kg.ha⁻¹ de N, ainda se faz necessária à utilização de fertilizantes nitrogenados, pois, para uma expectativa de produtividade de 100 sc ha⁻¹, a cultura do milho extrai 149 kg ha⁻¹ N, diferença que deverá ser fornecida pela adubação.

Em função das condições climáticas desfavoráveis à aplicação e aproveitamento de N em cobertura no milho safrinha como a baixa umidade do solo, baixa UR do ar e a alta temperatura e, do acúmulo de atividades que abrangem a colheita, transporte, secagem e armazenagem da soja, dessecação, plantio do milho safrinha e aplicação de inseticidas, há uma dificuldade muito grande para a aplicação do N em cobertura na fase ideal, que vai da emergência até o estádio V2/V3, limitada até no máximo o estádio V4, conforme ilustra a Figura 2.11.

Dessa forma, tem-se dado preferência para a utilização de uma maior dose de N no sulco de semeadura, em doses a partir de 30 kg ha⁻¹ N, através da utilização de fórmulas mais concentradas em N, buscando-se dispensar aplicações de N em cobertura. O fornecimento de N na fase inicial (até V3/V4) é importante já que a definição do potencial produtivo da cultura se dá nesta fase.



Figura 2.11. Aspecto visual do milho safrinha no estádio V4 (4 folhas verdadeiras), momento em que o milho define o potencial produtivo e limite para o encerramento da aplicação de nitrogênio em cobertura. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Na safrinha 2007 foram instalados trabalhos de pesquisa em diversos municípios do estado de Mato Grosso do Sul (Dourados/MS, Antônio João/MS, Maracaju/MS e São Gabriel do Oeste/MS), em solos corrigidos de boa fertilidade sob plantio direto cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 2.9, com o objetivo avaliar a resposta do milho safrinha a diferentes fontes de N em cobertura quando há o fornecimento de doses consideráveis de N no sulco de plantio.

Tabela 2.9. Teores de nutrientes no solo na camada de 0-20 e 20-40 cm, previamente à instalação dos experimentos, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Atributo	Municípios							
	Dourados		Antonio João		Maracaju		S. G. O.	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH CaCl ₂	5,4	5,3	5,5	5,4	5,8	4,8	5,4	4,8
pH H ₂ O	6,1	5,9	6,1	6,0	6,4	5,4	6,0	5,4
M.O g dm ⁻³	34,7	24,3	48,1	24,8	32,1	24,0	30,9	24,8
P (M-1) mg dm ⁻³	24,5	5,7	4,4	0,2	8,8	0,2	26,0	1,2
P (Res.) mg dm ⁻³	55,2	15,0	15,2	5,0	17,1	4,1	28,1	6,4
K cmol dm ⁻³	0,63	0,12	0,81	0,49	0,36	0,07	0,26	0,14
Ca cmol dm ⁻³	6,4	4,2	9,1	7,5	6,3	3,5	3,1	1,3
Mg cmol dm ⁻³	2,4	1,8	1,5	1,4	2,1	1,7	1,2	0,5
S cmol dm ⁻³	10,1	34,7	21,1	25,6	12,0	60,7	7,6	42,6
Al cmol dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3
H + Al cmol dm ⁻³	3,5	2,5	3,8	2,3	2,3	2,8	2,8	3,4
SB cmol dm ⁻³	9,4	6,1	11,4	9,4	8,8	5,2	4,5	1,9
CTC cmol dm ⁻³	12,9	8,6	15,1	11,7	11,1	7,9	7,3	5,3
V (%)	72,6	71,2	75,2	80,1	78,9	65,2	61,4	35,7
Rel Ca/Mg	2,7	2,3	6,3	5,4	3,0	2,1	2,7	2,5
Sat Ca (%)	49,2	48,8	60,2	63,9	56,8	43,5	42,2	23,6
Sat Mg (%)	18,6	20,9	9,6	11,9	18,9	20,8	15,7	9,5
Sat K (%)	4,9	1,4	5,4	4,2	3,2	0,9	3,5	2,6
Sat Al (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	13,0
Fe mg dm ⁻³	27,5	-	11,5	-	20,0	-	27,9	-
Mn mg dm ⁻³	51,6	-	58,2	-	34,8	-	14,6	-
Zn mg dm ⁻³	4,2	-	9,1	-	2,8	-	8,7	-
Cu mg dm ⁻³	11,0	-	7,0	-	6,2	-	1,9	-
B mg dm ⁻³	0,22	-	0,31	-	0,19	-	0,17	-
Argila (g kg ⁻¹)	520	-	450	-	450	-	350	-

Metodologia pH 1:2.5; MO-K2Cr2O7; H-Acetato de Cálcio (pH 7); P e K-Extrator de Mehlich I; Ca e Mg - EDTA; S-Soma de Bases; T-CTC; V-Saturação de Bases; Fe - Mn - Zn - Cu - Mehlich I - B; Água quente; S-Fosfato monocálcico. Laboratório: Solos; Data de coleta: Fevereiro de 2007.

Na Tabela 2.10 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos.

