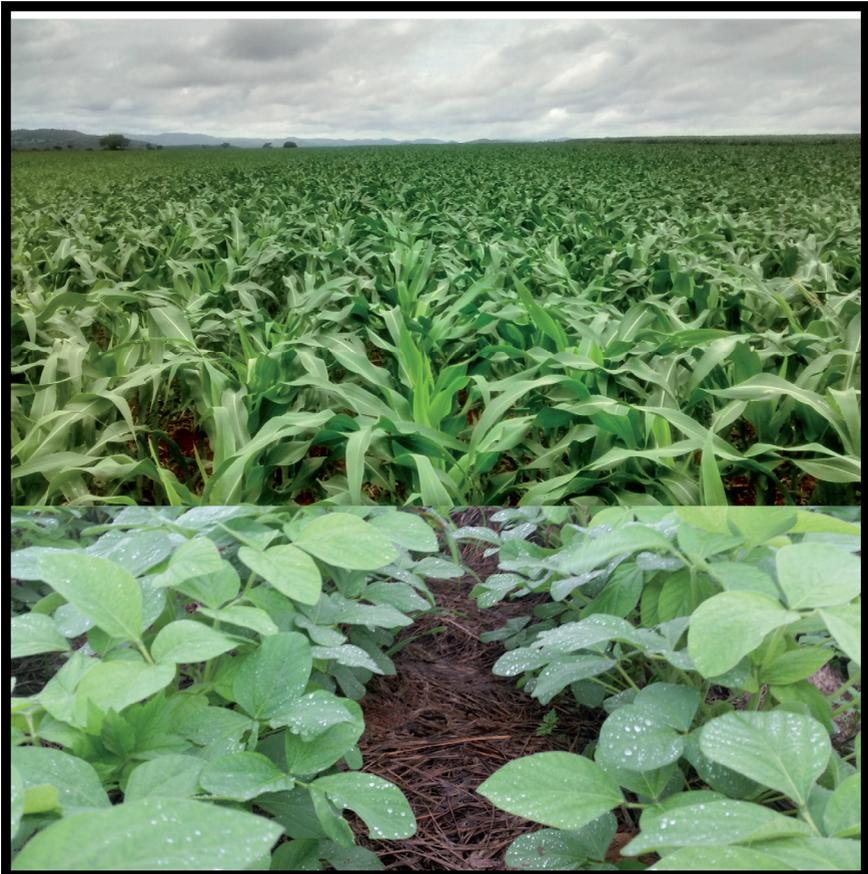


## Sistemas de Cultivo de Soja e Milho na Região do Alto Paranaíba - MG e Resultados de Avaliações na Safra 2014/15



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

# **Documentos 200**

## **Sistemas de Cultivo de Soja e Milho na Região do Alto Paranaíba - MG e Resultados de Avaliações na Safra 2014/15**

Emerson Borghi  
Álvaro Vilela de Resende  
Miguel Marques Gontijo Neto  
Derli Prudente Santana  
Gustavo Ferreira de Sousa  
Maila Adriely Silva  
Carlos Henrique Eiterer de Souza

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Miguel Marques Gontijo Neto

**1ª edição**

**Versão Eletrônica (2016)**

**Todos os direitos reservados**

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

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

**Embrapa Milho e Sorgo**

---

Sistemas de cultivo de soja e milho na região do Alto Paranaíba-  
MG e resultados de avaliações na safra 2014/15 / Emerson  
Borghì ... [et al.] . -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo,  
2016.

47 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo,  
ISSN 1518-4277; 200).

1. *Zea mays*. 2. *Glycine max*. 3. Produtividade. I. Borghì,  
Emerson. II. Série.

CDD 631.5 (21. ed.)

---

© Embrapa 2016

# **Autores**

## **Emerson Borghi**

Eng.-Agrôn., D. Sc., pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, Cx Postal 151, CEP 37701-970 Sete Lagoas, MG, [emerson.borghi@embrapa.br](mailto:emerson.borghi@embrapa.br)

## **Miguel Marques Gontijo Neto**

Eng.-Agrôn., D. Sc., pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, Cx Postal 151, CEP 37701-970, Sete Lagoas, MG, [miguel.gontijo@embrapa.br](mailto:miguel.gontijo@embrapa.br)

## **Álvaro Vilela de Resende**

Eng.-Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, Cx Postal 151, CEP 37701-970, Sete Lagoas, MG, [alvaro.resende@embrapa.br](mailto:alvaro.resende@embrapa.br)

## **Derli Prudente Santana**

Eng.-Agrôn., D.Sc., pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo Rod. MG 424 km 65 - Cx. Postal 151, CEP 35701 -970 Sete Lagoas, MG, [derli.prudente@embrapa.br](mailto:derli.prudente@embrapa.br)

**Gustavo Ferreira de Sousa**

Aluno do curso de graduação  
Centro Universitário de Patos de Minas -  
UNIPAM, Rua Major Gote, nº 808, Bairro:  
Caiçaras, CEP: 38702-054 Patos de Minas, MG,  
gustavoferreira\_s@hotmail.com

**Maila Adriely Silva**

Aluno do curso de graduação  
Centro Universitário de Patos de Minas -  
UNIPAM, Rua Major Gote, nº 808, Bairro: Caiçaras  
CEP: 38702-054 Patos de Minas, MG,  
m.adriely@hotmail.com

**Carlos Henrique Eiterer de Souza**

Eng.-Agrôn., D. Sc., professor do Centro  
Universitário de Patos de Minas - UNIPAM,  
Rua Major Gote, nº 808, Bairro: Caiçaras, CEP:  
38702-054 Patos de Minas, MG,  
carloshenrique@unipam.edu.br

# Apresentação

A região do Alto Paranaíba compõe uma das dez regiões de planejamento do Estado de Minas Gerais, pertencendo à Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Grande parte deste crescimento de área e de produção de soja e milho segunda safra se deve aos avanços tecnológicos nestas duas culturas, especialmente na última década.

Nesta região, predominam lavouras de uso intensivo de tecnologias, onde as altas produtividades têm sido obtidas pela utilização de grandes quantidades de insumos, especialmente fertilizantes e defensivos para o controle de pragas e doenças, acarretando aumentos no custo da produção e preocupações com o meio ambiente. O controle químico de insetos-praga e doenças nas lavouras da região é cada vez mais complexo, e mesmo os técnicos mais experientes necessitam de uma melhor capacitação no tema. É conveniente que o manejo agrônomo da cultura seja feito agregando as práticas culturais, de forma que as interações entre elas possam reduzir o uso de insumos e de energia, com menor agressão ao meio ambiente e à saúde humana, ao invés de adotar um

pacote principalmente que preconiza a utilização indiscriminada de produtos químicos, muitas vezes utilizados em datas preestabelecidas, sem um monitoramento que aponte para tal necessidade.

Esta publicação é fruto de um projeto em parceria entre a Embrapa Milho e Sorgo, o Sindicato Rural de Patos de Minas e o Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. Os autores agradecem o empenho dos produtores das fazendas Marinheiro, Manabuiu e Lanhosos para que os resultados fossem alcançados, e espera-se com esta publicação que todos os setores ligados ao agronegócio da região do Alto Paranaíba possam se beneficiar das informações contidas neste Documento.

