



**FÁBIO ANDRADE PADILHA**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE  
INVESTIMENTO TECNOLÓGICO NA REGIÃO DE SETE LAGOAS –  
MG**

**SETE LAGOAS/MG**

**2014**

**FÁBIO ANDRADE PADILHA**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE  
INVESTIMENTO TECNOLÓGICO NA REGIÃO DE SETE LAGOAS –  
MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende**

**Co-orientador: Prof. Dr. Silvino Moreira Guimarães**

**SETE LAGOAS/MG**

**2014**

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

**Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.**

---

Padilha, Fabio Andrade.

Desempenho de híbridos de milho e dois níveis de investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG / Fabio Andrade Padilha, 2014.

72 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São João Del-Rei, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende

1. Zea mays. 2. Produtividade da planta. 3. Performance. 4. Tecnologia. I. Universidade Federal de São João Del-Rei. II. Título.

CDD 633.15

---

**FÁBIO ANDRADE PADILHA**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE  
INVESTIMENTO TECNOLÓGICO NA REGIÃO DE SETE LAGOAS –  
MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende**

**Co-orientador: Prof. Dr. Silvino Moreira Guimarães**

Sete Lagoas, 14 de janeiro de 2014

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Iran Dias Borges (UFSJ)

Dr. Lauro José Moreira Guimarães (Embrapa Milho e Sorgo)

---

Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Fábio Andrade Padilha, nascido em Santa Maria do Suaçuí em 05 de Setembro de 1984. Ingressou no curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri campus Diamantina-MG em fevereiro de 2003, graduou-se em Agosto de 2007. Em maio de 2008, assumiu o cargo de Assistente A na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) unidade de Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, onde trabalha no Banco Ativo de Germoplasma de milho, sorgo e milheto com conservação, multiplicação e regeneração dos acessos dos respectivos bancos e com Fisiologia Vegetal em diversas áreas como encharcamento, tolerância à seca com milho e sorgo, perfilhamento, hormônios para controle de crescimento, etc. Em fevereiro de 2012, ingressou no programa de pós-graduação da Universidade Federal de São João Del-Rei na área de concentração de Produção Vegetal, onde desenvolveu o trabalho de avaliação de cultivares em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Em janeiro de 2013, assumiu o cargo de Analista em Desenvolvimento Regional na Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf), onde, atualmente, desenvolve trabalhos na área ambiental das obras de revitalização do rio São Francisco e como fiscal de obras da Gerência Socioambiental da empresa.

## DEDICATÓRIA

DEDICO à minha mãe Jacinta e ao meu pai Elias,  
pela educação, apoio, confiança e exemplo de vida.

OFEREÇO a Karla,  
pelo incentivo, companheirismo e apoio sempre.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela forma como a tem guiado.

À UFSJ/*Campus* Sete Lagoas, pela oportunidade de realizar o mestrado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

À Embrapa Milho e Sorgo e funcionários, pela possibilidade de realização do trabalho e apoio na condução do experimento que originou esta dissertação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende, pelos conhecimentos compartilhados, ensinamentos, paciência, apoio, confiança e pela oportunidade ímpar que me concedeu.

Aos amigos e colegas Gilberto Ribeiro, Gilberto Pontelo, Adilson, Jean Carlos, Otávio, Itamar, Mônica, Flvia, Paulo César, Déa, Saulo, Magno e toda equipe da mecanização, defensivos e irrigação da Embrapa, pela amizade, apoio e conhecimentos compartilhados.

Ao Gilberto Ribeiro, Gilberto Pontelo e Adilson, pelas conversas, conselhos, paciência e experiências compartilhadas.

Aos colegas Marcio Lourenço, Fábio Rabello, Marcos Aurélio, Ermano, Sérgio, Márcio Pedroso, Ademilson e Rodrigo, pelas trocas de experiências e conversas amigas.

A Flavia, Paulo César e Déa, pela contribuição na minha formação, conselhos e por me apoiarem na realização deste sonho.

A todos os professores da UFSJ, que me deram conhecimento no decorrer do curso, em especial Prof. Dr. Álvaro, Prof. Dr. Silvino e Prof. Dr. José Carlos Rufini, pelo apoio e oportunidade.

Aos Drs. Lauro Guimarães e Iran Borges, pela composição da banca de defesa e contribuições à dissertação e ao Dr. Antônio Carlos Oliveira, pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao Dr. Antônio Álvaro e Dr. Maria José, pela oportunidade.

Aos colegas Tiago Cunha, Lucinete Santos, Fernanda Salles, Pedro Henrique, Silvano, Samuel, Domenico, Bráulio Jordão e Armando Porto, por me ajudarem nos meus primeiros passos na Codevasf e pela experiência compartilhada.

E a milha família, por acreditarem no meu potencial e pelo apoio contínuo.

## SUMÁRIO

## DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE INVESTIMENTO TECNOLÓGICO NA REGIÃO DE SETE LAGOAS – MG.

**RESUMO** - A determinação do potencial de rendimento de híbridos de milho em ambientes distintos fornece subsídios para a melhoria na tomada de decisões de manejo e também para o melhoramento desta cultura. Objetivou-se avaliar o desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho em dois ambientes, estabelecidos com distintos níveis de investimento tecnológico em práticas de manejo agrônomico, na região de Sete Lagoas – MG. Os dois ambientes diferenciaram-se em relação ao manejo do solo com adubos verdes, níveis de adubação mineral, uso de produtos para tratamento de sementes, adubações foliares e uso de pulverização com fungicidas. Foram comparados cinco híbridos experimentais e um comercial da Embrapa, além de quatro híbridos comerciais da iniciativa privada. Em cada ambiente, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Avaliaram-se a produtividade de grãos, componentes de produção, exportação de nutrientes e qualidade de grão. Realizou-se análise de variância conjunta a fim de verificar a existência de interação entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico. Os híbridos II 862, II 873, AG 8088 YH e P 30F53 YH foram mais produtivos, independentemente do nível de investimento tecnológico. O investimento tecnológico em manejo com maior adubação proporciona grãos com teores mais elevados de nitrogênio, o que não se verifica no caso do fósforo e do potássio. As variações na exportação de nutrientes pela colheita são condicionadas principalmente pelas diferenças de produtividade entre os tratamentos. A aplicação de fungicidas durante o ciclo vegetativo do milho não garante menor ocorrência de grãos ardidos, a qual depende da influência de outros fatores.

**Palavras-chave:** milho de alta produtividade; tratos culturais; posicionamento de cultivares; interação genótipo-ambiente; e *Zea mays*

## PERFORMANCE OF MAIZE HYBRIDS AT TWO LEVELS OF TECHNOLOGICAL INVESTMENT IN THE REGION OF SETE LAGOAS – MG

**ABSTRACT** - The determination of the yield potential of maize hybrids in different environments provides subsidies for the improvement in management decision-making and also for the improvement of this crop. The objective of this study was to evaluate the performance of experimental and commercial maize hybrids in two environments, established with different levels of technological investment in agronomic management practices, in the region of Sete Lagoas – MG. The two environments differed in relation to soil management with green manure, mineral fertilizer levels, use of products for seed treatment, foliar fertilization and use of spraying with fungicides. Five experimental hybrids and one commercial hybrid from Embrapa were compared, besides four commercial hybrids of the Private Sector. In each environment, a randomized complete block design was used with four replications. Grain yield was evaluated, as well as yield components, nutrient export and grain quality. An analysis of joint variance was performed, in order to verify the existence of interactions between hybrids and technological investment environments. The hybrids 1I 862, 1I 873, AG 8088 YH and P 30F53 YH were more productive, regardless of the level of technological investment. Technological investment in management with a greater fertilization provides grains with higher levels of nitrogen, which does not occur in the case of phosphorus and potassium. Variations in nutrient export through harvest are mainly conditioned by yield differences between treatments. The application of fungicides during the vegetative cycle of maize does not guarantee a lower occurrence of burning grains, which depends on the influence of other factors.