Tabela 2.10. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos em cada município, contendo as fontes e doses de nitrogênio aplicadas, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Dourados ¹		Antonio João ²		Maracaju ³		S. G. O. ⁴	
	Dose N	Fonte ⁵						
	---- kg ha ⁻¹ ----		---- kg ha ⁻¹ ----		---- kg ha ⁻¹ ----		---- kg ha ⁻¹ ----	
1	0	-	0	-	0	-	0	-
2	45	Uréia	45	Uréia	45	Uréia	45	Uréia
3	45	Nitrato	45	Nitrato	45	Nitrato	45	Nitrato
4	45	Sulfato	45	Sulfato	45	Sulfato	45	Sulfato
5	45	Super N						

¹ Dourados: Faz. Santa Ilda; Híbrido: AG 9010; Plantio: 25/02/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,8m. ² Antônio João - Faz. Retiro da Cervó; Híbrido: Tork; Plantio: 01/03/07; Adubação: 300 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,8m. ³ Maracaju- Faz. Alegria; Híbrido: AG 9010; Plantio: 08/03/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15; Esp.: 0,8m. ⁴ São Gabriel do Oeste - Sind.Rural; Híbrido: 2B 710; Plantio: 12/03/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15. Esp.: 0,8m. ⁵ Fontes de N: T1 (Testemunha, sem N em cobertura); T2 (Uréia (45%N) na dose de 100 kg ha⁻¹ aplicado à Lanço no estádio V3); T3 (Nitrato de amônio (32%N) na dose de 141 kg ha⁻¹ aplicado à Lanço no estádio V3); T4 (Sulfato de amônio (20%N) na dose de 225 kg ha⁻¹ aplicado à Lanço no estádio V3); T5 (Super N (45%N) na dose de 100 kg ha⁻¹ aplicado à Lanço no estádio V3).

Na Tabela 2.11 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho "safrinha" percebe-se que não houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F, ou seja, os tratamentos não afetaram a produtividade do milho safrinha. Neste ano agrícola e nas condições em que foram conduzidos os trabalhos não se verificaram respostas à aplicação de nitrogênio em cobertura nos diferentes locais, independente da fonte utilizada. Observa-se apenas uma tendência de incremento na produtividade que foi de 7,7 sc ha⁻¹ em Maracaju, 3,7 sc ha⁻¹ em Dourados, 3,1 sc ha⁻¹ em São Gabriel do Oeste, embora não significativa. Em Antonio João não se verificou tendência alguma.

Provavelmente, apesar das restrições hídricas durante o ciclo da cultura, a mineralização do nitrogênio contido na matéria orgânica e na palhada da soja (fixadas pela FBN) e a aplicação de quantidades entre 24 e 48 kg ha⁻¹ de nitrogênio via adubação de plantio no sulco de semeadura foram suficientes para a manutenção de boas produtividades da cultura, mesmo sem a adubação nitrogenada em cobertura. Este fato evidencia que a tecnologia adotada para o cultivo de milho safrinha é diferente da tecnologia ideal para o milho cultivado no verão, onde geralmente o plantio ocorre sobre a palhada de plantas não-leguminosas (gramíneas ou brassicas). Estes dados estão de acordo com Cantarella & Duarte (1997) que de um modo geral classificam o milho safrinha como uma cultura de baixa resposta a nitrogênio quando este é cultivado após a soja e dados obtidos pela FUNDAÇÃO MS em anos anteriores.

Tabela 2.11. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹) em quatro municípios do estado do Mato Grosso do Sul, em resposta à utilização de diferentes fontes de nitrogênio em cobertura no estádio V3 (15 DAS), safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Descrição		Produtividade			
	Dose N	Fonte	Dourados	Ant. João	Maracaju	S. G. O.
	kg.ha ⁻¹		sc ha ⁻¹			
1	0	-	106,4 ^{NS}	136,1 ^{NS}	117,4 ^{NS}	89,8 ^{NS}
2	45	Uréia	110,2	127,5	128,7	93,6
3	45	Nitrato	113,9	131,8	126,3	93,4
4	45	Sulfato	106,8	136,7	123,9	91,7
5	45	Super N	109,5	130,2	121,5	92,8
	Média (sc ha ⁻¹)		109,7	132,5	123,5	92,3
	CV (%)		7,3	5,8	5,2	8,3

^{NS} Não significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Nas condições em que foram conduzidos os trabalhos pode-se concluir que não houve respostas à aplicação de N em cobertura no milho safrinha no estádio V3, independente da fonte utilizada e, nas situações em que o cultivo de milho safrinha é feito em solos de alta fertilidade e com a utilização de quantidades consideráveis de N no sulco de plantio (entre 24 e 48 kg ha⁻¹ N) é possível a obtenção de altas produtividades sem a necessidade de N em cobertura.

Ainda na safrinha 2007 conduziram-se trabalhos com o objetivo avaliar a resposta do milho safrinha a doses crescentes de N em cobertura, fornecido via Super N[®], em Antônio João/MS e Maracaju/MS, nas áreas cujas características químicas e físicas foram apresentadas na Tabela 2.9.

Na Tabela 2.12 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos.

Tabela 2.12. Descrição dos tratamentos em Antônio João/MS e Maracaju/MS, contendo as doses de nitrogênio em cobertura no estádio V3 e a fonte utilizada, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Antonio João ¹		Maracaju ¹	
	Dose N ³	Fonte	Dose N ³	Fonte
	kg.ha ⁻¹		kg.ha ⁻¹	
1	0	-	0	-
2	22,5	Super N	22,5	Super N
3	45,0	Super N	45,0	Super N
4	67,5	Super N	67,5	Super N
5	90,0	Super N	90,0	Super N

¹ Antônio João - Faz. Retiro da Cervo; Híbrido: Tork; Plantio: 01/03/07; Adubação: 300 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,45m.