*Antonio Alvaro Corsetti Purcino*  
Chefe-Geral  
Embrapa Milho e Sorgo

# Sumário

<b>Participação da Região do Alto Paranaíba na Produção de Milho e Soja .....</b>	<b>6</b>
<b>A Cultura do Milho no Contexto das Boas Práticas Agrícolas (BPA) em Sistemas de Produção de Grãos .....</b>	<b>16</b>
Experimento 1. Variação dos Componentes da Produção e Distribuição Longitudinal de Plantas em Cultivo de Milho sob Semeadura Direta .....	24
Material e Métodos .....	24
Resultados e Discussão .....	27
Conclusões .....	28
Experimento 2. Características Agronômicas da Cultura do Milho em Sistema de Cultivo Consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i> .....	29
Material e Métodos .....	30
Resultados e Discussão .....	33
Conclusões .....	39
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>40</b>
<b>Referências .....</b>	<b>41</b>
Literatura Recomendada.....	45

# **Sistemas de Cultivo de Soja e Milho na Região do Alto Paranaíba - MG e Resultados de Avaliações na Safra 2014/15**

---

*Emerson Borghi<sup>1</sup>*

*Álvaro Vilela de Resende<sup>2</sup>*

*Miguel Marques Gontijo Neto<sup>3</sup>*

*Derli Prudente Santana<sup>4</sup>*

*Gustavo Ferreira de Sousa<sup>5</sup>*

*Maila Adriely Silva<sup>6</sup>*

*Carlos Henrique Eiterer de Souza<sup>7</sup>*

## **Participação da Região do Alto Paranaíba na Produção de Milho e Soja**

A região do Alto Paranaíba compõe uma das dez regiões de planejamento do Estado de Minas Gerais, pertencendo à Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Tem forte vocação para a agropecuária e a extração mineral, sobretudo nos municípios de Araxá, Patos de Minas e Patrocínio. As principais culturas plantadas são o café, a soja e o milho. Outras culturas, principalmente em cultivo irrigado, têm ganhado destaque, como o alho e a cenoura, em cidades como São Gotardo e Rio Paranaíba. As indústrias de laticínios e fertilizantes também são importantes na economia regional, além da atividade agropecuária (ESTADO DA ARTE..., 2015).

Entre as culturas produtoras de grãos destacam-se a soja e o milho. Juntas, estas duas culturas representam 99% da área plantada e a mesma porcentagem no volume de grãos do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2015).

As Tabelas 1 e 2 demonstram a evolução destas culturas no Estado de Minas Gerais e na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba entre os anos de 2003 a 2013. De acordo com os levantamentos do IBGE, enquanto a área de soja em Minas Gerais aumentou 30%, na Mesorregião este aumento representou apenas 2,35% (Tabela 1). Com o milho primeira safra, os resultados chamam ainda mais a atenção pois, em 10 anos, houve diminuição na área semeada em 89.012 hectares no Estado, porém, na Mesorregião o cenário foi contrário, com acréscimo de 32 mil hectares na área semeada com milho. Neste período, o maior incremento de área ocorreu com o milho segunda safra. De 2003 a 2013, a área semeada em Minas Gerais saltou de 28.859 para 119.187 hectares, representando um aumento de 413%. Na Mesorregião, o aumento foi igualmente significativo: 435%. Em relação às duas últimas safras (2014/15 e 2015/16), para o Estado, houve aumento de 11,4% na área de soja, decréscimo de 18,1% na área de milho primeira safra e acréscimo de 34% na área de milho segunda safra (CONAB, 2016).

Estas variações na área entre as culturas refletem diretamente na produção. Entre 2003 e 2013, a produção de soja em Minas Gerais aumentou 45% e na Mesorregião, 14%. No milho primeira safra, a variação nos 10 anos foi de 31% no Estado e de 59% na Mesorregião. No milho segunda safra, a variação foi de 456% no Estado e na Mesorregião foi 818% (Tabela 2). Considerando apenas as duas últimas safras, a variação na produção de soja foi positiva em 34%, no milho primeira safra houve retração de 6,1% e no milho segunda safra, incremento de 39% no Estado.

**Tabela 1.** Evolução da área cultivada com soja e milho (1ª e 2ª safra) do Estado de Minas Gerais e da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, de acordo com o levantamento do IBGE entre os anos de 2003 a 2013.

Soja	Ano										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	Área (hectares)										
Minas Gerais	885.407	1.096.423	1.118.867	1.009.366	885.732	870.602	929.121	1.020.751	1.019.990	1.028.421	1.153.720
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	618.537	768.836	755.353	663.021	544.254	520.846	556.195	595.705	581.589	565.070	633.105
<b>Milho 1ª safra</b>											
Minas Gerais	1.248.206	1.323.882	1.328.414	1.308.720	1.296.749	1.300.148	1.259.371	1.164.007	1.139.670	1.177.006	1.159.194
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	328.443	347.760	365.206	387.290	393.459	415.517	372.601	328.470	338.775	369.970	360.291
<b>Milho 2ª safra</b>											
Minas Gerais	28.859	28.725	27.865	22.388	30.585	39.695	29.063	27.447	57.356	95.938	119.187
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	10.123	8.622	6.535	5.744	8.060	8.796	5.215	4.775	16.169	28.553	44.080

**Tabela 2.** Evolução da produção de soja e milho (1ª e 2ª safra) do Estado de Minas Gerais e da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, de acordo com o levantamento do IBGE entre os anos de 2003 a 2013.

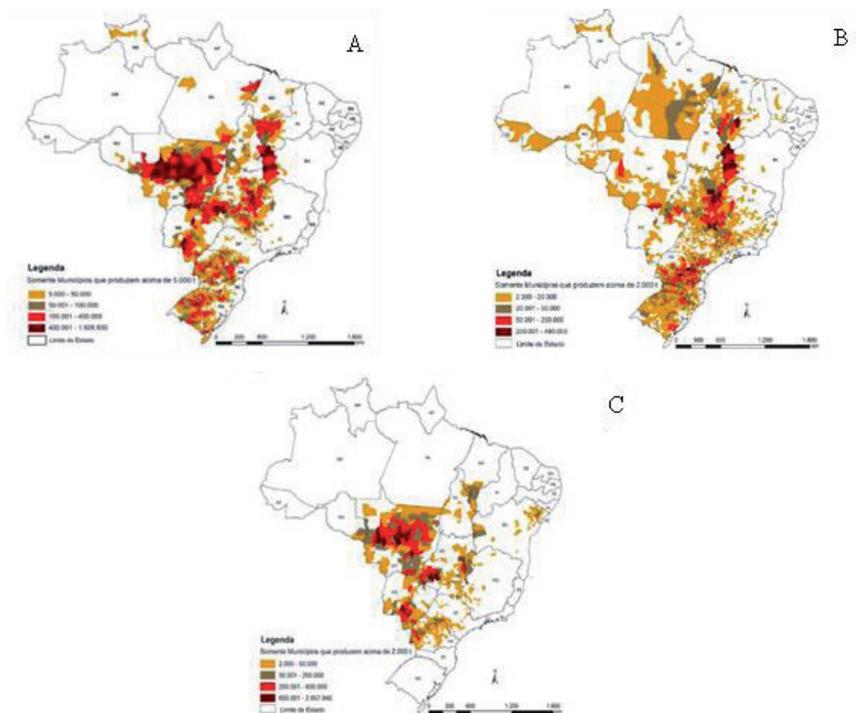
Soja	Ano										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	Produção (toneladas)										
Minas Gerais	2.335.446	2.660.714	2.937.243	2.453.975	2.417.996	2.566.350	2.751.431	2.902.464	2.940.857	3.073.499	3.375.690
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	1.669.337	1.843.905	1.910.880	1.594.421	1.580.073	1.531.981	1.630.555	1.770.873	1.666.105	1.748.213	1.906.495
<b>Milho 1ª safra</b>											
Minas Gerais	5.214.660	5.841.538	6.124.980	5.066.548	5.964.244	6.407.426	6.366.522	5.925.619	6.208.835	7.091.516	6.827.519
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	1.761.691	1.932.699	2.133.305	2.056.811	2.364.944	2.636.078	2.399.831	2.207.909	2.443.167	2.924.801	2.795.982
<b>Milho 2ª safra</b>											
Minas Gerais	111.458	110.634	118.893	85.652	101.833	203.674	170.023	164.322	327.352	533.626	620.146
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - MG	24.260	22.512	18.872	14.791	22.041	36.719	27.709	23.020	82.351	158.376	222.829

Grande parte deste crescimento de área e de produção de soja e milho segunda safra se deve aos avanços tecnológicos nestas duas culturas, especialmente na última década. O advento de cultivares modernas de soja, com ciclo precoce, permitiu o avanço do cultivo de milho a partir do mês de fevereiro. Além disso, novas regiões em expansão, principalmente no Sul de Minas Gerais, vêm permitindo novas áreas para cultivo destas espécies, principalmente em áreas de pastagens degradadas. No caso do milho, o desenvolvimento de híbridos precoces, de ampla adaptabilidade e estabilidade, permitiu que o cultivo após a soja fosse ampliado, principalmente nesta Mesorregião. A Figura 1 ilustra o mapa de produção agrícola de soja (1A) e milho (primeira – 1B e segunda safra – 1C) e a distribuição da produção pelos estados brasileiros. Na Figura 1C é possível constatar que, em relação ao estado de Minas Gerais, a concentração da produção de milho segunda safra está justamente nesta Mesorregião, podendo-se inferir que as variações de área semeada e de produção em Minas Gerais estão concentradas nos municípios que compõem esta importante região agropecuária.