**Keywords:** high-yield maize; cultural tracts; positioning of cultivars; genotype-environment interaction; *Zea mays*

## LISTA DE TABELAS

**Tabela**

**Pagina**

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o terceiro cereal mais cultivado no mundo (Teixeira & Costa, 2010) tendo importância econômica devido à sua utilização na alimentação humana e animal, sendo o principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos e recentemente vem sendo utilizado na fabricação de biocombustíveis, produção de álcool para bebidas e outros fins industriais (Salla, et al., 2010). No Brasil, em 2012/2013 foram plantados 15,9 milhões de hectares de milho, que resultaram na produção de 81 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2013), contribuindo com aproximadamente 5% do PIB da agricultura brasileira. Apesar de a produtividade do milho no País estar aumentando, ela ainda se encontra aquém do seu potencial, em parte limitada por fatores físicos e químicos do solo (Santos et al., 2005).

A determinação do potencial de rendimento de milho em ambientes diferentes é uma ferramenta importante para a tomada de decisões no manejo e também no melhoramento desta cultura, por possibilitar a identificação dos fatores limitantes. Estes, quando dimensionados, podem levar à definição de estratégias de como superá-los e/ou minimizá-los por meio do manejo adequado das condições ambientais ou mediante seleção e melhoramento genético (Argenta et al., 2003).

A utilização de sistemas de manejo com maior nível tecnológico, caracterizados pelo uso de irrigação, maior aplicação de fertilizantes, incremento na densidade de plantas, redução do espaçamento entre linhas, controle adequado de pragas, plantas daninhas e doenças constitui uma estratégia que pode contribuir para elevar o rendimento de grãos de milho num determinado local (Argenta et al., 2003; Sangoi et al., 2006a). Desta forma, a combinação desses fatores poderá maximizar a exploração dos recursos de cada ambiente, otimizando a produtividade da cultura de uma forma sustentável (Argenta et al., 2003).

Adequar o tipo de cultivar ao nível tecnológico empregado nas propriedades contribui significativamente com a melhoria na eficiência de produção das culturas (Sangoi et al., 2006b), uma vez que as características genéticas das cultivares podem interferir na eficiência de utilização dos recursos do meio (Borém, 1999). De acordo com Sangoi et al. (2006a), o maior investimento em práticas de manejo e insumos incrementa o rendimento de grãos e a margem bruta de lucro na

cultura do milho, independentemente do tipo de cultivar utilizado, entretanto os melhores resultados são obtidos com a utilização de híbridos duplos, triplos e simples em comparação com as variedades de polinização aberta. A maior variabilidade genética das variedades não é garantia de maior lucratividade a produtores com baixa capacidade de investimento em manejo. Por outro lado, a utilização de híbridos simples com alto potencial produtivo mostrou-se economicamente mais vantajosa em sistemas de produção com alto investimento em manejo.

De maneira geral, os melhoristas de milho têm buscado selecionar cultivares em ambientes de alto potencial produtivo, objetivando, com isso, identificar os materiais mais responsivos e com estabilidade de produção. A avaliação de cultivares em diferentes ambientes é importante para que as empresas produtoras de sementes possam melhor posicionar seus híbridos nos diferentes sistemas de cultivo, em relação aos níveis de investimento tecnológico praticado pelos agricultores.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho em dois ambientes de produção, estabelecidos com distintos níveis de investimento tecnológico em práticas de manejo agrônomico.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Fatores associados ao potencial produtivo de lavouras de milho**

Dentre os cereais cultivados no Brasil, o milho é o mais expressivo, com cerca de 81,0 milhões de toneladas de grãos produzidos, em uma área de aproximadamente 15,9 milhões de hectares (CONAB, 2013). Por suas características fisiológicas, possui alto potencial produtivo, já tendo sido obtida no Brasil produtividade superior a  $20,5 \text{ t ha}^{-1}$ , produtividade essa obtida por produtor de sementes em Palmeira das Missões/RS. No entanto, a média nacional de produtividade é baixa, cerca de  $5.087 \text{ kg ha}^{-1}$  na safra e  $5.036 \text{ kg ha}^{-1}$  na safrinha (CONAB, 2014), demonstrando que os sistemas de produção praticados pelos agricultores de milho podem ser ainda aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar.

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela disponibilidade hídrica, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (Cruz, et al., 2011). O clima ideal para expressão do máximo potencial produtivo da cultura do milho deve associar as seguintes características: altas disponibilidades de radiação, temperaturas máximas diurnas entre 25 a 30°C (faixa térmica que otimiza a atividade fotossintética da planta), temperaturas mínimas noturnas entre 15 e 18°C (faixa ideal para minimizar a atividade respiratória, sem comprometer outros processos fisiológicos importantes da planta), amplitude térmica de 12 a 15°C e distribuição pluviométrica regular, principalmente nos períodos de maior demanda hídrica da cultura (Sangoi et al., 2010a).

Outro ponto a se destacar é quanto à fertilidade do solo. Dados médios de experimentos conduzidos por Coelho (2008) dão uma ideia da extração de nutrientes pelo milho e mostram que a extração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) aumentam linearmente com o aumento na produtividade e, ainda, que as maiores exigências da cultura referem-se ao N e K, seguindo-se Ca, Mg e P. Cruz et al. (2009) relatam sobre a necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando a uma produção sustentável. Essa melhoria está geralmente relacionada à rotação de culturas, ao plantio direto e ao manejo da fertilidade, através da calagem, gessagem e adubação equilibrada. A rotação de culturas é uma prática altamente recomendável, visto que seus benefícios para as culturas não se limitam somente ao aumento da produtividade, mas envolvem a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo, bem como a redução na ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, aumentando assim a estabilidade da produção (Franchini et al., 2011).

Outra prática recomendada é o tratamento de sementes, que dá proteção à semente ou plântula, seja pelo efeito direto do produto em contato com insetos pragas, causando sua morte, ou pelo efeito de repelência (Cruz et al., 2011). Adicionalmente, tem-se a utilização de fungicida visando ao controle tanto dos fungos associados às sementes quanto daqueles presentes no solo (Oliveira et al., 2004), contribuindo para o aumento e a estabilidade de produção.

Na busca de altos desempenhos produtivos, o arranjo de plantas na lavoura é uma das práticas de manejo mais importantes para aumentar o rendimento de grãos, já que influencia o

índice de área foliar, o ângulo de inserção foliar e a interceptação da luz incidente por outras partes da planta, principalmente nos extratos inferiores do dossel. O incremento no número de plantas por unidade de área (densidade de plantas) é uma das formas mais fáceis e eficientes de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente, pelas plantas. Para evitar desuniformidade de plantas no estabelecimento da cultura, a semeadura deve ser realizada em condições ideais de solo quanto à umidade, temperatura e ausência de camadas compactadas. Deve-se associar, ainda, boa uniformidade no tamanho das sementes, homogeneidade na profundidade de semeadura e velocidade adequada de realização da operação com semeadora (Sangoi et al., 2010a,b).

Outro fator a ser levado em consideração é a qualidade e o potencial produtivo da semente de milho disponível, no qual se destacam os híbridos simples (Cruz, et al., 2009). Segundo Bison (2003), a obtenção de cultivares híbridas foi a principal causa do espetacular aumento em produtividade de grãos na cultura do milho, possibilitando, mesmo com a redução da área cultivada, atender à demanda crescente por esse cereal observada no último século. O desafio dos melhoristas hoje está em continuar produzindo novos híbridos que possam substituir com vantagens os existentes.