² Maracaju - Faz. Alegria; Híbrido: AG 9010; Plantio: 08/03/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15; Esp.: 0,45m.

³ Dose de N: T1 (Testemunha, sem N em cobertura); T2 [Super N (45% N) na dose de 50 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T3 [Super N (45% N) na dose de 100 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T4 [Super N (45% N) na dose de 150 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T5 [Super N (45% N) na dose de 200 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3].

Na Tabela 2.13 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho safrinha percebe-se que não houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F, ou seja, os tratamentos não afetaram a produtividade do milho safrinha. Neste ano agrícola e nas condições em que foram conduzidos os trabalhos não se verificaram respostas à aplicação de nitrogênio em cobertura em Antônio João/MS e Maracaju/MS, independente da dose de N via Super N utilizada.

Tabela 2.13. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹) em Antônio João/MS e Maracaju/MS, em função da utilização de doses crescentes de nitrogênio em cobertura no estádio V3 (15 DAS), safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Descrição		Produtividade	
	Dose N	Fonte	Antonio João	Maracaju
	kg.ha ⁻¹		----- sc ha ⁻¹ -----	
1	0	-	113,7 ^{NS}	130,1 ^{NS}
2	22,5	Super N	108,0	127,6
3	45,0	Super N	109,8	125,4
4	67,5	Super N	103,6	132,0
5	90,0	Super N	104,3	126,5
	Média (sc ha ⁻¹)		107,9	128,4
	CV (%)		8,6	4,9

^{NS} Não significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Na safrinha 2008 instalou-se novos trabalhos de pesquisa com o objetivo de avaliar a resposta do milho “safrinha” ao nitrogênio em cobertura. Na Tabela 2.14 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados em experimento conduzido em Dourados/MS, na Faz. Santa Ilda, em área de boa fertilidade sob plantio direto não consolidado (com uso de grade niveladora no outono-inverno) cujas características químicas e físicas foram descritas na Tabela 2.8.

Tabela 2.14. Descrição dos tratamentos contendo as doses de nitrogênio em cobertura no estádio V3 e a fonte utilizada, safrinha 2008, Dourados/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Dose de N	Fonte de N ¹
	kg.ha ⁻¹	
1	0	----
2	45	Uréia
3	45	Nitrato de Amônio
4	45	Sulfato de Amônio
5	45	Super N
6	45	Nitromais

Faz. Santa Ilda – Dourados/MS; Híbrido: Pioneer 30 K 73; Plantio: 16/03/08; Adubação: 300 kg ha⁻¹ 08-20-20; Espaçamento: 0,9 m.

¹ Fontes de N: T1 (Testemunha, sem N em cobertura); T2 [Uréia (45%N) na dose de 100 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T3 [Nitrato de amônio (32%N) na dose de 141 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T4 [Sulfato de amônio (20% N) na dose de 225 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T5 [Super N (45% N) na dose de 100 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3]; T6 [Nitromais (44% N) na dose de 102 kg ha⁻¹ aplicado a Lanço no estádio V3].

Na Tabela 2.15 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho “safrinha” percebe-se que houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F, ou seja, os tratamentos afetaram a produtividade do milho “safrinha”. Contudo, as diferentes fontes de N testadas não diferiram entre si, diferindo apenas da testemunha, sem N em cobertura. O incremento médio em função da aplicação de N em cobertura foi de 13 sc ha⁻¹, um ganho significativo, embora ainda não justifique a prática da adubação nitrogenada em cobertura nos preços atuais do milho e dos fertilizantes, já que deverão ser contabilizados o custo do N, o custo com mão-de-obra e máquinas para a aplicação e, os prejuízos relativos ao amassamento de plantas durante a aplicação.

Tabela 2.15. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹), híbrido Pioneer 30 K 73, em resposta à aplicação de nitrogênio em cobertura no estádio V3 através de diferentes fontes, safrinha 2008, em Dourados/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Dose de N		Fonte de N		Produtividade
	-- kg.ha ⁻¹ --				
4	45		Sulfato de Amônio		86,8 a ¹
2	45		Uréia		84,5 a
3	45		Nitrato de Amônio		83,2 a
6	45		Nitromais		82,3 a
5	45		Super N		82,0 a
1	0		-		70,8 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Média: 81,6 sc ha⁻¹. CV: 6,9%.

Ainda na safrinha 2008 instalou-se um trabalho de pesquisa com o objetivo de avaliar a resposta do milho safrinha consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. *Xaraés* (MG-5) à utilização de doses crescentes de N em cobertura (0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹ de N) em V3 (3 folhas), fornecido através de diferentes fontes (Uréia, Nitrato de Amônio, Sulfato de Amônio, Super N e Nitromais). O trabalho foi conduzido em Maracaju/MS, na Unidade Demonstrativa e Experimental da FUNDAÇÃO MS, em solo de boa fertilidade sob plantio direto cujas características químicas e físicas estão apresentadas no Quadro 2.1:

