

188

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Dezembro, 2013

Autores

Mônica Matoso Campanha
et al
Engenheira Agrônoma,
Ph.D. em Fitotecnia,
Pesquisadora da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG,
monica.matoso@embrapa.
br

Validação do Sistema de Produção Integrada do Milho

Introdução

Os avanços tecnológicos conseguidos pela pesquisa e aplicados no campo pelo setor produtivo têm permitido aos agricultores brasileiros obter produtividades crescentes nos últimos anos, em grandes extensões de área. Paralelamente, as mudanças econômicas e sociais nos países desenvolvidos e em desenvolvimento vêm configurando um novo modelo de consumo mundial de alimentos. Tal modelo, imposto por consumidores cada vez mais exigentes, demanda que o mercado disponibilize produtos que sejam produzidos dentro de sistemas de produção economicamente viáveis, ambientalmente corretos e socialmente justos, sinalizando como uma oportunidade de agregação de valor aos produtos agrícolas, incluindo o milho. Essa é uma via na qual a busca pelo aumento da competitividade e do lucro deve avançar.

Com vistas a atender tal mercado, o Brasil já estruturou um programa de produção integrada de frutas (PIF), que teve início a partir de 1996 com a produção integrada de maçã. Atualmente, existem normas técnicas definidas de produção integrada para várias espécies de frutas. Entretanto, para o mercado mundial consumidor de grãos, tais exigências iniciaram-se, basicamente, nos últimos anos e vêm se tornando cada vez mais frequentes. Considerando que as instituições brasileiras de pesquisa já geraram e disponibilizaram várias tecnologias que contribuem para a sustentabilidade do sistema produtivo do milho, acredita-se que tais tecnologias, se apropriadas pelos produtores de maneira correta e de forma associada, ou seja, de forma a se complementarem, poderão constituir a base estruturante do programa de produção integrada para a cultura do milho.

Um projeto de Produção Integrada do Milho, coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, foi desenvolvido com o objetivo de implantar um modelo de produção que permita elevar a qualidade do produto para o consumidor interno e mercados externos, com base em uma agricultura sustentável, com controle das etapas do processo produtivo e obtenção de selo de certificação. Como parte do processo, será elaborada a Norma Técnica Específica – NTE para a Produção Integrada de Milho, que terá seu rol de recomendações técnicas validado em campo. A NTE é baseada nas normas básicas de Boas Práticas Agrícolas, e servirá de referencial para a adequação do sistema produtivo das propriedades candidatas ao sistema de certificação oficial em Produção Integrada. Esta publicação apresenta os resultados do acompanhamento e da avaliação das recomendações técnicas em unidades-piloto (UD) instaladas em campo.

Metodologia

Com o objetivo de validar o sistema de Produção Integrada de Milho (PI Milho) foram instaladas cinco unidades-piloto na região central de Minas Gerais, sendo uma no município de Pompéu, uma em Baldim e três em Matozinhos. As propriedades foram selecionadas em função da tradição do produtor no cultivo do milho e da receptividade dos seus proprietários.

A escolha da região central de Minas Gerais para a validação das Normas Técnicas Específicas para a cultura do milho foi devido à facilidade de acompanhamento semanal pelos pesquisadores envolvidos, de forma a monitorarem e validarem todas as tecnologias recomendadas. Além disso, a região apresenta uma diversidade de sistemas, do pequeno produtor ao produtor comercial de grãos.

Os produtores comerciais de grãos normalmente produzem milho e soja em rotação, podendo também envolver outras culturas. São especializados na produção de grãos e têm por objetivo a comercialização da produção. Plantam áreas maiores, utilizam a melhor tecnologia disponível, predominando o sistema de plantio direto. São os grandes responsáveis pelo abastecimento do mercado e, provavelmente, aqueles que primeiro se interessariam pela implantação da Produção Integrada de Milho. O pequeno produtor é caracterizado como aquele produtor de subsistência, em que a maior parte da produção é consumida na propriedade. O nível tecnológico é baixo, envolvendo o uso de semente não melhorada. O tamanho da lavoura é pequeno e é comum a utilização de terceiros para algumas operações, como o preparo de solo e o plantio. Essa produção tem perdido importância no que se refere ao abastecimento do mercado. Além desses tipos de produtores, a região também dispõe de produtores de grãos e pecuária, em conjunto. Neste caso, o agricultor usa um nível médio de tecnologia,

por lhe parecer o mais adequado em termos de custo de produção. É comum o plantio de milho visando à renovação de pastagens. A região produz pouca soja e o milho é a principal cultura. As lavouras são de tamanho médio a pequeno, a capacidade gerencial não é tão boa e muitas vezes as operações agrícolas não são realizadas no momento oportuno, com o insumo adequado ou na quantidade adequada. A qualidade das máquinas e dos equipamentos agrícolas pode também comprometer o rendimento do milho.