Além disso, fatores climáticos são determinantes no sucesso deste sistema de cultivo. Nesta região, o clima predominante é tropical com estação seca de inverno (AVILA et al., 2014), com temperaturas que variam entre 23 °C e 28 °C no verão e 16 °C e 21 °C no inverno, condições favoráveis para o milho em segunda safra.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), considerando o Zoneamento de Risco Climático para o Estado de Minas Gerais para a safra 2015/16, foram disponibilizadas 338 cultivares de soja (Tabela 3).

Deste total, 47% são cultivares precoces (distribuídas entre os grupos de maturação 5.9 a 7.5), 30% de ciclo médio (grupos de maturação entre 7.6 a 8.2) e 12% do total estão classificadas como cultivares de ciclo tardio (grupos de maturação 8.3 a 9.2). A época de semeadura recomendada para a cultura no estado se inicia em 21/10 e finaliza em 30/11.



**Figura 1.** Mapa da produção agrícola de soja (1A), milho primeira safra (1B) e milho segunda safra (1C) no Brasil. Destaque especial ao cultivo de milho no Estado de Minas Gerais, principalmente em segunda safra. **Fonte:** Conab (2016).

**Tabela 3.** Número de cultivares de soja disponíveis para a safra 2015/16, e a distribuição destas em função do grau de maturação.

Grupo	Total	Distribuição nos Grupos de Maturação			
		5 - 5.9	6 - 6.9	7 - 7.5	
Precoce	160	15	60	85	47%
		7.6 - 7.9	8.0 - 8.1	8,2	
Médio	102	49	35	18	30%
		8.3 - 8.5	8.6 - 8.9	9.1-9.3	
Tardio	76	42	23	11	22%

**Fonte:** Adaptado de MAPA (2015)

Da mesma maneira que a soja, foram disponibilizadas 729 cultivares de milho para o Estado de Minas Gerais (Tabela 4). Neste total estão consideradas todas as cultivares convencionais e transgênicas. Considerando o cultivo de verão, estes materiais estão recomendados da seguinte maneira: 36% das cultivares são precoces, 63% de ciclo médio e apenas 0,5% são cultivares tardias. Para a safrinha, a proporção é diferente. Das 729 cultivares recomendadas, 56% são de ciclo precoce, 43% de ciclo médio e 2% são consideradas tardias. Como pode-se verificar na Tabela 4, os materiais recomendados para a safra são os mesmos para a semeadura em safrinha.

**Tabela 4.** Número de cultivares de milho disponíveis para a safra 2015/16, e a distribuição destas em função do grupo de precocidade.

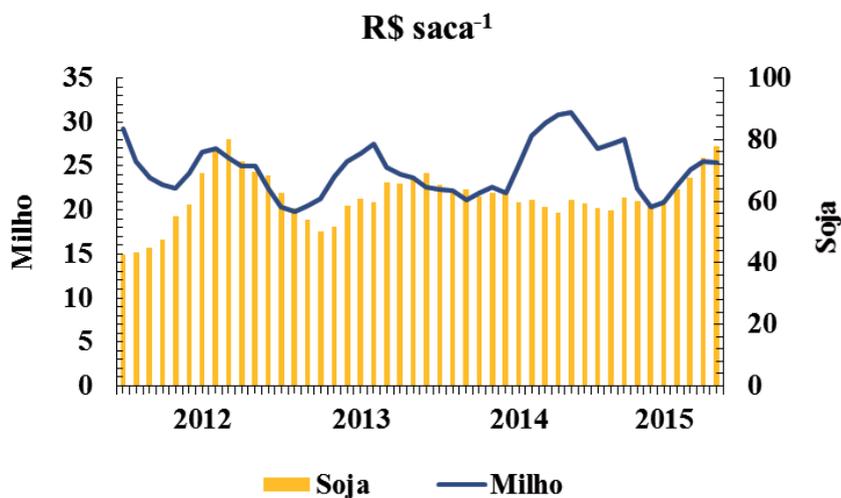
Grupo	Verão		Safrinha	
	Número	Porcentagem	Número	Porcentagem
I	264	36%	405	56%
II	462	63%	313	43%
III	3	0.4%	11	2%
<b>Total</b>	<b>729</b>	<b>100</b>	<b>729</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Adaptado de MAPA (2015)

Neste sentido, o cultivo do milho semeado após a soja torna-se interessante no processo produtivo. Inicialmente, os principais fatores que explicam os aumentos sucessivos da área de milho safrinha são: possibilidade do uso mais racional dos fatores de produção (terra, máquinas, equipamentos e mão de obra) em período ocioso do ano; preço maior do cereal na safrinha do que na safra normal; menor custo de produção; falta de alternativas mais seguras e rentáveis para a época (TSUNECHIRO; ARIAS, 1997). Nos últimos anos, verificou-se que outro fator que tem contribuído para o aumento da área de milho safrinha é a adoção do sistema de plantio direto na palha da cultura da soja, que permite redução do tempo entre a colheita da lavoura de verão e a semeadura do milho safrinha (SIMÃO, 2016).

A Figura 2 ilustra a variação mensal de preços da saca de milho e de soja no período entre janeiro de 2012 e outubro de 2015 para a região de Patos de Minas. Constata-se que os preços de milho no período avaliado variaram entre R\$ 19,80 (setembro/2015) e R\$ 31,02 (dezembro/2012). Para a soja, o menor preço foi verificado no mês de janeiro de 2012 (R\$ 42,59) e o maior no mês de setembro de 2013 (R\$ 80,01). Além das

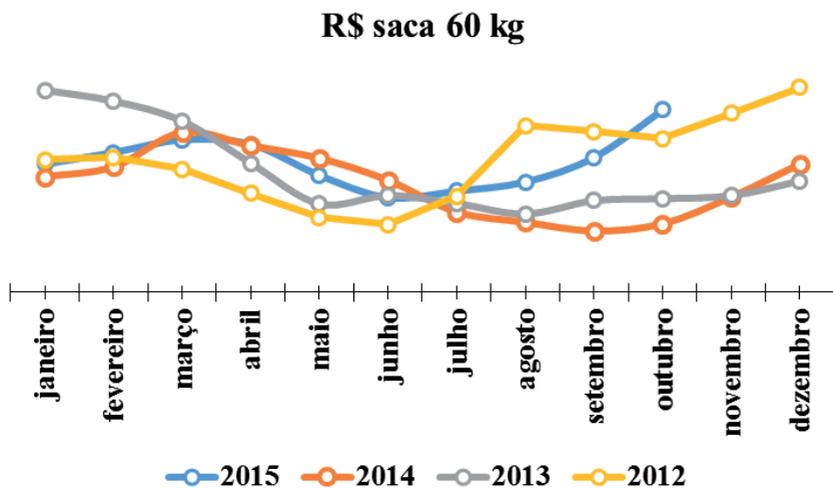
variações cambiais ocorridas no período avaliado, o mercado da região absorve grande parte da produção de milho em virtude da vocação regional na produção de aves, suínos e pecuária. Por este motivo, as variações nos preços são cíclicas e muito dependentes da época do ano. Já a soja tem forte influência das empresas multinacionais na comercialização do grão, destinando a produção para outros mercados além das fronteiras regionais. Neste período, os maiores valores da saca de soja foram encontrados no último quadrimestre do ano (setembro a dezembro), justamente pela falta do produto na região. No momento da colheita, a relação oferta/demanda determina a variação no preço para baixo. Nas duas culturas, houve grande flutuação de preços, sendo mais expressiva no milho (Figura 2).



**Figura 2.** Variação mensal de preços das sacas de milho e de soja entre janeiro de 2012 e outubro de 2015 para o município de Patos de Minas-MG. **Fonte:** Agrolink (2015).