O desenvolvimento de híbridos de milho geneticamente modificados, nos quais foram introduzidos genes específicos que levam à produção de proteínas tóxicas a determinadas ordens de insetos pragas (Peixoto, 2008), aparece como uma dessas alternativas. Tais cultivares trazem um grande potencial de emprego no manejo integrado de pragas (MIP) da cultura. O horizonte potencial de utilização e de benefícios da transgenia é enorme e dinâmico, e tenderá a oferecer mais e melhores alternativas de manejo agrícola sustentável, quanto mais conhecimento científico e técnico a ele for agregado (Loguercio et al., 2002).

Na busca de altas produtividades e de estabilidade de produção, os fatores bióticos que influenciam a cultura do milho devem ser considerados e apropriadamente manejados para manter condições ótimas para bons rendimentos. A ocorrência de doenças, plantas daninhas e insetos pragas, em especial, pode afetar de maneira total ou parcial esse potencial produtivo (Cruz et al., 2009). As doenças destacam-se pela frequência de ocorrência e pelos danos causados no estabelecimento de plântulas, podridões da base do colmo, da espiga e doenças foliares causadas por fungos (Durães, 2007).

## **2.2. Estabelecimento de lavouras de alto potencial produtivo**

Objetivando ambientes com alto potencial produtivo e estabilidade de produção, os técnicos têm empregado diversas práticas agronômicas, dentre elas a construção da fertilidade do solo, o sistema plantio direto, rotação de culturas, práticas culturais (como controle de plantas daninhas, insetos e doenças) e densidade de plantas, visando auferir máxima produtividade.

### **2.2.1. Construção da fertilidade do solo**

Nos últimos anos, a cultura do milho no Brasil vem passando por importantes mudanças tecnológicas, destacando-se a melhoria na qualidade dos solos, relacionada ao manejo adequado da acidez e ao correto uso de fertilizantes (Coelho, 2008).

Segundo Bernardi et al. (2003), a alternativa mais viável para a correção da acidez do solo é a calagem. Os principais efeitos da prática da calagem são a elevação do pH, o suprimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e a diminuição da toxicidade por alumínio (Al) e manganês (Mn). Também promove o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e da disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e molibdênio (Mo). Ao mesmo tempo, a elevação do pH até próximo de 6,0 favorece a mineralização da matéria orgânica, o aumento do volume de solo explorado pelas raízes, a diminuição da fixação de P pelos componentes do solo, a fixação simbiótica do N e a melhoria das propriedades físicas e biológicas do solo. A utilização de corretivos da acidez do solo leva a uma maior produção de matéria seca das culturas, o que resulta em maior aporte de palhada à superfície do solo, além de promover efeito significativo na macroporosidade na camada de 0–20 cm de profundidade (Castro et al., 2011).

Adubações corretivas com P, K e micronutrientes, seguidas de incorporação com arado ou grade, são geralmente necessárias para melhorar a fertilidade no perfil de exploração radicular nas lavouras cultivadas na região do Cerrado, em virtude da característica de baixa fertilidade natural dos solos (Sousa & Lobato, 2004). Uma vez seguidas as recomendações de adubação corretiva, persiste ainda a necessidade de se realizarem as adubações de manutenção para as culturas a cada safra.

Para que possa expressar seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo (Amaral Filho et al., 2005). O fornecimento de nutrientes em doses mais elevadas pode amenizar eventuais perdas de produtividade do milho, decorrentes de elevada competição interespecífica ou de condições de disponibilidade hídrica desfavoráveis (Resende et al., 2008).

A adubação do milho deve ser feita de acordo com a capacidade de investimento do agricultor. Se for aplicar alta tecnologia, deve-se elevar a adubação de base, assim como a adubação de cobertura. Em média tecnologia, podem-se reduzir em parte essas adubações. No caso de um híbrido considerado apropriado para baixa tecnologia, deve-se aplicar uma quantidade de adubo na base, suficiente para que a cultura possa completar o ciclo, e também uma adubação de cobertura, porém em doses bem abaixo daquelas recomendadas para um híbrido de alta tecnologia (Gomes et al., 2006).

Com teores adequados dos demais nutrientes essenciais no solo, o nitrogênio é o nutriente que proporciona os maiores incrementos em produtividade de grãos na cultura do milho (Coelho, 2004). O aumento nas doses de N em cobertura promove acréscimo linear no teor do mesmo na folha, estimativa do teor de clorofila, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos, produtividade e teor de proteína nos grãos de milho (Amaral Filho et al., 2005). Independentemente do tipo de cultivar avaliado (híbrido simples, triplo, duplo ou variedade), os melhores resultados para produção de grãos e peso de matéria seca da parte aérea normalmente são alcançados com maiores doses de N (Carvalho et al., 2011).

Após o nitrogênio, o potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas. Esse nutriente tem grande impacto na qualidade da cultura do milho, exercendo influência positiva sobre o peso individual dos grãos e no número de grãos por espiga. Apesar de não fazer parte de nenhum composto dentro da planta, é muito importante em vários processos bioquímicos (Mengel & Kirkby, 2001 citado por Silva et al., 2011). Apesar de sua grande importância para a cultura, pode não haver incremento na produtividade com a aplicação de potássio, quando os teores do mesmo no solo estão em níveis mais altos (Pavinato et al., 2008).

Outro nutriente que contribui significativamente para a alta produção de milho alcançada no país é o fósforo (Coelho & Alves, 2003). A prática da adubação fosfatada tem implicações na

nutrição mineral da planta, podendo interferir na assimilação e função de outros nutrientes (Araujo et al., 2004).

Os macronutrientes têm diferentes taxas de translocação entre os tecidos (colmos, folhas e grãos). No que se refere à exportação, o P é quase todo translocado para os grãos (77% a 86%), seguido pelo N (70% a 77%), S (60%), Mg (47% a 69%), K (26% a 43%) e Ca (3% a 7%). Isso implica que a manutenção dos restos culturais do milho na lavoura devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada (Coelho & Resende, 2008).

Assim como os macronutrientes, os micronutrientes merecem atenção, pois sua deficiência é comum devido à tendência de cultivos intensivos nas lavouras e pela adaptação de cultivares altamente produtivas, que podem ter maior exigência de micronutrientes (Fageria et al., 2002). As quantidades requeridas de micronutrientes pelas plantas de milho são pequenas. Por exemplo, para uma produção de 9 t de grãos ha<sup>-1</sup>, são extraídos: 2.100 g de ferro (Fe), 340 g de manganês (Mn), 110 g de cobre (Cu), 400 g de zinco (Zn), 170 g de boro (B) e 9 g de molibdênio (Mo). Contudo, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto a deficiência de um macronutriente, como o nitrogênio (Coelho et al., 2002). Desse modo, aplicações de micronutrientes via solo ou em pulverizações foliares são práticas comuns em sistemas de culturas de alta produtividade de grãos no Cerrado.

### **2.2.2. Sistema plantio direto**

A sustentabilidade dos agrossistemas é diretamente influenciada pela forma de manejo dos solos e das culturas (Hernani et al., 1997). O mínimo revolvimento do solo, a rotação de culturas, juntamente com a cobertura permanente do solo, compõem os princípios básicos do sistema de plantio direto (Franchini et al., 2011). A camada de palha sobre a superfície do solo funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protege contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao movimento do excesso de água que não infiltra no solo e impede o transporte de partículas minerais e orgânicas pela enxurrada (Heckler et al., 1998). Com isso, há uma redução da erosão hídrica e sensível diminuição nos custos de produção, graças à eliminação da necessidade de preparo do solo com implementos de discos (Brandt et al., 2006) e correspondente redução no consumo de combustível. Com o passar do tempo, tende a ocorrer um

aumento no teor de matéria orgânica do solo devido à menor taxa de decomposição dos resíduos vegetais quando não há revolvimento, o que aumenta a fertilidade de solos com cargas dependentes de pH, predominantes no território brasileiro (Franchini et al., 2000).