Nas unidades-piloto, as tecnologias propostas para a Produção Integrada de Milho (PI) foram comparadas, lado a lado, com o sistema de cultivo adotado pelo produtor (PR). Considerando o sistema de produção em uso pelo produtor, a equipe multidisciplinar envolvida no projeto definiu quais interferências deveriam ser feitas utilizando os preceitos da produção integrada de milho, buscando aumentar a sustentabilidade produtiva do sistema, reduzir o uso de agrotóxicos, consequentemente reduzindo o impacto no ambiente e na saúde dos trabalhadores e consumidores, otimizar o uso de insumos, aumentar a qualidade do produto final (alimentos seguros), sem comprometer ou procurando aumentar a rentabilidade do produtor.

O manejo das unidades-piloto e as interferências que foram feitas estão detalhados a seguir (Tabela 1):

*Na UD 1, em Pompéu, foram feitas interferências na adubação de plantio e de cobertura, no manejo de plantas daninhas e doenças.

*Na UD 2, em Baldim, as alterações foram quanto ao tratamento de sementes e às adubações de plantio e de cobertura.

*Na UD 3, em Matozinhos, foram modificados o manejo de plantas daninhas e a adubação de cobertura.

*Na UD 4 e UD 5, em Matozinhos, somente a adubação de cobertura sofreu interferência.

Tabela 1. Comparativo da utilização de insumos nas unidades-piloto (UD 1 a 5), entre as áreas sob manejo da produção integrada (PI) e sob manejo do produtor (PR).

INSUMO/Quantidade	UD 1		UD 2		UD 3		UD 4		UD 5		
	PI	PR	Red/AU m* (%)	PI	PR	Red/Aum* (%)	PI	PR	Red/AU m* (%)	PI	PR
Dessecação da cultura de cobertura											
-Herbida (L/ha)	2,0	2,0	-	2,0	2,0	-	2,5	2,5	-	-	-
-Calda (L/ha)	200	200	-	200	200	-	100	150	-	-	-
Tratamento de semente											
-Inseticida (L/ha)	0,3	0,3	-	0,3	0	↑100	-	0,5	-	0,5	0,5
Adubação											
-Nitrogênio (N) kg/ha	178,5	158,7	↑12	165	140	↑18	165	144	↑31	262	262
-Fósforo (P ₂ O ₅) kg/ha	72,0	126,2	↓43	90	120	↓25	90	90	-	105	105
-Potássio (K ₂ O) kg/ha	30	90	↓67	30	100	↓70	125	183	↓32	151	93
Manejo de Plantas Daninhas											
-Herbida (mL/ha)	170	250	↓32	500	500	-	240	-	-	-	-
-Herbida (kg/ha)	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	0,03	0,03	0,03
-Herbida (L/ha)	2,5	4,0	↓38	-	-	-	3,0	3,0	-	2,5	2,5
-Calda(L/ha)	200	200	-	200	200	-	100	100	-	150	150
Manejo de Doenças											
-Fungicida (L/ha)	0	0,25	↓100	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0
Manejo de Pragas											
-Inseticida (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7
-Inseticida (L/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5

* redução ou aumento do parâmetro de PI em relação à PR

Unidade-Piloto 1 (UD 1)