A Figura 3 demonstra com mais detalhes as variações mensais nos preços da saca de milho ao longo do ano no período 2012 a 2015. Em todos os anos analisados, o menor valor da saca de milho ocorre justamente na época de maior oferta do produto (março a maio), em função do período de colheita. Tal fato é decorrente de a região ter, no período de verão, a maior área cultivada com milho, assim como descrito na Tabela 1. Porém, nos últimos anos, conforme demonstrado na Tabela 2, o cenário foi alterado, com os produtores procurando diminuir a área cultivada com milho no verão dando prioridade para a soja e passando a semear o milho em safrinha.

Além disso, a recuperação de preços ocorre no período de entressafra (agosto a outubro), pelo fato de o mercado regional ainda necessitar do milho (Figura 3). Como os produtores não dispõem de armazenagem para o milho, há falta de produto no mercado regional e os preços automaticamente se elevam. Com o cenário econômico positivo neste período e o processo de melhoramento genético para a soja proporcionando cultivares mais precoces, houve uma abertura de mercado interessante para o cultivo do milho após a soja, o que explica o incremento de área e de produção neste período. Assim, a região que antes era responsável por 31% da área e 41% de todo o milho cultivado em Minas Gerais na primeira safra, optou pelo cultivo desta cultura sucedendo a soja. Atualmente, a região representa 37% da área semeada e 35,9% da produção de milho safrinha em Minas Gerais.



**Figura 3.** Variação mensal de preços da saca de milho entre os anos de 2012 e outubro de 2015 na região de Patos de Minas - MG. **Fonte:** Agrolink (2015).

## A Cultura do Milho no Contexto das Boas Práticas Agrícolas (BPA) em Sistemas de Produção de Grãos

De acordo com Cruz et al. (2011), as boas práticas agrícolas (BPAs) para a cultura do milho visam: a) garantir a qualidade do produto agrícola, bem como a saúde, o bem-estar e a segurança do trabalhador rural; b) conservar o meio ambiente; e c) adicionar valor ao produto produzido por pequenos, médios e grandes produtores.

Por suas características fisiológicas e diversidade de uso, o milho está inserido em diferentes sistemas de produção: além das épocas de semeadura em safra e safrinha, o milho pode ainda ser produzido para a produção de forragem; é

fundamental sua participação em programas de rotação de culturas, especialmente com a soja em sistemas plantio direto; em sistemas de integração lavoura-pecuária, em cultivos consorciados com forrageiras, o que pode influenciar diretamente na adubação, no manejo das plantas daninhas e no controle de pragas e doenças desta cultura e dos cultivos subsequentes.

A produção de milho, no Brasil, tem-se caracterizado pela divisão em duas épocas de semeadura: **de verão**, ou primeira safra, realizada durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste (no Nordeste, esse período ocorre no início do ano); e **safrinha ou segunda safra**, que se refere ao milho de sequeiro, semeado extemporaneamente em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, além dos estados do Paraná, Maranhão, Tocantins e Piauí. Em todas estas regiões houve decréscimo na área semeada com milho no período da primeira safra, em decorrência da concorrência com a soja. Embora realizados em uma situação desfavorável de clima, as semeaduras em safrinha vêm sendo conduzidas dentro de sistemas de produção que têm sido gradativamente adaptados a essas condições, o que tem contribuído para elevar os rendimentos das lavouras (DUARTE et al., 2007).

Por suas características fisiológicas, a cultura do milho tem alto potencial produtivo, já tendo sido obtida produtividade superior a  $16 \text{ t ha}^{-1}$ , em concursos de produtividade de milho conduzidos por órgãos de assistência técnica e extensão rural e por empresas produtoras de semente (COELHO et al., 2003). No entanto, o nível médio nacional de produtividade é muito

baixo, cerca de 3.250 kg ha<sup>-1</sup> para o milho safra e 5.716 kg ha<sup>-1</sup> para a safrinha (CONAB, 2016), demonstrando que os diferentes sistemas de produção de milho deverão ser ainda bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar.

O crescimento da produtividade de milho, nas principais regiões produtoras do país, especialmente desde a metade do século passado, segue o modelo de utilização de sementes híbridas com maior potencial de rendimento, maior uso de fertilizantes e defensivos, melhoria no arranjo espacial de plantas (espaçamento e densidade), máquinas agrícolas mais eficientes e adoção do sistema de plantio direto na palha. A adoção conjunta de cultivares melhoradas e de insumos e técnicas de cultivos adequados fez com que o rendimento das lavouras crescesse progressivamente. Ao lado do desenvolvimento da genética tropical, um considerável esforço de pesquisa foi despendido na identificação das limitações edafoclimáticas e na geração de tecnologias de superação e escape associadas a sistemas de produção inovadores. De acordo com Galvão et al. (2014), o aumento da produção total de grãos de milho cresceu 14,61 vezes e o aumento de área cultivada foi de apenas 3,86 vezes, e grande parte deste avanço pode ser explicado pelo avanço tecnológico, que proporcionou um incremento de produtividade de 3,79 vezes, nas últimas sete décadas.

Outro importante componente do sistema de produção que tem apresentado grande evolução é a densidade de semeadura, a qual é função da cultivar, da disponibilidade hídrica e de nutrientes. De acordo com Mundstock e Silva (2006), os fatores básicos de produtividade são a utilização máxima da radiação

solar, combinada com temperatura e disponibilidade hídrica adequada. Para isso, é necessária a adoção de altas densidades de plantas para obter área foliar adequada, captar rapidamente a radiação incidente e mantê-la ativa por longo período após o espigamento. O uso de alta densidade de plantas só é indicado se o híbrido tolera alta competição entre plantas. Esses aspectos morfofisiológicos da planta foram as características que mais se modificaram na última geração de híbridos. De maneira geral, elas já vinham sendo modificadas ao longo do tempo, o que permitiu o aumento na densidade de plantas. No entanto, além de maior tolerância à competição entre plantas, observou-se que houve também a incorporação de boa capacidade produtiva em situações em que a lavoura é submetida a outros tipos de estresses, como de água ou de nutrientes.

Em paralelo ao progresso do melhoramento genético, parte dos ganhos de produtividade deve-se à melhoria na qualidade dos solos. Essa melhoria está geralmente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, sistema plantio direto, manejo da fertilidade por meio da calagem, gessagem e adubação equilibradas com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes convencionais e/ou orgânicos (esterços, compostos, adubação verde, etc.).

Em relação ao manejo do solo, toda estratégia deve levar em consideração propiciar maior quantidade de água disponível para as plantas. Nesse aspecto, o sistema plantio direto possibilita maior rapidez nas operações, principalmente na semeadura realizada após a colheita, permitindo semear o mais cedo possível. Além disso, um sistema plantio direto com adequada cobertura da superfície do solo permitirá maior

disponibilidade de água para o milho safrinha (DUARTE; CRUZ, 2001).

Em termos de modernização da agricultura brasileira, a utilização do sistema de plantio direto é uma realidade inquestionável, e a participação da cultura do milho em sistemas de rotação e sucessão (safrinha) de culturas para assegurar a sustentabilidade de sistemas plantio direto é fundamental (CRUZ et al., 2006). A cultura do milho tem a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais, que, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar o solo. Dessa forma, sua inclusão em um esquema de rotação é fundamental. A rotação envolvendo as culturas da soja e do milho merece especial atenção, por causa das extensas áreas que essas duas culturas ocupam e do efeito benéfico em ambas as culturas (RUEDELL, 1995).

O sistema de sucessão de culturas produtoras de grãos otimiza o uso do solo o maior período de tempo possível e, ainda, garante a sustentabilidade do sistema plantio direto. Entre estas estratégias destaca-se o cultivo do milho consorciado com espécies forrageiras, principalmente a *Brachiaria ruziziensis*. Embora este sistema de cultivo seja predominante em áreas destinadas à integração lavoura-pecuária, muitos agricultores têm optado pelo uso da forrageira como planta de cobertura, principalmente pelos benefícios que esta espécie proporciona ao solo nas características químicas, físicas e biológicas. Como resultado, tem-se, a partir do segundo ano ou mais de cultivo, solos agricultáveis corrigidos, com altos níveis de fertilidade e fisicamente estruturados. Essas áreas, inicialmente de fertilidade comprometida, passam a apresentar altos teores de matéria orgânica, baixos níveis de acidez e elevada infiltração

de água no solo, em relação às áreas onde ainda se utilizam práticas de cultivo tradicionais.