Costa et al. (2003), avaliando o efeito em longo prazo (21 anos) do sistema de preparo convencional e sistema plantio direto (SPD), sobre propriedades físicas da camada de 0-20 cm e rendimento de culturas em um Latossolo Brumo, em Guarapuava (PR), verificaram que as produtividades de soja (18 safras) e de milho (4 safras) foram, respectivamente, 42 e 22 % superiores no SPD, o que, possivelmente, foi reflexo da melhoria na qualidade física do solo.

Nas condições de clima e solo do Cerrado, o emprego de plantio direto sobre a palhada implica o conhecimento e definição das espécies para cobertura, as quais devem ter boa produção de biomassa e ser suficientemente persistentes, para proteção física do solo e disponibilização de nutrientes, nos períodos de excesso ou escassez de água, resultando em benefícios para a cultura principal (Nunes et al., 2006).

### **2.2.3. Rotação de culturas**

A rotação de culturas consiste em alternar espécies vegetais, numa mesma área agrícola. As espécies escolhidas devem ter propósito comercial, de manutenção da matéria orgânica ou recuperação do ambiente. Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa (Embrapa, 2010). Essa prática constitui a base para o sucesso do SPD (Crusciol & Soratto, 2007).

A escolha do melhor sistema para compor um programa de rotação de culturas deve levar em consideração vários fatores, para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo. Deve-se optar por espécies que produzam quantidades elevadas de massa seca de relação C:N elevada e que permitam manejo em que a decomposição é retardada, sendo objetivo também minimizar a ocorrência de pragas, nematoides e doenças (Embrapa, 2010).

Com o adequado aporte de palha no sistema plantio direto, o controle de plantas daninhas pela palha pode ser superior a 90% (Mateus et al., 2004). Outro aspecto de grande importância relacionado à produção de matéria seca pela cultura é a conservação de água. Uma boa cobertura

do solo pode proporcionar a economia de até 10% na quantidade de água disponível no solo devido à redução na taxa de evaporação. Nas condições de solos arenosos, por exemplo, isso pode significar até dois dias a mais de disponibilidade de água, em relação a áreas sem cobertura do solo (Embrapa 2010). Para a cultura do milho, os resíduos de crotalária estão associados a maiores produtividades de grãos, sugerindo uma economia comparativa de fertilizantes nitrogenados. Outra leguminosa de grande importância em sistemas de rotação com o milho é a soja. Sangoi et al. (2006b), avaliando a produção de milho em rotação com a soja, verificaram que os rendimentos de grãos foram mais homogêneos onde o milho foi semeado após um ano de cultivo com soja.

#### **2.2.4. Práticas culturais**

Quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência da cultura, a semente fica exposta por mais tempo a fungos habitantes do solo, que podem causar a sua deterioração ou a morte de plântulas (Henning, 2005). Assim o tratamento de sementes padrão deve ser realizado com produtos de contato e sistêmicos.

A fim de evitar possíveis perdas decorrentes da ação de pragas de solo e da parte aérea, que danificam as sementes e as plântulas, tem-se como alternativa o uso de inseticidas no tratamento de sementes (Martins et al., 2009). Além de ser uma operação segura e ágil, muitas vezes o tratamento das sementes é capaz de proteger a semente e as plântulas contra o ataque inicial de pragas específicas no solo, garantindo o estande e o estabelecimento inicial da cultura (Dan et al., 2012). O tratamento de sementes com inseticidas é uma prática que na maioria dos casos possibilita reduzir o número de aplicações de inseticidas após a emergência da cultura (Menten, 2005).

Considerado como um dos principais gargalos na produtividade do milho em algumas regiões do Brasil, os danos causados por insetos sugadores, devido ao seu ataque nas fases iniciais da lavoura, podem ocasionar aumento de plantas dominadas e redução da população final e, conseqüentemente, redução da produtividade. Dentre os controles disponíveis, o tratamento de sementes com inseticidas neonicotinoides tem-se apresentado como alternativa viável. Para

outras pragas não controladas pelo produto, recomenda-se o uso de inseticidas pertencentes a outros grupos químicos (Hentschke & Nummer, 2006).

Além da adição de inseticidas e fungicidas, o emprego de bioestimulante no tratamento de sementes, como técnica agrônômica para otimizar a produção, é cada vez mais comum (Dourado Neto et al., 2004). Castro et al. (1998) mencionam, como benefício da utilização dos bioestimulantes, o aumento do crescimento e do desenvolvimento vegetal, uma vez que esses produtos estimulam a divisão, a diferenciação e o alongamento celular. Os mesmos autores ainda relatam aumento da absorção e da utilização de água e de nutrientes. Vieira (2001) estudou o efeito de diferentes dosagens do produto comercial Stimulate<sup>®</sup> nas culturas da soja, feijão e arroz, e obteve aumentos expressivos de produtividade quando o produto foi aplicado diretamente sobre as sementes.

Para maximizar a exploração do ambiente, o arranjo das plantas de milho é uma prática de manejo fundamental. A necessidade de incrementar as eficiências de interceptação e de uso da luz solar incidente gerou grandes esforços para desenvolver genótipos mais adaptados a altas densidades de plantas. Atualmente algumas empresas promovem a seleção de híbridos em altas densidades, o que os torna mais tolerantes aos diferentes estresses, permitindo a indicação de densidades de plantas ideal para cada situação. Com isso, outras alterações no arranjo de plantas também se fazem necessárias, como, por exemplo, a redução do espaçamento entre linhas para se obter distribuição espacial mais uniformes entre plantas na área (Sangoi et al., 2010b).

Além das tradicionais adubações realizadas na semeadura e em cobertura, tem-se tornado comum a aplicação de nutrientes por via foliar durante o desenvolvimento vegetativo do milho. A adubação foliar fundamenta-se na premissa de que as folhas das plantas podem absorver nutrientes. Assim como no caso da pulverização das plantas com produtos bioestimulantes, a resposta à aplicação de macro e micronutrientes por via foliar também é muito variável. Mas a possibilidade de aumento da produtividade tem motivado produtores a utilizá-los, principalmente para as culturas do milho e da soja (Ferreira et al., 2007).

Como outro meio de se buscar estabilidade de produção, a grande utilização de sementes transgênicas de milho com a tecnologia Bt mostra que o agricultor brasileiro está sempre disposto a adotar tecnologias que lhe tragam soluções para problemas graves como o ataque de lagartas, reduzindo riscos e aumentando as possibilidades de incrementar sua produtividade, melhorando a

qualidade do produto e a lucratividade (Kuhar, 2011). Considerando a mesma base genética, em 374 locais, esta tecnologia foi responsável pelo incremento de 703 Kg ha<sup>-1</sup> em comparação à versão convencional dos mesmos híbridos (Seleme, 2010). Devido à relativa eficácia no controle das principais pragas-alvo (*Spodoptera frugiperda*, *Diatrea saccharalis* e *Helicoverpa zea*), o uso de sementes de milho geneticamente modificado para controle de pragas da ordem lepidóptera já atingiu 80% da área cultivada de milho na segunda safra de 2011 no Brasil (Omoto et al., 2012).

Outra estratégia que tem sido empregada mais recentemente na cultura do milho é o controle químico de doenças, vários trabalhos têm demonstrado a eficiência dos fungicidas no manejo das doenças foliares e na redução dos danos por elas causados na produtividade do milho (Costa et al., 2012). A partir do ano 2000, uma nova classe de produtos fungicidas tornou-se disponível para produtores de milho, conhecida comumente como estrobilurinas. A aplicação de fungicidas para o manejo de doenças do milho é recomendada em situações de elevada severidade, que são resultantes da combinação dos seguintes fatores: uso de genótipos suscetíveis; condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças; plantio direto sem rotação de culturas; e plantios sucessivos de milho na mesma área (Costa & Cota, 2009).