Instalada em Pompéu, foi acompanhado um cultivo de milho irrigado por pivô central, no período de novembro de 2010 a abril de 2011. A área total do pivô, de 28 ha, foi dividida ao meio, sendo metade manejada de acordo com as técnicas preconizadas na PI Milho e metade conduzida pelo sistema de produção em uso pelo produtor (PR). O milho foi plantado em sistema plantio direto, em rotação com feijão, sendo realizada a dessecação das plantas remanescentes da cultura anterior, antes do plantio. As recomendações de correção e adubação foram baseadas em análise de solo, efetuadas nos dois sistemas acompanhados - PI e PR, no histórico de produtividade da área, na cultura anterior e na produtividade esperada do milho, adaptadas das sugestões apresentadas em Sousa e Lobato (2004). Não houve necessidade de calagem e as quantidades de macronutrientes aplicadas nas lavouras estão apresentadas na Tabela 1. Foram utilizadas sementes de híbridos simples transgênicos (milho Bt), que foram tratadas com inseticida imediatamente antes do plantio. A densidade de plantio foi de 68.000 plantas por hectare, com espaçamento de 50 cm entre fileiras. A área de refúgio, equivalente a 10% da área da lavoura com sementes não transgênicas, foi plantada dentro da área do pivô, na mesma época de plantio do híbrido transgênico. O manejo de plantas daninhas foi baseado na avaliação visual da predominância dos grupos de plantas espontâneas presentes na área. Os herbicidas foram utilizados conforme a predominância do grupo. Foi feito também o monitoramento periódico da incidência de pragas e doenças nas lavouras. Embora a lavoura, tanto no PI quanto no PR, não apresentasse nenhum sintoma de doença, o produtor decidiu pela aplicação de fungicida, via aérea. Na área da PI não foi aplicado fungicida. A água foi suplementada via irrigação em função do período de dias sem chuvas (veranicos) ou da insuficiência de chuvas durante as fases mais críticas de desenvolvimento da cultura. Em Pompéu,

entre janeiro e fevereiro, meses críticos para a cultura, choveu apenas 11,7% do período, correspondente a 124,5 mm, sendo necessária a suplementação de água para estes dois meses. Nesta unidade, também foi avaliado o impacto ambiental dos cultivos na microbiota do solo. O milho foi colhido para grãos, com a umidade transformada para 13,5% com o intuito de avaliar a produtividade.

Unidade-Piloto 2 (UD 2)

Instalada em Baldim, o milho foi cultivado em sequeiro, de novembro de 2011 a abril de 2012, obedecendo a janela de plantio recomendada pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Foi selecionada uma área de 5 ha para acompanhamento do manejo preconizado pela PI, em uma área total de 15 ha. Nesta UD, o milho foi plantado em sistema de plantio direto, em consórcio com capim braquiária no sistema de integração Lavoura-Pecuária e em rotação com a soja do ano anterior. Foi necessária a dessecação das plantas daninhas, antes do plantio. As recomendações de correção e adubação foram baseadas em análise de solo, efetuadas nos dois sistemas acompanhados - PI e PR, no histórico de produtividade da área, na cultura anterior e na produtividade esperada do milho, adaptadas das sugestões apresentadas em Sousa e Lobato (2004). Não houve necessidade de calagem, uma vez que já havia sido feita calagem para o plantio da soja. A Tabela 1 apresenta as quantidades de macronutrientes aplicadas nas lavouras. Foram utilizadas sementes de híbridos simples transgênicos (milho Bt). As sementes utilizadas na PI foram tratadas com inseticida para controle de insetos-pragas de solos. Na área do produtor (PR), as sementes não foram tratadas com inseticida, pois o produtor optou por fazer inoculação com *Azospirillum brasilense* para fixação biológica do nitrogênio, havendo receio de que o agrotóxico afetasse a sua ação. Tanto a aplicação do inseticida quanto do inoculante foram feitas imediatamente antes do plantio. O espaçamento utilizado foi de 55 cm entre

linhas, com estande de 60.000 plantas/ha. A área de refúgio foi plantada vizinha às áreas de acompanhamento das lavouras transgênicas. O manejo de plantas daninhas foi feito pela avaliação da predominância dos grupos de plantas espontâneas presentes na área. Foi feito também o monitoramento periódico da incidência de pragas e doenças nas lavouras. O milho foi colhido para grãos, com a umidade transformada para 13,5% com o intuito de avaliar a produtividade. Após a colheita, foram feitas análises de resíduos de agrotóxicos e de micotoxinas nos grãos.

Unidade-Piloto 3 (UD 3)