Quadro 2.1. Teores de nutrientes no solo na camada de 0-20 e 20-40 cm, previamente à instalação do experimento, safrinha 2008, em Maracaju/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Prof. (cm)	pH		M.O (g.dm ⁻³)	P Mehlich	P Resina	cmol _c .dm ⁻³							V%
	CaCl ₂	H ₂ O				K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	
00-20	5,2	5,81	37,95	8,94	-	0,32	5,5	2,35	0,0	3,19	7,72	10,91	70,76
20-40	4,86	5,48	27,26	0,87	-	0,1	2,5	1,4	0,14	3,18	4,0	7,18	55,7

Prof. (cm)	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Relação Ca/Mg	K Ca Mg H				Al	Argila (%)
								% da CTC					
00-20	15,5	90,4	84,88	7,53	6,69	0,28	2,15	2,93	46,29	21,54	29,24	0,0	41,0
20-40	81,7	-	-	-	-	-	1,79	1,39	34,81	19,49	42,33	3,42	-

Metodologia: pH-1:2.5; MO-K2Cr2O7; H-Acetato de Cálcio (pH 7); P e K-Extrator de Mehlich I; Ca e Mg-EDTA; S-Soma de Bases; T-CTC; V-Saturação de Bases; Fe – Mn – Zn – Cu – Mehlich-I; B-Água quente; S-Fosfato Monocálcico. Data de coleta: Agosto de 2007. Laboratório: Solos.

Na Tabela 2.16 estão apresentados os dados de produtividade do experimento conduzido na safrinha 2008, em Maracaju/MS. Os dados de produtividade foram submetidos à análise da variância e segundo esta análise não houve significância dos efeitos do fator dose de N (Fator A) e não houve significância dos efeitos do fator fonte de N (Fator B). A análise de variância demonstrou ainda que não

Tabela 2.16. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹), híbrido Pioneer 30 F 35, em resposta à aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura no estádio V3 através de diferentes fontes, safrinha 2008, em Maracaju/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Fator A: Dose N	Fator B: Fonte N					Média
	Uréia	Nitrato	Sulfato	Super N	Nitromais	
kg.ha ⁻¹	sc ha ⁻¹					
25	102,3	98,6	104,4	109,0	112,1	105,3 ^{NS}
50	105,9	105,5	103,9	113,7	110,9	108,0
75	106,7	111,1	107,6	104,1	110,7	108,0
Média (sc ha ⁻¹)	105,0 ^{NS}	105,1	105,3	109,0	111,2	
Fatorial						107,1 ^{NS}
Testemunha						99,8

^{NS} Não significativo ao nível de 5% pelo teste F.

FUNDAÇÃO MS: Maracaju/MS; Híbrido: Pioneer 30 F 35; Plantio: 18/03/08; Aducação: 250 kg ha⁻¹ 12-15-15; Espaçamento: 0,8m.

¹ Fontes de N: - Testemunha, sem N em cobertura; - Uréia (45%N) à Lanço no estádio V3; - Nitrato de amônio (32%N) à Lanço no estádio V3; - Sulfato de amônio (20% N) à Lanço no estádio V3; - Super N (45% N) à Lanço no estádio V3; - Nitromais (44% N) à Lanço no estádio V3.

houve significância dos efeitos da interação do fator dose de N (Fator A) com o fator fonte de N (Fator B) sobre a produtividade do milho safrinha pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Assim, a resposta aos níveis do fator A foi independente em relação aos níveis do fator B e vice-versa.

Ainda na Tabela 2.16 podemos observar que houve uma tendência de obtenção maiores produtividades com a utilização de N em cobertura, sendo que nos tratamentos do fatorial a produtividade foi 7,3 sc ha⁻¹ superior à produtividade da testemunha, uma tendência que ocorreu independente da dose e da fonte de N utilizada. No entanto, esta tendência ainda não justifica a prática da adubação nitrogenada em cobertura nos preços atuais do milho e dos fertilizantes nitrogenados, já que deverão ser contabilizados o custo do N, o custo com mão-de-obra e das máquinas para a aplicação e, os prejuízos relativos ao amassamento de plantas durante a aplicação.

2.2.3.3. Adubação Foliar

Na safrinha 2007 foram instalados trabalhos de pesquisa em diversos municípios do estado (Rio Brilhante/MS, Dourados/MS, Antônio João/MS, Maracaju/MS e São Gabriel do Oeste/MS), em solos corrigidos de boa fertilidade sob plantio direto cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 2.17, com o objetivo avaliar a resposta do milho safrinha à aplicação foliar de nutrientes.