Atualmente, em alguns casos, tem-se tornado economicamente viável o uso de fungicidas triazóis e suas misturas com estrobilurinas, e também com benzimidazóis em sistemas de produção de média e alta tecnologia, o que pode contribuir para assegurar o potencial produtivo dos híbridos (Duarte et al., 2009). Alguns fungicidas do grupo das estrobilurinas são reconhecidos por apresentarem também um efeito de promoção do crescimento de plantas, os quais resultam em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, retenção de clorofila, atraso na senescência foliar (“efeito verde”), aumento na atividade antioxidante e aumento de produtividade (Costa et al., 2012).

### **2.3. Posicionamento de cultivares de milho de acordo com o potencial ambiental ou nível tecnológico**

Em uma economia globalizada e de alta competitividade, a busca por maior eficiência na produção tem sido constante em toda cadeia produtiva. Isso é especialmente importante para o agricultor que tem por objetivo obter a máxima produtividade com o menor custo de produção,

para que sua atividade se torne competitiva e sustentável (Cruz et al., 2009). O potencial produtivo de uma cultivar é um dos primeiros aspectos considerados pelos agricultores na compra de sementes. Entretanto, a estabilidade de produção, que é determinada em função do seu comportamento dos cultivos em diferentes locais e anos, também deve ser considerada. Cultivares estáveis são aquelas que, ao longo dos anos e dentro de determinada área geográfica, têm menor oscilação de produção, respondendo à melhoria do ambiente (ou anos mais favoráveis) e não tendo grandes quedas de produção nos anos mais desfavoráveis.

Os híbridos simples são potencialmente mais produtivos que os híbridos triplos, duplos e as variedades de polinização aberta, apresentando maior uniformidade de plantas e espigas (Cruz et al., 2011). Além disso, podem apresentar maior estabilidade e adaptabilidade de produção, independente do sistema de manejo adotado, conforme constatado por Sangoi et al. (2006a).

No Rio Grande do Sul, Sangoi et al. (2003) propuseram três níveis tecnológicos para a cultura do milho: baixo, médio e alto nível de manejo, objetivando expectativas de rendimento de grãos  $< 3$ , de  $3$  a  $6$  e  $> 6$  t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As práticas culturais recomendadas em cada nível de manejo, variando a cultivar utilizada, quantidade e época de aplicação de fertilizante, densidade de semeadura, irrigação e espaçamento entre linhas, visavam maximizar técnica e economicamente o desempenho da cultura, conciliando o potencial genético da cultivar ao potencial do ambiente de produção e à capacidade de investimento do agricultor. Ao estudarem híbridos e variedades de polinização aberta em diferentes níveis de manejo em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, Sangoi et al. (2006b) observaram que no nível de manejo médio o rendimento de grãos não diferiu entre as cultivares no município de Eldorado do Sul, nos dois anos agrícolas avaliados. Em Lages, no entanto, o rendimento dos híbridos (simples e duplo) superou a variedade nos dois anos agrícolas. Esses autores destacaram que a menor variabilidade genética dos híbridos em relação à variedade não aumentou a sua vulnerabilidade a condições desfavoráveis de manejo, uma vez que, no segundo ano agrícola, em Lages, ocorreram doenças foliares de forma mais intensa na variedade de polinização aberta que nos híbridos.

Um ambiente caracterizado como de alto nível de manejo engloba o uso de maior densidade de plantas e conseqüentemente menor espaçamento entre linhas, maiores doses de fertilizantes, realização de irrigação e maior intensidade de controle de pragas e moléstias (Sangoi et al., 2006b). Argenta et al. (2003) obtiveram produtividades de  $3,0$  a  $15,0$  t ha<sup>-1</sup> em

Eldorado do Sul e de 3,2 a 15,9 t ha<sup>-1</sup> em Lages, dependendo do sistema de produção adotado, sendo tanto mais altos os rendimentos de grãos quanto maior o investimento em manejo, nos dois locais avaliados. Os autores constataram que o maior investimento em práticas de manejo e insumos incrementa o rendimento de grãos e a margem bruta da cultura do milho. Concluíram também que a maior variabilidade genética das variedades de polinização aberta não é garantia de maior margem bruta de lucro a produtores com baixa capacidade de investimento em manejo.

Com base nesses estudos, constata-se que a utilização de híbridos simples com alto potencial produtivo é economicamente vantajosa em sistemas de produção com elevado investimento em manejo (Sangoi et al., 2006a). Em geral, com a utilização de práticas destinadas a otimizar a performance da cultura, os híbridos simples são mais responsivos que os duplos e as variedades de polinização aberta (Sangoi et al., 2006b).

O milho vem atingindo ganhos substanciais de produtividade nos últimos anos no Brasil. A explicação para isso está na combinação de fatores como desenvolvimento de uma genética superior, cujos híbridos apresentam maior índice de resposta ao uso de tecnologias, e práticas de manejo aprimoradas para a cultura (Peixoto, 2011). A capacidade de adaptação às diferentes regiões, tipos de solo, níveis de fertilidade, épocas de semeadura, altitude, tolerância às doenças e às pragas, além de outras características agrônômicas, que são condicionadas à genética de cada híbrido de milho.

Com o objetivo de se obterem híbridos cada vez mais produtivos e com estabilidade de produção, independente do sistema de manejo adotado, as empresas produtoras de sementes conduzem ensaios em rede para seleção dos híbridos em diversas localidades, épocas e condições de manejo. Na Embrapa Milho e Sorgo, o programa de melhoramento realiza a seleção de seus híbridos seguindo a seguinte metodologia: são testados grande quantidade de híbridos em três ambientes. Destes, são selecionados os melhores em produtividade e com boas características agrônômicas (altura de planta e de espiga, resistência ao acamamento, ciclo, resistência a doenças e estabilidade de produção), os quais são plantados em quinze locais diferentes. Na fase seguinte, os trinta melhores, levando em consideração os critérios descritos acima, são avaliados em grande número de ambientes (40 a 50 locais) nos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), que são obrigatórios para registro de cultivares junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Os oito melhores híbridos daquele VCU são avaliados num segundo ano. Com os

resultados da média de produtividade do segundo VCU, são selecionados cerca de dois a três híbridos por ano, com potencial para serem lançados no mercado de sementes.

Os ensaios nacionais são experimentos de rede em que um conjunto de híbridos ou variedades é avaliado para se fazerem as recomendações de genótipos. No Brasil, o ensaio nacional de milho, coordenado pela Embrapa, é realizado nas regiões Centro, Sul e Norte/Nordeste. Em cada região, os híbridos são divididos em ciclo precoce/normal e superprecoce e, dentro de cada ciclo, em altitudes de até 700 e acima de 700 metros. O número de locais em que são realizados os ensaios varia ao longo dos anos. Estes ensaios são conduzidos normalmente em ambientes com maior potencial produtivo, mas como são diferentes locais, estão sujeitos a fatores adversos como veranicos, manejo de plantas daninhas e/ou controle de insetos inadequados, o que pode baixar as médias de produtividade. São realizados, geralmente, por empresas produtoras de sementes que querem verificar o desempenho de seus híbridos ou variedades em diversos locais do país e compará-los com os materiais de outras empresas (Guimarães, 2013).

Algumas empresas realizam pesado investimento nessa etapa de posicionamento de cultivares e no “marketing” associado. Detalham aspectos como densidade ideal de plantas em cada época de semeadura (cedo ou tarde), recomendam aplicação de fungicidas de acordo com o local de cultivo para cultivares que têm problemas com qualidade de grãos, fazem sugestão de utilização de outros híbridos para diversificar a genética nos talhões de cultivo, dentre outras informações para o manejo das lavouras pelo agricultor.