Instalada em Matozinhos, o milho foi cultivado em sequeiro, de novembro de 2011 a abril de 2012, obedecendo a janela de plantio recomendada pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Com área total de 36 ha, foi selecionada uma área de 5 ha para acompanhamento do manejo preconizado pela PI. O milho foi plantado em sistema de plantio direto, sendo realizada a dessecação das plantas daninhas, antes do plantio. Nesta unidade, foi feita a calibração do equipamento para a aplicação de herbicidas dessecantes, mantendo-se essa calibração para uso posterior no manejo de plantas daninhas durante o ciclo. Para os dois sistemas acompanhados - PI e PR - foram feitas adubação e análise de solo para o planejamento da correção, em que se considerou também o histórico de produtividade da área e a produtividade esperada do milho, tendo por base as sugestões apresentadas em Sousa e Lobato (2004). Não houve necessidade de calagem, uma vez que já havia sido feita calagem para o plantio de milho do ano anterior. As quantidades de macronutrientes aplicados nas lavouras estão apresentadas na Tabela 1. Foram utilizadas sementes de híbridos simples transgênicos (milho Bt). As sementes adquiridas pelo produtor já vieram tratadas com inseticida. O espaçamento utilizado foi de 75 cm entre linhas, com estande de 60 mil plantas por hectare. A área de

refúgio foi plantada vizinha às áreas de acompanhamento das lavouras transgênicas. O manejo de plantas daninhas foi feito pela avaliação da predominância dos grupos de plantas espontâneas presentes na área. Foi feito também o monitoramento periódico da incidência de pragas e doenças nas lavouras. O milho foi colhido para grãos, com a umidade transformada para 13,5% com o intuito de avaliar a produtividade. Após a colheita, foram feitas as análises de resíduos de agrotóxicos e de micotoxinas nos grãos.

Unidade-Piloto 4 (UD 4)

Instalada em Matozinhos, foi acompanhado o cultivo de milho irrigado (irrigação suplementar) por pivô central, no período de dezembro de 2011 a abril de 2012. Na metade da área total do pivô (23 ha) foi selecionada uma área de 5 ha para acompanhamento do manejo preconizado pela PI, sendo o restante acompanhado como PR. O milho foi plantado em sistema plantio direto, após um cultivo de milho em rotação com soja. Antes do plantio, foi necessária a dessecação das plantas remanescentes da cultura anterior. As recomendações de correção e adubação foram baseadas em análise de solo, efetuadas nos dois sistemas acompanhados - PI e PR - no histórico de produtividade da área, na cultura anterior e na produtividade esperada do milho, adaptadas das sugestões apresentadas em Sousa e Lobato (2004). Não houve necessidade de calagem e as quantidades de macronutrientes aplicados nas lavouras estão apresentadas na Tabela 1. Foram utilizadas sementes de híbridos simples transgênicos (milho Bt), que foram tratadas com inseticida imediatamente antes do plantio. A densidade de plantio foi de 65.000 plantas por hectare, com espaçamento de 76 cm entre linhas. A área de refúgio, equivalente a 10% da área da lavoura com sementes não transgênicas, foi plantada dentro da área do pivô. O manejo de plantas daninhas foi feito pela avaliação da predominância dos grupos de plantas espontâneas presentes na área. Foi

feito também o monitoramento periódico da incidência de pragas e doenças nas lavouras. A água foi suplementada via irrigação em função do período de dias sem chuvas (veranicos) ou da insuficiência de chuvas durante as fases mais críticas de desenvolvimento da cultura. Em Matozinhos, choveu 972 mm entre dezembro de 2011 e março de 2012, sendo que em dezembro e janeiro choveu 79% do total e em fevereiro, 2%, quando foi necessária a suplementação de água via irrigação. O milho foi colhido para produção de silagem, mas teve sua umidade transformada para 13,5% com o intuito de avaliar a produtividade.

Unidade-Piloto 5 (UD 5)

Instalada também em Matozinhos, o milho foi plantado no período seco, sendo irrigado por pivô central, entre abril e outubro de 2012. A lavoura foi conduzida na ausência de chuvas, sendo que houve aplicação da irrigação durante todo o período, e o total de 440 mm de água foi aplicado, para 88 mm de chuva ocorridos após o plantio. Em 23 ha, que correspondiam à metade da área total do pivô, foram separados 5 ha para acompanhamento do manejo preconizado pela PI, sendo o restante acompanhado como PR. O milho foi plantado em sistema plantio direto, após um cultivo de milho. Não foi necessária a dessecação das plantas daninhas antes do plantio devido ao baixo nível de infestação. As recomendações de correção e adubação foram baseadas em análise de solo, efetuadas nos dois sistemas acompanhados, PI e PR, no histórico de produtividade da área, na cultura anterior e na produtividade esperada do milho, adaptadas das sugestões apresentadas em Sousa e Lobato (2004). Não houve necessidade de calagem e as quantidades de macronutrientes aplicados nas lavouras estão apresentadas na Tabela 1. Foram utilizadas sementes de híbridos simples transgênicos (milho Bt), que foram tratadas com inseticida imediatamente antes do plantio. A densidade de plantio foi de 71.000 plantas por hectare, com espaçamento de 76 cm entre linhas. A

área de refúgio foi plantada dentro da área do pivô. O manejo de plantas daninhas foi feito pela avaliação da predominância dos grupos de plantas espontâneas presentes na área. Foi feito também o monitoramento periódico da incidência de pragas e doenças nas lavouras. O milho foi colhido para grão e teve sua umidade transformada para 13,5% com o intuito de avaliar a produtividade.