Praticamente em todas as regiões produtoras de milho, é comum a utilização de defensivos químicos, cujo número de aplicações pode chegar rotineiramente a mais de cinco ou, em casos extremos, a cerca de dez, aumentando, conseqüentemente, o custo de produção do milho e os riscos para o meio ambiente e para o consumidor. Para complicar a situação, a utilização desses produtos químicos, que, de maneira geral, são dirigidos para a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, sem dúvida, a principal praga do milho nas Américas (embora também de importância crescente em arroz, sorgo e algodão, no Brasil), tem provocado o aparecimento de populações resistentes a diferentes grupos de inseticidas. A lagarta-do-cartucho, embora considerada polífaga e severa, tem como hospedeiro preferencial a cultura de milho, danificando total ou parcialmente suas plantas, ocasionando perdas desde o plantio até a colheita. Essa praga pode ocasionar perdas nos rendimentos da cultura do milho, que variam de 15 a 50% (CRUZ et al., 1999; FIGUEIREDO, 2004). Na produção de matéria seca (silagem de milho), essa perda foi de 52,73%, por causa da redução do número de plantas na colheita e na área foliar removida (FIGUEIREDO, 2004).

No entanto, com o passar do tempo e com o uso sem parcimônia e sem técnica, começaram a aparecer os primeiros problemas nas áreas onde usualmente se faziam aplicações. O controle, que antes era total, não é mais alcançado. Sabe-se, hoje, que a má aplicação de defensivos químicos fatalmente levará ao desequilíbrio ecológico. A população da praga pode ressurgir com maior intensidade, principalmente

pela eliminação ou redução drástica de agentes de controle biológico natural ou até mesmo pelo aparecimento de insetos resistentes ao produto aplicado. Esse fato foi revisado por Cruz (2002), principalmente em relação à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Outro ponto importante a considerar é o efeito negativo dos produtos químicos sobre os agentes de controle biológico natural de outras espécies de insetos que antes se alimentavam da planta, porém sua população não atingia número suficiente para ocasionar danos econômicos. Tais insetos, sem a atuação eficiente de seus inimigos naturais, geralmente têm a população aumentada em pouco tempo, alcançando a categoria de praga.

É conveniente que o manejo agrônômico da cultura seja feito agregando as práticas. Assim, as interações entre elas redundam em redução do uso de insumos e de energia, menos agressão ao meio ambiente, menos riscos à saúde humana, e obtenção de produto com boa qualidade, ao invés de adotar um pacote principalmente que preconiza a utilização indiscriminada de produtos químicos, muitas vezes para serem utilizados em datas preestabelecidas, sem um monitoramento que aponte para tal necessidade.

Face ao complexo ordenamento de fatores associados aos sistemas de cultivo para obtenção de altos rendimentos de milho, muitos produtores da região do Alto Paranaíba têm optado pela safrinha em razão do maior valor econômico agregado na soja. Além disso, pela menor margem de lucro na cultura do milho, os tratamentos culturais – principalmente manejo de pragas e doenças – são realizados de maneira calendarizada e com menos intensidade.

A região de Patos de Minas, assim como grande parte do cerrado mineiro, caracteriza-se por uma agricultura intensiva de altas produtividades. Contudo, existe hoje necessidade de otimizar localmente os aspectos gerenciais da produção que, além de onerar os custos, têm afetado a sustentabilidade dos sistemas, comprometendo a competitividade e a sustentabilidade do setor.

Por outro lado, trabalhos de pesquisa mais recentes, utilizando os princípios das Boas Práticas Agrícolas, de acordo com os preceitos da Produção Integrada (CRUZ et al., 2011; CAMPANHA et al., 2012), têm evidenciado situações de lavouras de alto investimento tecnológico em que é possível otimizar o uso de insumos tais como fertilizantes e defensivos, com redução do custo de produção, sem perda de produtividade, resultando em maior rentabilidade ao agricultor e em melhoria da qualidade ambiental.

Nesta região, predominam lavouras de uso intensivo de tecnologias, onde as altas produtividades têm sido obtidas com grande quantidade de insumos, especialmente fertilizantes e no controle de pragas e doenças, acarretando aumentos no custo da produção e preocupações com o meio ambiente. O controle químico de insetos-praga e doenças nas lavouras da região é cada vez mais complexo e mesmo os técnicos mais experientes ressentem de um melhor treinamento no tema.

Há de se ressaltar também que, embora os conhecimentos sobre manejo conservacionista dos solos já estejam consolidados, a aplicação dessas tecnologias ainda não é feita de maneira sistemática, dando como consequência resultados nem sempre satisfatórios. Outro aspecto a considerar é que

a agricultura intensiva da região utiliza o milho dentro de sistemas envolvendo a soja, o algodão ou na integração lavoura-pecuária, e a cultura tem sido tratada de forma segmentada e não com uma visão do sistema como um todo.

A otimização de insumos permitirá em muitas situações a redução de seu uso com reflexos nos custos de produção, no meio ambiente e na renda do agricultor, além de aumentar a eficiência deles. Buscando elucidar estas evidências foram desenvolvidos ao longo da safra 2014/15 experimentos em propriedades rurais para verificação dos fatores inerentes ao cultivo do milho e suas influências na produtividade de grãos. Tais resultados têm por propósito demonstrar aos produtores a importância da gestão dos processos ao longo do cultivo visando altas produtividades para que, ao longo do tempo, possa garantir a sustentabilidade dos sistemas produtivos na região do Alto Paranaíba.

### **Experimento 1. Variação dos Componentes da Produção e Distribuição Longitudinal de Plantas em Cultivo de Milho sob Semeadura Direta**

O trabalho teve por objetivo avaliar as características agronômicas que determinam os componentes da produção e distribuição espacial de plantas de milho semeado em sistema de semeadura direta.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido durante o ano agrícola 2014/2015 na Fazenda Marinheiro, situada no município de Vazante-MG, tendo como coordenadas geográficas: Latitude -17.94187135e

Longitude -47.08452961. A área destinada ao projeto foi de 27 hectares, sendo cultivada nos últimos anos com soja no verão e sorgo na safrinha, em sistema de semeadura direta.

No mês de outubro/2014, foi aplicado enxofre a lanço na área na quantidade de 27 kg de S ha<sup>-1</sup>. Em seguida, foram aplicados 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 90 kg ha<sup>-1</sup> de B, a lanço, separadamente. A maior parte da adubação nitrogenada foi toda realizada com ureia em pré-semeadura do milho, sendo aplicada a quantidade de 157,5 kg ha<sup>-1</sup> de N incorporado com adubador de disco para plantio direto, dividida em duas aplicações: 7 dias e 4 dias antes da semeadura.

As plantas daninhas remanescentes foram dessecadas 3 dias antes da semeadura, por meio da aplicação sequencial em área total, com 2 L ha<sup>-1</sup> de Crucial (Glifosato) + 0,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral + 100 mL ha<sup>-1</sup> de Aurora + 20 g ha<sup>-1</sup> de Regent, com volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura da cultura do milho foi realizada em 11/11/2014, por meio de semeadora adubadora para plantio direto marca Jumil Exacta Air Pantográfica, com 6 linhas espaçadas de 50 cm e mecanismo de distribuição de fertilizante por meio de haste e de distribuição de semente a vácuo. O híbrido utilizado foi o AG 5055 PRO2, objetivando estande inicial de 62.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de semeadura constituiu-se de 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 12-33-00 + 2% Ca + 7% S + 0,3% B.

A avaliação das características agronômicas (estande final de plantas, número de espigas por hectare, índice de espigas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 300 grãos

e produtividade de grãos) e da plantabilidade do milho foi realizada antecedendo a colheita, em 07/05/2015. A avaliação foi realizada em 6 pontos georreferenciados distribuídos aleatoriamente dentro da área disponibilizada ao trabalho.