Em função da diversidade de fatores que condicionam a resposta de cultivares de milho ao manejo em diferentes regiões e sistemas de cultivo, justificam-se também os estudos que comparam diferentes níveis de investimento tecnológico aplicados numa mesma condição edafoclimática. Essa abordagem permite discriminar a responsividade de genótipos e também os ganhos de produtividade devido às práticas culturais adotadas num dado local. A região de Sete Lagoas, Minas Gerais, não tem se enquadrado dentre aquelas propícias às maiores produtividades de milho no País e, em parte, o ajuste local de práticas de manejo fitotécnico, atualmente disponíveis ao produtor, poderá contribuir para que as cultivares possam melhor expressar seu potencial genético. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho em dois ambientes de produção, estabelecidos

com distintos níveis de investimento tecnológico em práticas de manejo agrônomo, em latossolo da área experimental da Embrapa Milho e Sorgo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos campos experimentais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo), em Sete Lagoas, MG, localizada a 19°28'30" de latitude S, 44°15'08" de longitude W e 732 m de altitude. A área experimental é constituída de Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso (Embrapa, 1999) e vinha sendo utilizada com rotação de culturas sob sistema de plantio direto, na sequência soja, milho e soja no verão dos anos agrícolas de 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente, com pousio nas entressafras. As condições médias de fertilidade do solo, antes da instalação do experimento são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela - Condições médias de fertilidade do solo na área experimental, na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento. Sete Lagoas- MG, safra 2012/2013.**

Atributo	Valor	Atributo	Valor
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	3,4	Soma de bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,9
pH em água	6,1	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,7
Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	0,0	Saturação por bases (%)	54,9
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,7	B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,9
P Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	16	Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,9
K (mg dm <sup>-3</sup> )	96	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	23,6
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	4,5	Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	46,0
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	1,2	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	3,9

\* Análise granulométrica: areia = 130 g kg<sup>-1</sup>; silte = 210 g kg<sup>-1</sup>; e argila = 660 g kg<sup>-1</sup>.

O presente estudo constitui-se da avaliação do desempenho de 10 híbridos de milho para produção de grãos, em dois ambientes diferenciados pelo nível de investimento tecnológico na cultura, considerando alto e médio investimentos. Foram comparados cinco híbridos simples

experimentais e um híbrido simples comercial da Embrapa, todos não transgênicos, e quatro híbridos simples transgênicos comerciais de empresas privadas (Tabela 2).

**Tabela - Híbridos de milho avaliados. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

<b>Híbrido</b>	<b>Transgênico</b>	<b>Observação</b>
II 862	Não	Híbrido simples experimental, Embrapa
II 873	Não	Híbrido simples experimental, Embrapa
II 923	Não	Híbrido simples experimental, Embrapa
II 931	Não	Híbrido simples experimental, Embrapa
II 953	Não	Híbrido simples experimental, Embrapa
BRS 1055	Não	Híbrido simples comercial, Embrapa
AG 8088 YH	Sim	Híbrido simples comercial, Monsanto
DKB 390 VTpro	Sim	Híbrido simples comercial, Monsanto
Pioneer 3646 H	Sim	Híbrido simples comercial, Pioneer
Pioneer 30F53 YH	Sim	Híbrido simples comercial, Pioneer

Para cada ambiente, o delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de oito linhas de seis metros de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. Como parcela útil, consideraram-se três das linhas centrais, deixando-se um metro nas extremidades como bordadura.

Para se iniciar o estabelecimento do ambiente de alto investimento tecnológico, em agosto de 2012 foram feitas aplicações a lanço de 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 200 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 429 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de magnésio e 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR 10 (Tabela 3), com o objetivo de se elevar a condição de fertilidade em relação aos nutrientes contidos nestas fontes. Após a aplicação desses fertilizantes, fez-se uma subsolagem a cerca de 25 cm de profundidade. Posteriormente, em setembro de 2012, foi realizado o cultivo irrigado de crotalária e milheto consorciados como plantas de cobertura, objetivando produção de biomassa (palhada) e adubação verde. Esse cultivo foi efetuado apenas no ambiente de alto investimento tecnológico. Quarenta e seis dias após o plantio das culturas de cobertura, as mesmas foram dessecadas e picadas, mantendo-se a palhada sobre o solo.

Antes da semeadura, cada ambiente foi dividido em quatro blocos, nos quais foram realizadas coletas de solo para caracterização das condições de fertilidade nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Em cada bloco, retiraram-se amostras compostas de 5 amostras simples na linha

de plantio da cultura anterior e 5 nas entrelinhas. As amostras assim coletadas foram analisadas conforme metodologias para diagnóstico da fertilidade descritas em Silva (2009).

Para o ambiente de médio investimento tecnológico, as sementes de milho foram tratadas de forma tradicional, com uma solução contendo fungicida Metalaxyl-M + Fludioxonil, inseticida Bifenthrin, corante e água. Já para o ambiente de alto investimento tecnológico, utilizou-se a mesma solução descrita acima, acrescida ainda do fungicida Thiram + Carboxin e do inseticida Thiamethoxam, além de uma solução fertilizante com Cobalto + Molibdênio e um bioestimulante à base de Giberelina + Auxina + Citocinina (Tabela 3). O tratamento das sementes foi feito no dia anterior à semeadura.

A adubação de base foi feita com a aplicação, no sulco de semeadura, de 260 e 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 08-28-16 para os ambientes de médio e alto investimento, respectivamente (Tabela 3), conforme regulagens disponíveis na semeadora que foi utilizada para essa finalidade. Os híbridos de milho foram semeados manualmente no mesmo local dos sulcos de adubação, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade equivalente a 75 mil sementes ha<sup>-1</sup>, no dia 31 de outubro de 2012.

Dez dias após a semeadura foi feita a aplicação de Atrazina, Tembotriona e óleo vegetal para o controle de plantas invasoras. Em ambos os ambientes e para todos os híbridos (transgênicos ou não), foram feitas três aplicações de inseticidas para controle de lagartas, em V2 (duas folhas expandidas com o colar visível, conforme escala indicada por Magalhães e Durães, 2006), V5 e V6, com produtos à base de Metomil, Cipermetrina e Metomil, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela - Práticas culturais/insumos adotados nos ambientes de cultivo de milho com alto ou médio investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Práticas agrônômicas/ insumos	Ambiente de alto investimento tecnológico	Ambiente de médio investimento tecnológico
Manejo de solo e adubação		
Superfosfato simples	100 kg ha <sup>-1</sup>	-
Cloreto de potássio	200 kg ha <sup>-1</sup>	-
Óxido de magnésio	429 kg ha <sup>-1</sup>	-
FTE BR 10	50 kg ha <sup>-1</sup>	-
Subsolagem	+	-
Milheto + Crotalaria (adubação verde e palhada)	+	-
Adubação de base 08-28-16 (+1,8%Ca; 1,0%S; 0,3%B)	500 kg ha <sup>-1</sup>	260 kg ha <sup>-1</sup>
Ureia (45% N)	200 kg ha <sup>-1</sup>	200 kg ha <sup>-1</sup>
NPK 20-00-20	350 kg ha <sup>-1</sup>	-
Sulfato de amônio (20%N; 24%S)	200 kg ha <sup>-1</sup>	-
Mastermins Zn <sup>®</sup> foliar (14%N; 6,0%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 4,0%K <sub>2</sub> O; 0,1%B; 1%Mn; 0,05%Mo; 5%Zn)	2,5 L ha <sup>-1</sup>	-
Biozyme TF <sup>®</sup> foliar (1,73%N; 5%K <sub>2</sub> O; 0,08%B; 0,49%Fe; 2,1%S; 2,45%Zn; 1,0%Mn; 3,5%Co)	2,0 L ha <sup>-1</sup>	-
Tratamento de sementes		
Fungicida: Maxim XL <sup>®</sup> (Metalaxyl-M + Fludioxonil) 125 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	+
Inseticida: Starion <sup>®</sup> (Bifenthrin) 1,6 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	+
Fungicida: Vitavax-Thiran <sup>®</sup> (Thiram + Carboxin) 250 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	-
Inseticida: Cruiser <sup>®</sup> (Thiamethoxam) 1000 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	-
Fertilizante: Quimifol CoMo Plus <sup>®</sup> (Cobalto + Molibdênio) 625 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	-
Bioestimulante: Stimulate <sup>®</sup> (Giberelina + Auxina + Citocinina) 1000 mL 100 kg <sup>-1</sup>	+	-
Manejo fitossanitário		
Herbicida: Atrazina Nortox <sup>®</sup> (Atrazina) 3L ha <sup>-1</sup>	+	+
Herbicida: Soberan <sup>®</sup> (Tembotriona) 200 mL ha <sup>-1</sup>	+	+
Inseticida: Lannate <sup>®</sup> (Metomil) 500 mL ha <sup>-1</sup>	+	+
Inseticida: Cipertrin <sup>®</sup> (Cipermetrina) 50 mL ha <sup>-1</sup>	+	+
Inseticida: Lannate <sup>®</sup> (Metomil) 500 mL ha <sup>-1</sup>	+	+
Fungicida: Priori Xtra <sup>®</sup> (Azoxystrobin + Ciproconazol) 300 mL ha <sup>-1</sup>	+	-
Fungicida: Opera <sup>®</sup> (Piraclostrobina + Epoxiconazol) 750 mL ha <sup>-1</sup>	+	-