Resultados

Avaliação da Utilização de Agrotóxicos

Com relação ao Manejo de Plantas Daninhas, na UD 1, em Pompéu, com o milho no estágio V3/V4, foi verificada a predominância de picão-preto (*Bidens pilosa*) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) da colheita anterior. Nesta unidade, foi verificado um aumento médio de cerca de 35% no uso de herbicidas, na área manejada pelo produtor em comparação à PI (Tabela 1).

Nas UDs 2, 3, 4 e 5, o controle químico para as plantas daninhas foi o mesmo nas duas áreas acompanhadas, PR e PI (Tabela 1). Na UD 2, em Baldim, as principais plantas daninhas encontradas foram corda-de-viola (*Ipomoea sp*), sorgo-alepense (*Sorghum halepense*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum sp*). Na UD 3, as principais plantas daninhas encontradas foram corda-de-viola, picão-preto, cordão-de-frade (*Leonotis nepetaefolia*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). Na UD 4 e na UD 5, as espécies de maior expressividade foram: guiné (capim-colonião), joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), bucho-de-rã (*Physalis sp*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), losna-branca (*Parthenium hysterophorus*), sorgo-selvagem (*Sorghum arundinaceum*), picão-preto, trapoeraba (*Commelina sp*) e corda-de-viola.

No Manejo de Pragas, nas UDs 1, 2, 3, 4 e 5, a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)

foi o principal inseto encontrado, tanto na área PI quanto na área PR, embora não tenha sido verificado, em nenhuma lavoura, ataque significativo de *S. frugiperda* que necessitasse de intervenção, uma vez que o milho transgênico, com presença da toxina *Bt*, proporcionou efetivo controle.

Na UD 1, a área da Produção Integrada (PI) apresentou máximo nível de ataque da lagarta-do-cartucho, de 1,1% de plantas atacadas; a área com manejo do produtor (PR) apresentou nível máximo de 1,8% de ataque; e a área do refúgio, plantada com milho convencional, alcançou uma porcentagem de ataque de 16,5%, menor que o nível de controle estabelecido (20%). Nesta unidade-piloto, as armadilhas instaladas na área de refúgio capturaram no máximo 43 machos adultos de *Spodoptera*, o que, conjugado com a avaliação da porcentagem de ataque, indicou não haver necessidade de controle químico. Foi identificada também, na área da PI, a lagarta-elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), mas com baixa porcentagem de ataque (3,2% das plantas).

Na UD 2, em Baldim, o máximo nível de ataque de *S. frugiperda* encontrado foi 1,5%. Nas coletas realizadas com rede entomológica, algumas espécies de insetos ocorreram em baixa frequência, com populações que não ocasionaram sintomas de danos visíveis nas plantas. As espécies de maior ocorrência foram: cigarrinha-do-milho (*Peregrinus maidis*); mosca-da-espiga (*Euxesta eluta*); diabrotica ou larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*); pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*); cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta* e *Graphocephala coccinea*); e adultos de *Spodoptera frugiperda*. Foi ainda verificada a incidência de lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), mas sem nível significativo de ataque.

Na UDs 3 e 4, foram feitas análises visuais periódicas da incidência de pragas nas

lavouras, sem constatar dano significativo de nenhum inseto.

Na UD 5, houve infestação de cigarrinhas-das-pastagens no início da lavoura, exigindo controle pela aplicação de inseticida, assim como foi necessário o controle de pulgão no estágio de pendramento (30% de pendramento), sendo aplicado tanto na área de PI como PR (Tabela 1).

Com relação ao Manejo de Doenças, o acompanhamento de doenças foliares e sistêmicas nas unidades-piloto foi baseado no monitoramento da presença e da severidade delas nas diferentes fases do ciclo da cultura. Durante a fase vegetativa foram realizadas duas visitas de campo, e a partir do pendramento (VT) foram realizadas avaliações em intervalos de 7 a 10 dias, até a fase de grão leitoso (R3), para avaliar tanto as doenças quanto a necessidade de controle químico.