Para o estande final das plantas e de espigas, as variáveis foram contadas em 3 linhas de 3 metros de comprimento em cada ponto georreferenciado. Por meio do número de espigas e do número de plantas, foi determinado o índice de espigas. Nas linhas próximas a cada ponto, foram colhidas 5 espigas para determinação do número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira. Multiplicando estes dois valores foi obtido o número de grãos por espiga. Estas espigas foram debulhadas manualmente, sendo separadas 5 amostras de 300 grãos cada para avaliação de sua massa. Para a produtividade de grãos, todas as espigas de cada uma das 6 repetições foram debulhadas mecanicamente e os grãos foram pesados. Tanto a produtividade quanto a massa de 300 grãos foram corrigidos a 13% de umidade e os valores obtidos, extrapolados para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Para a avaliação da distribuição longitudinal de plantas foi verificada a distância entre plantas em centímetros em 1 linha com 3 metros de comprimento em cada uma das 6 repetições. Os parâmetros de plantas múltiplas ou falhas foram determinados com base no Projeto de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996), que considera como aceitáveis todos os espaçamentos entre sementes de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio previsto.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 5 encontram-se os valores máximos, mínimos, desvio padrão, erro padrão da média e coeficiente de variação de cada uma das variáveis analisadas. Pela análise dos dados verificou-se variação significativa principalmente em relação à quantidade de espigas, o que refletiu sobremaneira na produtividade de grãos. Em relação às 6 repetições realizadas nas áreas, as produtividades variaram de 4.804 kg ha<sup>-1</sup> (menor valor) a 10.938 kg ha<sup>-1</sup> (maior valor). Tal diferença se deve principalmente pela quantidade de espigas, pois, para as variáveis número de grãos por fileira, número de fileiras, número de grãos por espiga e massa de 300 grãos, as variações entre as repetições avaliadas ficaram abaixo de 5%.

Na Tabela 6 encontram-se os dados de distância longitudinal de plantas e porcentagem de falhas e plantas múltiplas. Pelos resultados constatou-se que em 3 das 6 repetições realizadas a variação entre a distribuição de plantas na linha foi acima de 20%. Isto pode estar relacionado a problemas na regulação da semeadora-adubadora ou na velocidade de deslocamento (6,2 km h<sup>-1</sup>), conforme constatado na avaliação por ocasião da semeadura. De acordo com Pereira Filho e Cruz (2002), para semeadoras de disco que predominam no mercado brasileiro, a velocidade deve variar de 4 a 6 km h<sup>-1</sup>, desde que as condições da topografia do terreno, umidade e textura do solo permitam operar com velocidades acima de 4 km h<sup>-1</sup> velocidade. De acordo com os autores, o aumento da velocidade de 5 para 10 km h<sup>-1</sup> pode implicar até 12% de perdas.

## Conclusões

- A variabilidade na população de plantas de milho foi atribuída à presença de falhas de estande e de plantas múltiplas;
- A produtividade de grãos foi influenciada pela grande variação na produção de espigas na área.

**Tabela 5.** Estatística descritiva para as variáveis estande final, número de espigas por hectare, índice de espigas, número de linhas por espiga, número de grãos por linha de espiga e número de grãos por espiga, massa de 300 grãos e produtividade de grãos de milho cultivado em semeadura direta. Vazante-MG, ano agrícola 2014/15.

Variáveis	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente Variação	Erro Padrão
Estande final (plantas ha <sup>-1</sup> )	62222	51111	58519	4370	7,5%	1784
Espigas (nº ha <sup>-1</sup> )	62222	28889	49259	13216	26,8%	5395
Índice espigas	1,04	0,57	0,84	0,20	23,9%	0,08
Nº Linhas espiga <sup>-1</sup>	17	16	17	0	2,5%	0,2
Nº Grãos linha <sup>-1</sup>	34	30	32	1	4,2%	0,5
Nº Grãos espiga <sup>-1</sup>	561	507	530	20	3,7%	8
Massa 300 grãos (g)	112	104	108	3	2,6%	1,14
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	10938	4804	8682	2662	30,7%	1087

**Tabela 6.** Estatística descritiva para as variáveis distância entre plantas, porcentagem de múltiplos e falhas de plantas de milho por meio da avaliação longitudinal da distribuição de plantas em cultivo de milho cultivado em semeadura direta. Vazante-MG, ano agrícola 2014/15.

	Repetições					
	1	2	3	4	5	6
Distância média entre plantas (cm)	42	34	33	34	33	35
Distância máxima (cm)	73	43	39	40	39	66
Distância mínima (cm)	30	24	27	25	27	6
Desvio padrão	16	7	3,8	4,6	4,6	19,6
Erro padrão	7	3,11	1,69	2,04	2,06	8,78
Coefficiente variação (%)	39,0	20,6	11,5	13,6	14,1	55,5
Falhas (%)	25%	0%	0%	0%	0%	22%
Múltiplas (%)	0%	0%	0%	0%	0%	11%

## **Experimento 2. Características Agronômicas da Cultura do Milho em Sistema de Cultivo Consorciado com *Brachiaria ruziziensis***

Os principais objetivos foram: 1) avaliar a distribuição espacial de plantas de milho em função de modalidades de cultivo consorciado com *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *ruziziensis*; 2) avaliar a influência da época de estabelecimento de consorciação com *U. ruziziensis* no estado nutricional e na produtividade de grãos do milho; e 3) avaliar a influência da modalidade de consorciação da *U. ruziziensis* nas características agronômicas e produtividade de grãos de milho e produção de forragem em duas épocas de consórcio. Em todos, o foco do cultivo consorciado teve por finalidade produção de grãos de

milho e posteriormente cobertura vegetal pela forrageira para composição do sistema plantio direto.

## Material e Métodos

Os trabalhos foram conduzidos durante o ano agrícola 2014/2015 na Fazenda Manabuiu, situada no município de Presidente Olegário-MG tendo como coordenadas geográficas –Latitude -18,198384 e Longitude -46,577836. A área destinada ao projeto foi de 11 hectares, sendo cultivada nos últimos anos somente com soja em plantio direto. O histórico de cultivo dos anos anteriores está demonstrado na Tabela 7.

**Tabela 7.** Histórico de cultivo na área de condução do trabalho.

Cultivar	Ano Agrícola	Adubação	Produtividade
M7211RR	2011/12	200 kg ha <sup>-1</sup> de MAP e 200 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	46 sc ha <sup>-1</sup>
M7908RR	2012/13	300 kg ha <sup>-1</sup> de 05-36-00 e 100 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	45 sc ha <sup>-1</sup>
Conquista	2013/14	180 kg ha <sup>-1</sup> de MAP e 100 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	60 sc ha <sup>-1</sup>

O delineamento experimental foi em faixas, com cinco repetições distribuídas aleatoriamente dentro de cada unidade experimental. Os tratamentos foram os seguintes: 1) Milho com *U. ruzizensis* em cultivo simultâneo; 2) Milho com *U. ruzizensis* em consórcio, semeada na adubação de cobertura; 3) Milho sem braquiária; 4) Milho padrão produtor.

Antes da implantação dos tratamentos, no mês de setembro/2014, foram coletadas amostras para análise química de rotina, para fins de fertilidade, de 0 a 20 cm de profundidade, segundo metodologias descritas por Silva (2009). Os resultados revelaram as seguintes características: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,7, M.O. =

45 g kg<sup>-1</sup>, P (Mehlich-1) = 27 mg dm<sup>-3</sup>, K = 133 mg dm<sup>-3</sup>, Ca = 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, H+Al = 4,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 39%.

A calagem foi realizada em setembro de 2014, na quantidade de 1,8 t ha<sup>-1</sup>, aplicada a lanço em área total e incorporada com grade niveladora. As plantas daninhas remanescentes foram dessecadas antes da semeadura, em dezembro/2014, por meio da aplicação em área total de 3 L ha<sup>-1</sup> de Zapp, 0,5 L ha<sup>-1</sup> de Aminol (2,4-D) e 1,5 L ha<sup>-1</sup> de Lanate, com volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura da cultura do milho foi realizada em 19/12/2014, por meio de semeadora adubadora para plantio direto marca Jumil Exacta 2980 PD, com 7 linhas espaçadas de 50 cm, mecanismo de distribuição de fertilizante com sulcador de disco duplo desencontrado e de distribuição de semente a vácuo. O híbrido utilizado foi o SYN 7205TLTG Viptera 3, objetivando estande inicial de 64.000 plantas ha<sup>-1</sup> para o milho e 10 kg ha<sup>-1</sup> de *U. ruziziensis* nos tratamentos 1 e 2. A adubação básica de semeadura constituiu-se de 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 12-33-00. No tratamento 1, as sementes da forrageira foram misturadas ao fertilizante na quantidade de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes contendo 60% de pureza e 60% de sementes puras viáveis. O consórcio da forrageira com semeadura defasada (tratamento 2) foi realizado concomitantemente à adubação de cobertura (janeiro de 2015), na mesma quantidade de sementes de *U. ruziziensis* do tratamento 1.