No ambiente de médio investimento foi realizada apenas uma adubação de cobertura em V4 com 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% de N), distribuídos em filete nas entrelinhas. No ambiente de alto investimento, além dessa primeira cobertura, efetuaram-se mais duas adubações, com 350 kg ha<sup>-1</sup> de formulado NPK 20-00-20 em V5 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio (20% de N e 24% de S) em V6 (Tabela 3). Para as plantas cultivadas nesse ambiente, foram feitas também pulverizações com um fertilizante foliar em V5 (14% de N; 6,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 4,0% de K<sub>2</sub>O; 0,1% de B; 1,0% de Mn; 0,05% de Mo; e 5,0% de Zn) e outro em V7 (1,73% de N; 5,0% de K<sub>2</sub>O; 2,1% de S; 0,08% de B; 0,49% de Fe; 1,0% de Mn; 2,45% de Zn; e 3,5% de carbono orgânico).

Ainda no ambiente de alto investimento tecnológico, foram feitas duas aplicações preventivas de fungicidas, em V8 com Azoxystrobin + Ciproconazol, e no pré florescimento (V18) com Piraclostrobina + Epoxiconazol (Tabela 3).

Os mesmos procedimentos amostrais já descritos para caracterização da fertilidade do solo nos blocos foram repetidos após a colheita do experimento, objetivando monitorar o “status” da fertilidade ao longo do tempo nos dois ambientes. No florescimento, foram coletadas folhas abaixo e opostas à espiga principal, em 10 plantas por parcela útil. O material vegetal foi seco, moído e posteriormente analisado de acordo com métodos descritos em Malavolta et al. (1997) para determinação dos teores de macro e micronutrientes.

Após a maturação fisiológica, foram colhidas as espigas de três linhas de quatro metros na área útil das parcelas. As demais avaliações realizadas foram: estande final; plantas dominadas; plantas quebradas e acamadas; notas de empalhamento e decumbência de espiga; número de espigas; número de grãos por espiga; peso de espigas; peso de 100 grãos; produtividade de grãos; teor de nutrientes nos grãos; exportação de N, P e K nos grãos; percentagem de peso de grãos ardidos; e percentagem de número de grãos ardidos.

Foram consideradas acamadas as plantas que se desprenderam do solo formando um ângulo menor de 10° com o mesmo e consideradas quebradas as plantas que tiveram o colmo quebrado abaixo da espiga.

O número de grãos por espiga foi estimado a partir de uma amostra de cinco espigas por parcela, das quais foram contados o número de fileiras e o número de grãos de duas dessas fileiras. A produtividade de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

O empalhamento foi avaliado de acordo com a seguinte escala de notas (CIMMYT, 1985): 1 – espiga completamente empalhada; 2 – pequena abertura da palha na ponta da espiga, sem expor o sabugo; 3 – sabugo exposto na ponta da espiga; 4 – presença de grãos expostos na ponta da espiga; e 5 – ampla exposição de grãos com ampla abertura da palha. Para a avaliação da decumbência foi utilizada uma escala de notas variando também de 1 a 5, sendo 1 para a total decumbência da espiga e 5 para as espigas não decumbentes (Costa et al., 2012). As determinações da percentagem de número e percentagem de peso de grãos ardidos foram feitas de acordo com os procedimentos utilizados por Costa et al. (2011).

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância conjunta para verificar a existência de interação entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico. Utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para a comparação de tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas empregando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Fertilidade do solo**

Parte do contraste de potencial produtivo entre os dois ambientes pode ser atribuído aos diferentes níveis de investimento em adubação e consequente modificação na disponibilidade de nutrientes no solo. Essa diferenciação dos ambientes teve início com a aplicação de adubações corretivas com P, K, Mg e micronutrientes, objetivando incrementar os teores dos mesmos no solo das parcelas com alto investimento tecnológico. Pode-se verificar, na tabela 4, que esse procedimento promoveu elevação nos teores dos nutrientes aplicados, quando comparado à condição inicial apresentada na tabela 1. As quantidades de nutrientes recomendadas na adubação têm aumentado nos últimos anos em razão do incremento da expectativa de produtividade de grãos de milho. Para atingir altos rendimentos, é necessário que os nutrientes sejam colocados à disposição da planta em proporções satisfatórias já a partir da semeadura (Mundstock & Silva, 2005).



Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	8,4	5,4	3,7	3,3
---------------------------	-----	-----	-----	-----

Dentre os macronutrientes analisados na camada de 0 a 20 cm de profundidade, K e Mg passaram da classificação de bom para muito bom e os demais já se encontravam nesta classe (Tabelas 1 e 4), de acordo com os critérios de interpretação de Alvarez V. et al. (1999). Os acréscimos nos teores de K e Mg também contribuíram para a elevação da saturação por bases no ambiente de alto investimento tecnológico. O milho apresenta forte resposta à adubação potássica, expressando elevada capacidade de absorção, embora menos de um terço do K acumulado na planta seja exportado com a colheita dos grãos. Depois do nitrogênio, o potássio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo milho. Nos solos do Brasil Central, a quantidade de potássio naturalmente disponível é normalmente baixa e a adubação produz resultados significativos. Aumentos de produção de 100%, com a adição de 120 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, são comuns em solos não adubados anteriormente (Coelho et al. 2002).

Para o fósforo, que é um dos nutrientes que mais limita a produtividade em solos de cerrado, houve um aumento de aproximadamente 23% no teor disponível no solo com a adubação corretiva no ambiente de alto investimento, em comparação ao ambiente de médio investimento tecnológico, na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 4). O aumento da disponibilidade deste nutriente tem efeito direto e positivo sobre a produtividade. As crescentes produtividades de milho alcançadas no país somente são conseguidas com suprimento de P em quantidades compatíveis com a demanda da cultura e, normalmente, aplicações mais pesadas de fosfatos são requeridas (Coelho & Alves, 2003).

As práticas de adubação corretiva são amplamente recomendadas para a construção da fertilidade no perfil de exploração radicular. Esse procedimento é particularmente importante nos solos da região do Cerrado, por serem originalmente ácidos e com baixos teores de nutrientes em formas disponíveis às plantas, de modo que considerável investimento tem que ser feito para torná-los adequados à exploração com cultivos de alta produtividade (Lopes et al., 2007). No presente estudo, as adubações corretivas contribuíram para elevar os teores (P e K) e equilibrar os níveis de alguns nutrientes (Mg) no solo, permitindo obter um ambiente de fertilidade diferenciada.