Nas avaliações, foi detectada uma baixa severidade das doenças foliares localizadas, predominantemente, nas folhas do baixeiro, durante a fase reprodutiva, quando não havia mais necessidade de controle químico. As principais doenças identificadas foram: na UD 1, antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*) e mancha de bipolaris (*Bipolaris sp*); nas UDs 2, 3 e 4 não foram verificadas doenças com ocorrência significativa; na UD 5, foi necessário controle químico para Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) na área de PI e do PR, sendo constatado nível 3 de severidade para essa doença, que indica até 50% das folhas com lesões. Na UD 1, embora não fosse verificado nível de ataque suficiente para controle químico, o produtor fez aplicação de fungicida em sua área de acompanhamento (PR) (Tabela 1).

Avaliação da Produtividade e Custos de Produção

Antes da colheita total efetuada pelo produtor, foram retiradas amostras de cada

área estudada, PI e PR, em cada unidade demonstrativa. Na UD 1, as amostras de milho foram coletadas com 24,4% de umidade média. Na UD 2, o milho foi colhido para grãos, com umidade entre 25 e 30%. Na UD 3, a amostragem de grãos foi feita com média de 26,6% de umidade. Já na UD 4, as plantas de milho foram colhidas para silagem, quando o milho apresentava 46,8% de umidade média. Este teor de umidade foi determinado em estufa e nesta UD a produtividade foi subestimada, pois o milho ainda não tinha atingido a maturação fisiológica. Na UD 5, a média de umidade dos grãos foi de 25,4% para as amostras de milho colhidas para grãos.

Os dados de rendimento dos grãos foram corrigidos para 13,5% de umidade, sendo expressos em kg/ha. Os resultados são apresentados na Tabela 2. As informações sobre os custos foram obtidas junto aos produtores nas respectivas unidades demonstrativas. Foram considerados nesta avaliação apenas os custos dos insumos utilizados nos respectivos cultivos (sementes, adubos e agrotóxicos).

Avaliação de Alimentos Seguros para Consumo

Após a colheita, foram feitas as análises de micotoxinas (fumonisinas e zearalenona) em amostras de grãos de milho colhido nas UDs 2, 3 e 5, e análise para a presença de resíduos de agrotóxicos em amostras colhidas nas UDs 2, 3 e 5, de ambas as áreas (PI e PR). Os grãos colhidos seguiram, sem processamento, da colheita para os laboratórios.

Para avaliar a presença de resíduos dos agrotóxicos, amostras foram encaminhadas à empresa Bioensaios Análises, no Rio Grande do Sul, para análises dos ingredientes ativos utilizados nas lavouras: Atrazina, Carbofurano, Clotianidina, Epoxiconazol, Glufosinato, Imidacloprido, Piraclostrobina, Tiodicarbe. Foram utilizados também os ingredientes ativos Nicossulfurom e Tembotriona, entretanto, os laboratórios contatados não estavam realizando análises para eles.

Os laudos do laboratório indicaram que não houve detecção de nenhum ingrediente ativo analisado, sendo os limites de quantificação

Tabela 2. Comparativo da produtividade e dos custos parciais nas unidades-piloto (UDs 1 a 5), entre as áreas sob manejo da produção integrada (PI) e sob manejo do produtor (PR).

Unidade piloto	Produtividade ¹ (kg/ha)		Red/Aum ² (%)	Custos (R\$/ha)		Red/Aum ² (%)
	PI	PR		PI	PR	
UD 1	12.563	11.411	↑ 10,1	1.050,77	1.266,49	↓ 17,0
UD 2	9.634	8.060	↑ 19,6	1.437,00	1.285,50	↑ 11,8
UD 3	7.363	8.027	↓ 8,3	1.386,10	1.500,70	↓ 7,6
UD 4	10.548	8.840	↑ 19,3	1.696,00	1.495,00	↑ 13,4
UD 5	10.826	10.577	↑ 2,4	1.785,43	1.657,43	↑ 7,7

¹corrigida para 13,5% de umidade

²redução ou aumento do parâmetro de PI em relação à PR

inferiores aos limites máximos de resíduos e contaminantes (mg/kg) definidos pela Instrução Normativa N° 25, de 09/08/2011, e seus anexos. Por esta Normativa (IN25), Nicossulfurom, Tembotriona, Atrazina e Glufosinato não são analisados como resíduos de contaminantes em milho para grãos.