Tabela 2.17. Teores de nutrientes no solo na camada de 0-20 e 20-40 cm, previamente à instalação dos experimentos, safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Atributo	Municípios									
	R. Brilhante		Dourados		Ant. João		Maracaju		S. G. O.	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH CaCl ₂	5,5	5,1	5,4	5,3	5,5	5,4	5,8	4,8	5,2	4,8
pH H ₂ O	6,1	5,7	6,1	5,9	6,1	6,0	6,4	5,4	5,8	5,4
M.O g dm ⁻³	39,0	29,4	34,7	24,3	48,1	24,8	32,1	24,0	29,1	22,1
P (M-1) mg dm ⁻³	6,3	0,4	24,5	5,7	4,4	0,2	8,8	0,2	11,9	0,6
P (Res.) mg dm ⁻³	17,0	1,9	55,2	15,0	15,2	5,0	17,1	4,1	21,5	6,5
K cmol dm ⁻³	0,39	0,12	0,63	0,12	0,81	0,49	0,36	0,07	0,31	0,15
Ca cmol dm ⁻³	5,8	2,1	6,4	4,2	9,1	7,5	6,3	3,5	3,1	1,3
Mg cmol dm ⁻³	1,4	0,7	2,4	1,8	1,5	1,4	2,1	1,7	1,3	1,0
S cmol dm ⁻³	90,6	324,1	10,1	34,7	21,1	25,6	12,0	60,7	8,2	56,7
Al cmol dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4
H + Al cmol dm ⁻³	3,7	3,4	3,5	2,5	3,8	2,3	2,3	2,8	1,6	1,6
SB cmol dm ⁻³	7,6	2,9	9,4	6,1	11,4	9,4	8,8	5,2	4,6	4,6
CTC cmol dm ⁻³	11,3	6,3	12,9	8,6	15,1	11,7	11,1	7,9	6,2	6,2
V (%)	67,4	45,8	72,6	71,2	75,2	80,1	78,9	65,2	74,8	43,0
Rel Ca/Mg	4,1	2,9	2,7	2,3	6,3	5,4	3,0	2,1	2,44	1,25
Sat Ca (%)	51,5	32,7	49,2	48,8	60,2	63,9	56,8	43,5	49,5	22,4
Sat Mg (%)	12,4	11,2	18,6	20,9	9,6	11,9	18,9	20,8	20,3	17,9
Sat K (%)	3,5	1,9	4,9	1,4	5,4	4,2	3,2	0,9	5,03	2,68
Sat Al (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	13,6
Fe mg dm ⁻³	47,8	-	27,5	-	11,5	-	20,0	-	27,9	-
Mn mg dm ⁻³	44,9	-	51,6	-	58,2	-	34,8	-	13,8	-
Zn mg dm ⁻³	8,9	-	4,2	-	9,1	-	2,8	-	5,5	-
Cu mg dm ⁻³	7,5	-	11,0	-	7,0	-	6,2	-	1,4	-
B mg dm ⁻³	0,24	-	0,22	-	0,31	-	0,19	-	0,19	-
Argila (g kg ⁻¹)	490	-	520	-	450	-	450	-	350	-

Metodologia pH:1:2,5; MO:K₂Cr₂O₇; H:Acetato de Cálcio (pH 7); P e K:Extrator de Mehlich I; Ca e Mg - EDTA; S:Soma de Bases; T-CTC; V:Saturação de Bases; Fe - Mn - Zn - Cu - Mehlich-1; B:Água quente; S:Fosfato monocálcico.

Laboratório: Solos; Data de coleta: Fevereiro de 2007.

Na Tabela 2.18 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos conduzidos na safrinha 2007, com produtos e doses aplicados.

Tabela 2.18. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos contendo produto e dose ha⁻¹ (120 l calda), safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Via Foliar ¹		
	Época	Produto	Dose ha ⁻¹
1	-	-	-
2	V5	Molibdato de sódio	50 g (19,5 g Mo)
3	V5	Fosfito Potássico Zn	3.240 mL (300 g Zn)
4	V5	Sulfato de Zn	1,5 kg (300 g Zn)
5	V5	Molibdato de sódio + Fosfito Potássico Zn	50 g (19,5 g Mo) + 3.240 ml (300 g Zn)
6	V5	Molibdato de sódio + Sulfato de Zn	50 g (19,5 g Mo) + 1,5 Kg (300 g Zn)
7	V5	Cofermol Plus	116 ml (19,5 g Mo)

¹ OBS: Considerando uma vazão de 120 l ha⁻¹ calda.

Rio Brilhante – Faz. Volta Alegre; Híbrido: AG 9010; Plantio: 14/02/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15; Esp.: 0,8m.

Dourados – Faz. Santa Ilda; Híbrido: AG 9010; Plantio: 25/02/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,8m.

Antônio João – Faz. Retiro da Cervo; Híbrido: AG 9010; Plantio: 01/03/07; Adubação: 300 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,8m.

Maracaju – Faz. Alegria; Híbrido: AG 9010; Plantio: 08/03/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15; Esp.: 0,8m

São Gabriel do Oeste – Sind. Rural; Híbrido: 2B 710; Plantio: 12/03/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 12-15-15; Esp.: 0,8m.

Na Tabela 2.19 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Analisando-se os dados de produtividade do milho safrinha percebe-se que não houve significância do efeito dos tratamentos pelo teste F, ou seja, os tratamentos não afetaram a produtividade do milho safrinha. Neste ano agrícola e nas condições em que foram conduzidos os trabalhos não se verificaram respostas à aplicação foliar de Molibdênio, Zinco e fosfito, independente da fonte utilizada. Esta ausência de resposta pode estar relacionada aos altos teores de micronutrientes na análise do solo e ao manejo adequado do solo, sob plantio direto, o que promoveu uma nutrição adequada do milho safrinha, dispensando a complementação foliar de nutrientes.