A emergência do milho ocorreu 5 dias após a semeadura. Aos 7 dias após a emergência das plantas, foi realizada a adubação potássica por meio da aplicação 200 kg ha<sup>-1</sup> de KCl, a lanço em

área total. Nos tratamentos 1, 2 e 3, a adubação de cobertura nitrogenada foi feita da seguinte maneira: 300 kg há<sup>-1</sup> de nitrato de amônio + 150 Kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio em cobertura (fase V4-V6 do milho). Já no tratamento 4, essa adubação consistiu de 400 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato de amônio em cobertura.

As amostragens de folhas para diagnose foliar foram efetuadas no momento em que mais de 50% das plantas encontravam-se pendoadas e com presença de estilo-estigmas (florescimento feminino), com coleta da folha abaixo e oposta à espiga em 10 plantas por tratamento. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, e os resultados foram interpretados em função das faixas de suficiência preconizadas por Martinez et al. (1999) para o milho.

A avaliação do estande final de plantas, plantabilidade, características agronômicas e produtividade de grãos do milho foi realizada antecedendo a colheita para grãos, em 20/05/2015. Para tanto, foram escolhidos aleatoriamente 5 pontos georreferenciados dentro de cada tratamento, sendo que para o estande final foram contadas as plantas em 3 linhas de 3 metros de comprimento. A produtividade de grãos foi determinada nestes mesmos pontos, coletando-se as espigas de 3 linhas com 3 metros de comprimento em cada repetição. As espigas foram debulhadas e os grãos foram pesados, sendo os valores extrapolados a 13% de umidade.

A avaliação da distribuição longitudinal de plantas foi efetuada em 1 linha com 3 metros de comprimento em cada ponto georreferenciado. Os parâmetros de plantas múltiplas ou falhas foram determinados com base no Projeto de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996), que considera

como aceitáveis todos os espaçamentos entre sementes de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio. Os valores obtidos, fora desse limite, foram considerados como espaçamentos falhos (acima de 1,5 vez o espaçamento médio) ou múltiplos (abaixo de 0,5 vez o espaçamento médio). Considerando a população final desejada (64.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e o espaçamento entrelinhas utilizado (50 cm), a distância entre plantas desejada era de 33 cm.

A produtividade de matéria seca de *B. ruziziensis* foi obtida por meio da coleta de plantas cortadas manualmente ao nível do solo, em uma área de 1,0 m<sup>2</sup>, em 5 repetições em diferentes pontos dentro de cada tratamento. Estas amostras foram pesadas e uma subamostra foi acondicionada em saco de papel, colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C durante 72 h para quantificação do teor de umidade. A partir destes valores, calculou-se a produtividade de matéria seca da forrageira em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados de cada variável, com exceção da avaliação longitudinal de plantas, foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## **Resultados e Discussão**

### **Avaliação da Distribuição Longitudinal de Plantas de Milho em Diferentes Sistemas de Cultivo**

Na Tabela 8 estão descritos os resultados médios da porcentagem de falhas e plantas duplas em função dos tratamentos empregados. Constatou-se grande variação na

distribuição longitudinal de sementes. Tomando como base os parâmetros sugeridos por Weirich Neto et al. (2015), nenhum dos tratamentos avaliados obteve espaçamentos aceitáveis acima de 90%. Pela média dos valores de cada tratamento, o tratamento milho sem braquiária obteve as menores porcentagens de plantas múltiplas e falhas. Porém, cabe destacar que a presença da forrageira não influenciou nestes resultados, uma vez que a distribuição longitudinal de sementes de milho é afetada por outros fatores como velocidade de deslocamento, rugosidade do solo, regulagem da semeadora, pragas, doenças, entre outras causas (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002).

**Tabela 8.** Porcentagem de múltiplos e falhas de plantas de milho por meio da avaliação longitudinal da distribuição de plantas em diferentes sistemas de cultivo. Presidente Olegário-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Múltiplos -----%-----	Falhas	Desvio Padrão	Erro Padrão
Milho + Braquiária Semeadura	7	4	9,5	4,2
Milho + Braquiária Cobertura	4	9	9,9	4,5
Milho sem Braquiária	2	2	5,8	2,6
Milho Produtor	10	2	8,0	3,6

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o estande final de plantas (Tabela 9). Pelos resultados encontrados, a principal causa para a grande porcentagem de plantas múltiplas e falhas se deve aos problemas na regulagem da semeadora, pois o estande final pretendido era de 64.000 plantas ha<sup>-1</sup>, porém, o estande obtido foi em média 4,5% superior, o que representa um acréscimo de 2.880 plantas por hectare.

**Tabela 9.** Valores médios de estande final de plantas e variação do estande final em relação ao estande final desejado da cultura do milho semeado em diferentes sistemas de cultivo. Presidente Olegário-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Estande Final	Varição em relação ao estande ideal <sup>1</sup>
	plantas ha <sup>-1</sup>	%
Milho + Braquiária Semeadura	68000 a	6,2
Milho + Braquiária Cobertura	66667 a	4,2
Milho sem Braquiária	66222 a	3,5
Milho Produtor	66667 a	4,2
DMS	5320	
CV	4,91	

1- Estande final desejado: 64.000 plantas ha<sup>-1</sup>

Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

### **Estado Nutricional e Produtividade de Grãos da Cultura do Milho em Consórcio com *Urochloa ruziziensis***

Na Tabela 10 estão descritos os resultados médios dos teores de macro e micronutrientes foliares do milho e a produtividade de grãos em função dos tratamentos empregados. Pelos resultados, constatou-se que somente os teores foliares de N encontram-se acima do limite superior. Já os teores de Ca, Mg e Mn foliares encontram-se abaixo do limite inferior, podendo-se inferir que tais nutrientes estão em deficiência. Os demais nutrientes estão dentro dos limites aceitáveis para a diagnose foliar do milho, conforme preconizaram Martinez et al. (1999). Ao comparar os tratamentos, constatou-se que os consórcios em ambas as épocas de semeadura da braquiária não proporcionaram alterações significativas nos teores foliares de nutrientes em comparação aos demais tratamentos.

A produtividade de grãos de milho não foi influenciada pelos tratamentos empregados (Tabela 10). Mesmo em consórcio com a braquiária, independentemente da época em que se estabeleceu esta consorciação, a produtividade de grãos não diferiu estatisticamente dos tratamentos sem a forrageira, demonstrando que o consórcio é possível, sem prejudicar a cultura principal.

A ausência de diferenças de produtividade entre o tratamento 4, padrão do produtor, e os demais indica que a utilização de fonte contendo enxofre na adubação de cobertura nitrogenada dos tratamentos 1, 2 e 3 não agregou vantagem. A disponibilidade de enxofre previamente existente no solo deve ter sido suficiente para atender a demanda nutricional das culturas, o que se comprova pela semelhança nos teores foliares de S no milho nos quatro tratamentos.

**Tabela 10.** Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) foliares e produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultura do milho em cultivo solteiro e consorciado com *U. ruziziensis*. Presidente Olegário-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- $\text{g kg}^{-1}$ -----					
Milho + Braquiária Semeadura	37,3	2,88	21,61	2,33	1,71	1,69
Milho + Braquiária Cobertura	38,1	2,9	22,22	2,22	1,72	1,71
Milho sem Braquiária	38,1	2,78	23,43	2,14	1,65	1,72
Milho Padrão Produtor	38,3	2,73	20,48	2,78	2,04	1,75
Limite Superior <sup>1</sup>	32,5	3,5	22,5	4	4	2
Limite Inferior <sup>2</sup>	27,5	2,5	17,5	2,5	2,5	1,5
	Cu	Fe	Mn	Zn	Produtividade de grãos	
	----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----				----- $\text{kg ha}^{-1}$ -----	
Milho + Braquiária Semeadura	8,61	99,52	15,31	22,06	8821 a	
Milho + Braquiária Cobertura	8,95	134,4	20,83	21,87	8994 a	
Milho sem Braquiária	8,09	125,5	18,62	20,17	8828 a	
Milho Padrão Produtor	9,06	123,0	18,25	21,4	9569 a	
Limite Superior <sup>1</sup>	20	250	150	50		
Limite Inferior <sup>2</sup>	6	50	50	15		

1 e 2 referem-se aos limites superior e inferior da faixa de suficiência para cada nutriente, com base nas indicações de Martinez et al. (1999) para a cultura do milho.

Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### Características agronômicas da cultura do milho e produtividade de matéria seca de *U. ruziziensis* em duas modalidades de consórcio

Na Tabela 11 estão descritos os resultados médios de estande final de plantas, índice de espigas, número de grãos por espiga, massa de 300 grãos, produtividade de grãos de milho e matéria seca de *U. ruziziensis* em função dos tratamentos empregados.

Constatou-se que nenhuma das variáveis analisadas foi diferente estatisticamente em função dos sistemas de cultivo empregados.

Mesmo em consórcio com a braquiária, independentemente da época em que ocorreu o estabelecimento desta consorciação, a produtividade de grãos não diferiu estatisticamente dos tratamentos sem a forrageira, demonstrando que o consórcio é viável sem prejuízo à cultura produtora de grãos. A mesma interpretação pode ser feita para a produtividade de matéria seca de braquiária, uma vez que não houve diferença significativa entre as épocas em que o consórcio foi efetuado.

Já que não foram encontradas diferenças significativas entre o tratamento 4, padrão do produtor, e os demais, constata-se que a utilização de fonte contendo enxofre na adubação de cobertura nitrogenada dos tratamentos 1, 2 e 3 também não interferiu nos componentes de produção e na produtividade de grãos do milho.

**Tabela 11.** Estande final de plantas, índice de espigas, número de grãos por espiga, massa de 300 grãos, produtividade de grãos de milho e matéria seca de *U. ruziziensis* em diferentes sistemas de cultivo. Presidente Olegário-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Estande Final	Índice Espigas	Grãos Espiga <sup>-1</sup>	Massa de 300 grãos	Produtividade de grãos	Matéria seca de braquiária
	plantas ha <sup>-1</sup>	nº ha <sup>-1</sup>	nº	g	-----kg ha <sup>-1</sup> -----	
Milho + Braquiária Semeadura	68000 a	1,31 a	437 a	107,80 a	8821 a	1857 a
Milho + Braquiária Cobertura	66667 a	1,49 a	443 a	105,36 a	8994 a	2280 a
Milho sem Braquiária	66222 a	1,28 a	488 a	106,22 a	8828 a	
Milho Produtor	66667 a	1,47 a	472 a	101,26 a	9569 a	
DMS	5320	0,21	55,12	10,57	2079	915
CV	4,91	9,51	7,4	6,22	14,1	32,8

Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

## Conclusões

- À exceção do tratamento milho sem braquiária, os espaçamentos longitudinais entre plantas de milho obtidos na área de estudo não atenderam aos critérios da ABNT para plantabilidade;
- As variações na distribuição de plantas de milho ao final do ciclo independeram do consórcio com braquiária, sendo decorrentes de problemas de regulação da semeadora;
- A presença da braquiária em consórcio com semeadura simultânea ao milho ou na época de adubação de cobertura

não afeta a absorção de nutrientes e a produtividade de grãos pelo milho;

- O cultivo de milho com *U. ruziziensis* é uma opção viável para produção de cobertura vegetal (palhada) para compor o sistema plantio direto na região do Alto Paranaíba;
- O manejo da adubação de cobertura, incluindo o fornecimento de enxofre, não influenciou os componentes de produção e a produtividade de grãos do milho;
- A presença de braquiária em consórcio simultâneo na semeadura ou na época de adubação de cobertura não afeta o desenvolvimento do milho e, por consequência, a produtividade de grãos é semelhante ao cultivo exclusivo de milho;
- Não há diferença na época de consorciação para a produtividade de matéria seca de *U. ruziziensis*.

## Considerações Finais

A região do cerrado mineiro, que se caracteriza por altas produtividades, tem sido objeto de preocupações com os aspectos gerenciais da produção, pelos elevados custos que têm afetado a sustentabilidade dos sistemas, comprometendo a competitividade do setor. Como bom exemplo disso, a região de Patos de Minas, aparece como um polo de agricultura empresarial de ponta, com altas produtividades, mas que já demonstra preocupação com o futuro.

Nesta região, predominam lavouras de uso intensivo de tecnologias, onde as altas produtividades têm sido obtidas às custas da utilização de grandes quantidades de insumos, especialmente fertilizantes e defensivos para o controle de pragas e doenças, acarretando aumentos no custo da produção e preocupações com o meio ambiente. O controle químico de insetos-praga e doenças nas lavouras da região é cada vez mais complexo, e mesmo os técnicos mais experientes necessitam de um melhor treinamento no tema.

As avaliações conduzidas nas propriedades e os resultados demonstrados nesta publicação permitem inferir que os princípios das Boas Práticas Agrícolas têm evidenciado situações de lavouras de alto investimento tecnológico em que é possível otimizar o uso de insumos tais como fertilizantes e defensivos, com redução do custo de produção, sem perda de produtividade, resultando em maior rentabilidade ao agricultor e em melhoria da qualidade ambiental.

## Referências

AGROLINK. **Cotações agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br>>. Acesso em: 25 out. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Semeadora de precisão**: ensaio de laboratório/método de ensaio, projeto de norma 04:015.06-004/1995. Rio de Janeiro, 1996. 21 p.

AVILA, L. F.; MELLO, C. R. de; YANAGI, S. de N. M.; SACRAMENTO NETO, O. B. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 4, p. 247-196, 2014.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?** Piracicaba: POTAFOS, 2003. 12 p. Encarte do Informações Agronômicas, n. 101, mar. 2003.

CAMPANHA, M. M.; CRUZ, J. C.; RESENDE, A. V. de; COELHO, A. M.; KARAM, D.; SILVA, G. H. da; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; MARRIEL, I. E.; GARCIA, J. C.; QUEIROZ, L. R.; COTA, L. V.; PIMENTEL, M. A. G.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, P. A.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; COSTA, R. V. da; MENDES, S. M.; QUEIROZ, V. A. V. **Sistema de produção integrada de milho para região Central de Minas Gerais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 74 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 148).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento.

**Acompanhamento da safra brasileira:** grãos: safra 2015/16: sexto levantamento, março 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_03\\_11\\_15\\_20\\_36\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_marco_2016.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2016.

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith).** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, p. 293-296, 1999.

CRUZ, J. C.; CAMPANHA, M. M.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; PIMENTEL, M. A. G.; GONTIJO NETO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; COSTA, R. V. da; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, V. A. V. **Boas práticas agrícolas: milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 119).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 42-53, 2006.

DUARTE, A. P.; CRUZ, J. C. Manejo do solo e semeadura do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul. **Resumos...** Londrina: FAPEAGRO: IAPAR, 2001. p. 45-71.

DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

ESTADO da arte das pastagens em Minas Gerais. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Belo Horizonte: Instituto Antônio Ernesto de Salvo, 2015. 207 p.

FIGUEIREDO, M. L. C. **Interação de inseticidas e controle biológico natural na redução dos danos de *Spodoptera***

***frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho.** 2004. 205 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; FRITSCHENETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, p. 819-828, 2014. Suplemento.

IBGE. **Produção agrícola municipal:** período 2003-2013. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)>. Acesso em: 26 out. 2015.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de. SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 17, p.143-168.

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. da. O cultivo do milho para altos rendimentos. **Seednews**, Pelotas, v. 10, n.3, p. 22-27, 2006.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivo do milho:** plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 76).

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta/RS.** Cruz Alta: FUNDACEP-FECOTRIGO, 1995.134 p.

SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SIMÃO, E. de P. **Características agronômicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas.

TSUNECHIRO, A.; ARIAS, E. R. A. Perspectivas de rentabilidade do milho “safrinha” nas principais regiões produtoras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico, 2005. p. 15-20.

WEIRICH NETO, P. H.; FORNARI, A. J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 171-179, 2015.

## **Literatura Recomendada**

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops**, v. 94, p. 14-16, 2010.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. Plantio. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em:

<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/manejomilho.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm)>. Acesso em: 08 out. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 4, p. 131-141.

SCHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zea mays* L.) na região dos Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 977-980, 2006.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 12, p. 308-310.