As análises para fumonisinas em milho não processado foram feitas no Laboratório de Micotoxinas da Embrapa Milho e Sorgo. Os resultados estão expressos na Tabela 3.

micotoxinas, sendo que espigas com menor dano podem conferir menor ataque por fungos de campo como o *Fusarium verticillioides* e menor síntese de fumonisinas.

Avaliação de Impacto Ambiental

Na UD 1, com o monitoramento sistemático de doenças implantado pelas diretrizes da Produção Integrada, evitou-se a aplicação de fungicida na área da PI, promovendo uma economia de recursos financeiros e redução dos riscos de contaminação humana e ambiental pelo agrotóxico utilizado.

Tabela 3. Resultados das análises de fumonisina e zearalenona em grãos de milho colhidos nas áreas das unidades-piloto 2 (UD 2), 3 (UD 3) e 5 (UD 5) de Produção Integrada de Milho.

Análise	UD 2		UD 3		UD 5	
	PI ³	PR ³	PI ³	PR ³	PI ³	PR ³
Fumonisinas Totais¹ ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	185	222	490	365	-	435
Zearalenona² ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	20	32	28	4,3	-	20

¹Limite tolerável para milho não processado (ANVISA, 2011): 5000 $\mu\text{g kg}^{-1}$

²Limite tolerável para milho não processado (ANVISA, 2011): 400 $\mu\text{g kg}^{-1}$

³PI = área sob manejo da produção integrada; PR = área sob manejo do produtor

As fumonisinas são micotoxinas produzidas, principalmente, por *Fusarium verticillioides*, as quais são capazes de causar danos à saúde de animais e humanos. Além de fatores genéticos, condições ambientais podem influenciar a incidência de fungos e a produção de micotoxinas.

Foram observados baixos teores de fumonisinas totais e de zearalenonas nas amostras de milho analisadas. Possivelmente, esse resultado seja decorrente do fato de as amostras serem de híbridos de milho geneticamente modificado, que expressam proteínas de *Bacillus thuringiensis* (Bt), as quais conferem resistência a insetos. Para Frizzas (2003), as plantas geneticamente modificadas podem reduzir a incidência de patógenos por causa da redução no dano causado pelos insetos-praga. Esse danos são porta de entrada para fungos produtores de

Na UD 1 também foi avaliado o impacto ambiental na microbiota do solo, na área de PI, na área de PR e na área de refúgio (milho não transgênico). As alterações nos atributos biológicos do solo foram avaliadas em três profundidades (0-10, 10-20, 20-40 cm), utilizando-se como bioindicadores de impactos ambientais as enzimas urease e arginase. As enzimas em questão são importantes na dinâmica e disponibilidade de nitrogênio às plantas. Com base nestes parâmetros, verificou-se que a qualidade biológica do solo não foi alterada significativamente ($p < 0,05$) em função dos sistemas de manejos utilizados nas áreas, independentemente da profundidade de amostragem, para as condições estudadas.

Na UD 3, a manutenção (substituição de pontas de pulverização para pontas compatíveis com a vazão recomendada e troca do manômetro para medição correta da

pressão utilizada) e calibração do equipamento de aplicação de herbicidas, como uma das diretrizes preconizadas pela Produção Integrada, promoveu economia de água durante a aplicação do produto em 50% na área da PI em relação à área do produtor (PR) (Tabela 1). Além disso, propiciou economia de tempo de trabalho; menor movimentação de máquina na área, beneficiando o solo, uma vez que houve menor necessidade de reabastecimento; economia de combustível utilizado na atividade e o benefício da utilização desta vazão calibrada para as aplicações posteriores de herbicidas. Na avaliação dos resultados em campo, não houve diferenciação de controle das plantas daninhas quando da utilização de 200 L/ha (PR) e 100 L/ha (PI) de calda de pulverização.

Considerações Finais

Pelas unidades-piloto acompanhadas, verificou-se que é possível promover a racionalização no uso de insumos, resultando em aumento de produtividade e um menor gasto de agroquímicos. Isto contribui também para menor contaminação do ambiente e do trabalhador, e pode reduzir os custos do processo produtivo.

Os passos descritos na Norma Técnica da Produção Integrada de Milho preconizam, além da racionalização do uso de insumos, a preocupação com o ambiente e com a questão social, estando para tanto inseridos aspectos relacionados à qualificação da mão de obra.