Tabela 2.19. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹) em cada local, em função da aplicação foliar de nutrientes no estádio V5 (25 DAS), safrinha 2007. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Via Foliar	Produtividade				
		R. Brilhante	Dourados	A. João	Maracaju	S. G. O.
		----- sc ha ⁻¹ -----				
1	-	120,9 ^{NS}	103,7 ^{NS}	132,3 ^{NS}	113,0 ^{NS}	90,2 ^{NS}
2	Molibdato de sódio	117,2	108,3	131,0	115,6	88,9
3	Fosfito Potássico Zn	119,8	101,8	132,5	112,7	92,6
4	Sulfato de Zn	121,0	108,3	136,7	116,8	94,8
5	Molibdato de sódio + Fosfito Potássico Zn	120,8	101,7	132,1	114,6	82,1
6	Molibdato de sódio + Sulfato de Zn	114,0	108,4	129,2	111,3	88,7
7	Cofermol Plus	118,5	103,2	134,8	110,5	89,3
	Média (sc ha ⁻¹)	118,9	105,0	132,7	113,5	89,5
	CV (%)	5,5	4,5	4,5	4,4	7,5

^{NS} Não significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Ainda na safrinha 2007 conduziu-se um experimento em Dourados/MS, na Fazenda Santa Ilda, em área cujas características químicas e físicas foram apresentadas na Tabela 2.17, com o objetivo avaliar a resposta do milho "safrinha" a aplicação foliar com doses crescentes de molibdênio. Na Tabela 2.20 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tabela 2.20. Descrição dos tratamentos contendo os produtos e dose ha⁻¹, safrinha 2007, em Dourados¹/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Via Foliar ²			
	Época	Produto	Dose Produto --- ml ha ⁻¹ ---	Dose Mo --- g ha ⁻¹ ---
1	-	-	0	0
2	V5	Cofermol Plus ²	60	10
3	V5	Cofermol Plus	120	20
4	V5	Cofermol Plus	180	30
5	V5	Cofermol Plus	240	40

¹ Dourados – Faz. Santa Ilda; Híbrido: AG 9010; Plantio: 25/02/07; Adubação: 400 kg ha⁻¹ 08-20-20; Esp.: 0,45m.

² Considerando uma vazão de 120 l ha⁻¹ calda.

³ Cofermol Plus: Mo = 12%; Co = 1,3%; d = 1,4 g/cm³

Na Figura 2.12 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Neste ano agrícola e, nas condições em que foi conduzido o experimento, não houve significância dos efeitos da aplicação de Cofermol Plus via foliar em V5 sobre a produtividade do milho safrinha. No entanto, observou-se uma tendência forte de ganhos de produtividade no milho safrinha até a dose de 180 ml ha⁻¹, com ganho de 5,0 sc ha⁻¹. Doses de Cofermol Plus em torno de 120 ml ha⁻¹, que correspondem a aproximadamente 20 g ha⁻¹ de molibdênio, parecem suficientes para a máxima eficiência econômica na cultura do milho safrinha.

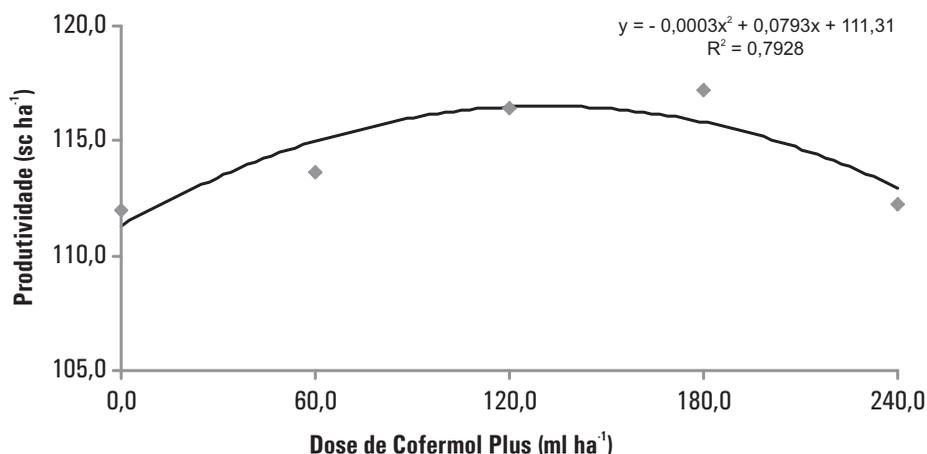


Figura 2.12. Produtividade do milho safrinha (sc ha⁻¹), Híbrido AG 9010, em função da aplicação de doses crescentes de Cofermol Plus (ml ha⁻¹) via foliar no estádio V5 em solo argiloso sob SPD, safrinha 2007, em Dourados/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Já na safrinha 2008 conduziu-se novamente um experimento em Dourados/MS, na Fazenda Santa Ilda, em área cujas características químicas e físicas semelhantes às apresentadas na Tabela 2.17, com o objetivo avaliar a resposta do milho "safrinha" à aplicação foliar com diferentes produtos comerciais disponíveis no mercado para o fornecimento de molibdênio, zinco, hormônios, potássio e nitrogênio.

Na Tabela 2.21 está apresentada a descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tabela 2.21. Descrição dos tratamentos contendo os produtos e dose ha⁻¹, safrinha 2008, em Dourados/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Via Foliar ¹		
	Época	Produto	Dose ha ⁻¹
1	-	-	-
2	V5	Molibdato de sódio	50 g (19,5 g Mo)
3	V5	Cofermol Plus	116 ml (19,5 g Mo)
4	V5	Sulfato de Zn	1,5 kg (300 g Zn)
5	V5	Profol Zn	950 ml (300 g Zn)
6	V5	Stimulate	250 ml
7	V6-V7	Krista-K	5 kg
8	Pré-Pendoamento	Krista-K	5 kg

¹ OBS: Considerando uma vazão de 120 l ha⁻¹ calda. Dourados - Fazenda Santa Ilda; Híbrido: Pioneer 30 K 73; Plantio: 16/03/08; Adução: 300 kg ha⁻¹ 08-20-20.

² Produto: - Molibdato de sódio: Mo = 39%; - Cofermol Plus: Mo = 12%; Co = 1,3%; d = 1,4 g/cm³; - Sulfato de Zinco: Zn = 20%; - Profol Zn: Zn: 21% e d: 1,50; - Stimulate: Hormônios; - Krista-K: Nitrato de potássio (12-00-45 + 1,2% S).

Na Tabela 2.22 estão apresentados os tratamentos com as respectivas produtividades. Neste ano agrícola e, nas condições em que foi conduzido o experimento, não houve significância dos efeitos da aplicação de diferentes produtos comerciais via foliar sobre a produtividade do milho "safrinha". Da mesma forma não foi possível observar uma tendência de incrementos de produtividade.

Tabela 2.22. Produtividade do milho safrinha (sc.ha⁻¹), híbrido Pioneer 30 K 73, em resposta a aplicação foliar de nutrientes, safrinha 2008, em Dourados/MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

T	Via Foliar ¹			Produtividade
	Época	Produto	Dose ha ⁻¹	
				-- sc ha ⁻¹ --
1	-	-	-	73,1 ^{NS}
2	V5	Molibdato de sódio	50 g (19,5 g Mo)	71,7
3	V5	Cofermol Plus	116 ml (19,5 g Mo)	76,1
4	V5	Sulfato de Zn	1,5 kg (300 g Zn)	70,3
5	V5	Profol Zn	950 ml (300 g Zn)	70,9
6	V5	Stimulate	250 ml	74,6
7	V6-V7	Krista-K	5 kg	71,1
8	Pré-Pendoamento	Krista-K	5 kg	74,9

^{NS} Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. CV: 12,2%. Produtividade média do experimento: 72,9 sc ha⁻¹

Em síntese, os dados dos trabalhos com aplicação foliar de nutrientes conduzidos pela FUNDAÇÃO MS durante as safrinhas de 2007 e 2008, em solos de boa fertilidade sob plantio direto em sucessão à soja apontam para uma baixa probabilidade de resposta à aplicação foliar de nutrientes. A maior probabilidade de resposta se concentra no Mo. No entanto, a frequência de resposta à utilização de Mo na cultura do milho safrinha é menor do que aquela observada na cultura da soja. Os trabalhos que visam definir dose, momento de aplicação e fonte estão em andamento e os dados preliminares indicam para a aplicação de 15 - 20 g de Mo quando o milho apresentar 4-5 folhas completamente desenvolvidas (estádio V4-V5) e preferencialmente nos talhões de maior potencial produtivo, cujo plantio foi realizado no início da época recomendada.

Com relação ao Zinco e ao Boro, cuja utilização dependerá do histórico da área e dos teores dos mesmos na análise de solo, deve-se dar preferência em uma correção a lanço em área total previamente à cultura de verão ou seu fornecimento no sulco via fórmula de plantio do milho safrinha, através de fontes de boa solubilidade, em doses que variam de 0,8 a 1,5 kg ha⁻¹ de Zinco e 0,3 a 0,5 kg ha⁻¹ de Boro.

2.3. Sugestões relativas à escolha dos talhões para cultivo de milho “safrinha”

No período de desenvolvimento do milho “safrinha” geralmente ocorre um ou mais dos seguintes fatores: períodos de déficit hídrico; períodos de baixa temperatura (5 a 15 °C = baixo metabolismo); geada (morte de plantas). Para ter maior chance de sucesso com a cultura do milho “safrinha” é fundamental seguir as seguintes orientações:

- 1) Plantio em solo de boa fertilidade natural ou corrigidos na camada de 0-20 e 20-40 cm;
- 2) Plantio em área com um bom perfil de solo (solos profundos) e sem alumínio no subsolo;
- 3) Plantio em solos com bons teores de matéria orgânica;
- 4) Plantio em solos com teores de argila maiores de 20% em solos eutróficos (padrão “mata”) e 25% em solos distróficos (solos típicos do Cerrado ou padrão “campo”);
- 5) Plantio até 15 de março;
- 6) Escolha de híbridos com bom potencial produtivo, sementes em boas condições de germinação e vigor, padronizadas (mesmo tamanho), velocidade de plantio compatível com uma boa distribuição de sementes;
- 7) Controle adequado de plantas daninhas e pragas (principalmente percevejo barriga verde e lagarta do cartucho).

Em áreas de menor fertilidade, com alumínio no subsolo e com menores teores de argila, deverá ser priorizada a semeadura de culturas para cobertura do solo, com o objetivo de melhorar a qualidade do plantio direto, dentre as quais temos a *Brachiaria ruziensis*, a *Brachiaria decumbens*, a aveia preta, a aveia branca, entre outras espécies.

2.4. Sugestões para a adubação do milho “safrinha”

Em função dos resultados de pesquisa obtidos pela FUNDAÇÃO MS em diversos municípios do estado de Mato Grosso do Sul, sugere-se de um modo geral:

- Utilizar preferencialmente fórmulas completas (NPK);
- Dar preferência para fórmulas com maior conteúdo de N, a exemplo do 12-15-15;
- Indica-se substituir o N em cobertura por uma MAIOR dose de fertilizante NPK no sulco de plantio;
- Indica-se a aplicação foliar de Mo nas áreas de maior potencial, com plantio no início da época recomendada.