A adoção voluntária das normas para a Produção Integrada poderá contribuir para a sustentabilidade de lavouras de milho, garantindo a qualidade do produto para mercados internos e externos, mediante a rastreabilidade da produção.

Embora os produtores tivessem consciência da necessidade do uso e descarte das embalagens de agrotóxicos, foi verificado que ainda é uma

atividade que pode ser estimulada de acordo com as regulamentações a respeito.

É importante que o produtor compreenda que, mais importante que eventuais reduções de custo e ganhos econômicos, a adoção dos preceitos da Produção Integrada contribuirá para melhorar o gerenciamento do processo produtivo ao longo do tempo e o atendimento das exigências de conformidade, aspectos que passarão a ser mais cobrados diante da perspectiva de o Brasil se tornar um importante *player* no mercado mundial de milho.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À FAPEMIG e CAPES pelo auxílio aos bolsistas BDTI-V e PNPd, respectivamente, que auxiliaram na execução do projeto.

À Embrapa, pela contrapartida e pelo apoio logístico. Aos técnicos e assistentes de campo, que contribuíram no apoio à coleta de dados deste projeto.

À Sra. Zuleica de Campos Machado Reis (*in memoriam*), proprietária da Fazenda Cachoeira do Rio Pardo, por intermédio do Sr. Alexandre Noronha Vidigal; ao Sr. Alysso Paulineli, proprietário da Fazenda Boa Vista, por intermédio do Sr. Miguel Rodrigues Neto; ao Sr. Marcelo Elias Rigueira, proprietário da Fazenda Vista Alegre, por intermédio do Sr. Pedro Bitencourt Pereira; à empresa Fazenda do Riacho Ltda, por intermédio do Sr. Arlindo Marcelo dos Reis, pela disponibilização das áreas e pelo suporte operacional para implantação das unidades-piloto de Produção Integrada.

À Emater/MG, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Evode José dos Santos, pelo auxílio na identificação dos produtores parceiros.

Co-Autores

José Carlos Cruz

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitotecnia e Manejo de Solos, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, josecarlos.cruz@embrapa.br

Álvaro Vilela Resende

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, alvaro.resende@embrapa.br

Antônio Marcos Coelho

Engenheiro Agrônomo, Ph.D em Solos & Agricultura de Precisão, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, antoniomarcos.coelho@embrapa.br

Décio Karam

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Plantas Daninhas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, decio.karam@embrapa.br

Gustavo Henrique da Silva

Engenheiro Agrônomo, Bolsista Fapemig/ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, agrogustavo2003@yahoo.com.br

Israel Alexandre Pereira Filho

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, israel.pereira@embrapa.br

Ivan Cruz

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ivan.cruz@embrapa.br

Ivanildo Evódio Marriel

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Biologia Celular, Pesquisador em Microbiologia da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ivanildo.marriel@embrapa.br

João Carlos Garcia

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Economia da Produção, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, joao.garcia@embrapa.br

João Herbet Moreira Viana

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, joao.herbert@embrapa.br

Luciano Rodrigues Queiroz

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Produção Vegetal, Bolsista CAPES/Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Irodqueiroz@yahoo.com.br

Luciano Viana Cota

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, luciano.cota@embrapa.br

Marco Aurélio Guerra Pimentel

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Armazenamento e Manejo de Pragas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, marco.pimentel@embrapa.br

Miguel Marques Gontijo Neto

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Forragicultura e Pastagem, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, miguel.gontijo@embrapa.br

Paulo Afonso Viana

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, paulo.viana@embrapa.br

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, paulo.albuquerque@embrapa.br

Rodrigo Veras da Costa

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, rodrigo.veras@embrapa.br

Simone Martins Mendes

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, simone.mendes@embrapa.br

Valéria Aparecida Vieira Queiroz

Nutricionista, D.Sc. em Processamento de Produtos de Origem Vegetal, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, valeria.vieira@embrapa.br

Referências

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 7, de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 fev. 2011. Seção 1, p. 66.
- 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. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 148).
- 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).
- FRIZZAS, M. R. **Efeito do milho geneticamente modificado MON 810 sobre a comunidade de insetos**. 2003. 206 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 283-315.

**Circular
Técnica, 188**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027 1100

Fax: (31) 3027 1188

E-mail: cnpms.sac@embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2013): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

**Comitê de
publicações**

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.

Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*

Membros: *Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros.*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro.*

Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*

Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*