Na seqüência seguem algumas orientações para a tomada de decisão quanto à adubação do milho safrinha:

2.4.1. Opção A – Boa Adubação

Quando utilizar uma boa adubação no milho safrinha?

- Semeadura no mês de fevereiro ou até 10 de março, com boas condições hídricas;
- Ao se utilizar um híbrido de alto potencial produtivo;
- Solo de média ou boa fertilidade e sem problemas de invasoras;
- Boas perspectivas de preço e de clima.

Tabela 2.23. Sugestões de fórmulas e doses de fertilizantes a serem aplicadas no sulco de plantio em ordem de preferência, em função dos resultados de pesquisa da FUNDAÇÃO MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Sulco de plantio		N Cobertura	KCl Cobertura
Dose	Fórmula		
-- kg ha ⁻¹ --		----- kg ha ⁻¹ -----	
300	12-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
300	15-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
280	10-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
280	08-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0

Observações: - Em solos com altos teores de Zn e B na análise de solo e folha da cultura de verão antecedente, pode-se fazer uso de fórmula sem micronutrientes, sem prejuízos na produtividade do milho safrinha;
- O sistema de distribuição de fertilizante recomendado para o milho safrinha PREFERENCIAL é com sulcador ou “facão”, colocando-se o fertilizante em torno de 10 cm de profundidade.

2.4.2. Opção B – Média Adubação

Quando utilizar uma média adubação no milho safrinha?

- Semeadura no período de 01 a 15 de março;
- Ao se utilizar um híbrido de bom potencial produtivo;
- Solo de boa fertilidade e sem problemas de invasoras;
- Perspectivas razoáveis de preço e de clima.

Tabela 2.24. Sugestões de fórmulas e doses de fertilizantes a serem aplicadas no sulco de plantio em ordem de preferência, em função dos resultados de pesquisa da FUNDAÇÃO MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Sulco de plantio		N Cobertura	KCI Cobertura
Dose	Fórmula		
-- kg ha ⁻¹ --		----- kg ha ⁻¹ -----	
250	12-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
250	15-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
250	10-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
250	08-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0

Observações: - Em solos com altos teores de Zn e B na análise de solo e folha da cultura de verão antecessora, pode-se fazer uso de fórmula sem micronutrientes, sem prejuízos na produtividade do milho safrinha;
- O sistema de distribuição de fertilizante recomendado para o milho safrinha PREFERENCIAL é com sulcador ou “facão”, colocando-se o fertilizante em torno de 10 cm de profundidade.

2.4.3. Opção C – Baixa Adubação

Quando utilizar uma baixa adubação no milho safrinha?

- Semeadura no limite do período recomendado;
- Ao se utilizar um híbrido de menor potencial produtivo;
- Solo de boa fertilidade e sem problemas de invasoras;
- Perspectivas não muito boas de preços e de clima;
- Sério problema de crédito (Falta de recursos financeiros).

Como provavelmente a exportação será maior que a reposição de nutrientes pela adubação de manutenção, deverá se adubar a soja após a colheita do milho com uma dose maior de fertilizante, para não empobrecer o solo.

Tabela 2.25. Sugestões de fórmulas e doses de fertilizantes a serem aplicadas no sulco de plantio e em cobertura em ordem de preferência, em função dos resultados de pesquisa da FUNDAÇÃO MS. FUNDAÇÃO MS, 2009.

Sulco de plantio		N Cobertura	KCI Cobertura
Dose	Fórmula		
-- kg ha ⁻¹ --		----- kg ha ⁻¹ -----	
200	12-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
200	15-15-15 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
180	10-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
180	08-20-20 + Zn:0,3 a 0,5% e B:0,11 a 0,18%	0	0
120	16-45-00 (DAP)	0	0 - 100 ¹
150	14-30-00 (Amofós)	0	0 - 100
100	45-00-00 (Uréia)	0	0 - 100
100	10-50-00 (MAP)	0	0 - 100

Observações: - Em solos com altos teores de Zn e B na análise de solo e folha da cultura de verão antecessora, pode-se fazer uso de fórmula sem micronutrientes, sem prejuízos na produtividade do milho safrinha;
- O sistema de distribuição de fertilizante recomendado para o milho safrinha PREFERENCIAL é com sulcador ou “facão”, colocando-se o fertilizante em torno de 10 cm de profundidade.

¹ A aplicação de KCI em cobertura visa repor a exportação dos nutrientes pelo milho safrinha e visa beneficiar, principalmente, a cultura da soja subsequente.

2.5. Referências bibliográficas

BROCH, D.L. Manejo da fertilidade do solo na cultura do milho safrinha. **Rev. Plantio Direto**, Passo Fundo, 49: 20-21, 1999.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Tabela de recomendação de adubação NPK para milho “safrinha” no estado de São Paulo. In: IV Reunião sobre a cultura do milho “safrinha”, **Anais. Assis, IAC**, 1997. p. 65-70.

EMBRAPA - CPAO. **Milho: Informações técnicas**. Dourados, 1997. 222p. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 5).

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos Cerrados**. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, 1995. 20p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 32).

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e interpretações**. 2 ed. Castro, Fundação ABC, 2004. 86p.