Constata-se, pela análise da tabela 5, considerável depleção da fertilidade do solo após a colheita do experimento. Daí a importância das adubações de manutenção, pois grande parte dos nutrientes contidos no solo e aplicados nas adubações corretivas e de manutenção (adubações de plantio e cobertura) foi exportada nos grãos e uma outra parte ficou retida na palhada. Assim, a reposição de nutrientes ao longo dos cultivos não pode ser relegada, mesmo considerando-se que a palhada será mineralizada e uma parcela dos nutrientes poderá retornar ao solo, com a manutenção dos restos culturais do milho na lavoura.

**Tabela - Condições de fertilidade do solo nos ambientes de produção com diferentes níveis de investimento tecnológico, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, após a colheita do experimento. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Atributo	Investimento Tecnológico			
	Alto	Médio	Alto	Médio
	Profundidade : 0-20 cm		Profundidade: 20-40 cm	
Matéria Orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	3,9	3,8	3,4	3,3
pH em água	6,4	6,3	6,0	6,0
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0
H+Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	3,6	4,0	4,7	4,9
P Mechlich <sup>-1</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	19	18	10	9
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	138	93	81	41
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,6	4,4	3,7	3,2
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,0	0,8	0,7	0,5
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,0	5,4	4,6	3,8
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,6	9,4	9,3	8,7
Saturação por bases (%)	63	58	49	44
Saturação por alumínio (%)	0	0	0	0,0
B(mg dm <sup>-3</sup> )	1,2	0,9	1,4	0,9

Cu(mg dm <sup>-3</sup> )	0,6	0,6	0,6	0,7
Fe(mg dm <sup>-3</sup> )	17	18	20	20
Mn(mg dm <sup>-3</sup> )	13	12	8	7
Zn(mg dm <sup>-3</sup> )	5,4	4,0	2,9	1,6

De acordo com as mensurações realizadas por Wrobel et al. (2012), do total de nutrientes encontrados na parte aérea do milho, os grãos maduros exportam 64,15% do N, 57,36% do P, 20,68% do K, 30,51% do Ca e 23,72% do Mg. Esses valores demonstram que grande parte do K, Ca e Mg extraídos pela cultura retorna ao solo pela decomposição da palhada, porém a maior parte do N e do P absorvidos são exportados com a colheita dos grãos. Assim, principalmente K e Ca têm na ciclagem dos restos culturais um importante componente a ser considerado no manejo da adubação (Coelho, 2006; Ueno et al., 2011).

Quanto maior a carga de nutrientes que se fornece à cultura, maior será sua produção e, conseqüentemente, a extração e exportação de nutrientes do solo (Ueno et al., 2011). Logo, quando se comparam as tabelas 4 e 5, percebe-se que caso não sejam efetuadas adubações objetivando repor os nutrientes exportados pelas colheitas, o solo se tornará cada vez menos produtivo, inviabilizando a busca por altas produtividades ao longo de safras sucessivas.

#### **4.2. Produtividade de grãos e componentes de produção**

As produtividades obtidas de acordo com as combinações de tratamentos variaram de 10.632 a 15.187 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (Tabela 6). Não houve efeito de interação entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico sobre a produtividade (Anexo I - Tabela 1). Verificaram-se diferenças entre híbridos, mas o “ranking” foi o mesmo nos dois ambientes. A melhoria da fertilidade do solo associada às práticas diferenciadas de tratamento de sementes, adubação foliar e pulverização de fungicida no ambiente de alto investimento tecnológico proporcionaram produtividades superiores em relação ao ambiente de médio investimento. Na média dos híbridos, a diferença de produtividade entre os ambientes foi de 2 t ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Sangoi et al. (2006b), ao constatarem que investimentos crescentes em práticas

de manejo resultaram em aumento no rendimento de grãos de cultivares de milho nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Merece destaque o fato de as plantas de milho cultivadas sob maior investimento tecnológico terem antecipado o florescimento masculino e feminino em cerca de dois dias a menos em relação àquelas que se desenvolveram no ambiente de médio investimento (Anexo II - Tabela 1). Uma maior precocidade, sem perda de potencial produtivo, é situação desejável em condições de lavoura, pois acaba por constituir-se num fator de redução de risco da cultura.

**Tabela - Produtividade de grãos e peso de espigas despalhadas (kg ha<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Produtividade de espigas		Média de híbridos		Média de híbridos		
	Investimento tecnológico		Alto	Médio	Alto	Médio	
	Alto	Médio					
1I 862	18000	15433	13205 a		14100	12310	13205 a
1I 873	18833	16033	13899 a		15078	12721	13899 a
1I 923	17442	14483	12414 c		13575	11253	12414 c
1I 931	17842	15317	12795 b		13823	11766	12795 b
1I 953	16467	13575	12128 c		13160	11096	12128 c
BRS 1055	16758	13833	11704 c		12777	10632	11704 c
AG 8088 YH	18033	16067	13997 a		15125	12868	13997 a
DKB 390 VTpro	17642	15133	12846 b		13603	12089	12846 b
P 3646 H	18125	15475	13033 b		13826	12241	13033 b
P 30F53 YH	19400	15733	13941 a		15187	12695	13941 a
Média de ambientes	1	16481			12996		
	7854						
	A						
	1510						

	8 B
CV (%)	7,47

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os híbridos que apresentaram maior produtividade foram II 862, II 873, AG 8088 YH e P 30F53 YH, com cerca de 13.000 kg ha<sup>-1</sup> na média dos dois níveis de investimento tecnológico. Entretanto, em termos absolutos, os híbridos II 873, AG 8088 YH e P 30F53 YH alcançaram produtividades superiores a 15.000 kg ha<sup>-1</sup> no ambiente de alto investimento (Tabela 6). Esses resultados demonstram o elevado potencial produtivo e a boa estabilidade desses híbridos, pois, independente do nível tecnológico empregado, eles lideraram o “ranking”. Martinelli et al. (2012), estudando a estabilidade de 26 híbridos comerciais e pré-comerciais em 11 regiões do Brasil Central na safrinha de 2011, também verificaram estabilidade de produção em parte dos materiais avaliados.

Dentre os híbridos mais produtivos no presente estudo, existem dois materiais experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, os quais apresentaram médias estatisticamente iguais às de cultivares de empresas privadas com grande participação no mercado de sementes. O híbrido experimental II 873 produziu mais de 15.000 kg ha<sup>-1</sup> sob alto investimento tecnológico, o que o qualificaria para possível lançamento comercial, considerando o aspecto de potencial de rendimento de grãos nas condições deste estudo.

Os tratos culturais adotados no maior investimento tecnológico influenciaram as variáveis relacionadas aos componentes de produção do milho. As médias para peso de espigas despalhadas nos dois ambientes diferiram estatisticamente entre si. Também houve variação significativa do peso de espigas entre cultivares, na média dos dois níveis de investimento tecnológico, sendo que os três híbridos mais produtivos renderam acima de 17.000 kg ha<sup>-1</sup> de espigas (Tabela 6). Isto provavelmente se deve ao maior comprimento e diâmetro das espigas e maior peso dos sabugos. Gonçalves Jr. et al. (2008) observaram incremento significativo no peso médio do sabugo quando as doses de N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O foram aumentadas de 30:100:50 para 60:200:100 kg ha<sup>-1</sup>. Machado et al. (2008), avaliando híbridos em 15 ambientes na região sul de Minas Gerais, constataram tendência de relação direta entre peso de espigas e peso de grãos, como também verificado no presente estudo.

Para o número de espigas, constataram-se efeitos significativos para híbridos, ambientes de investimento tecnológico e a interação híbridos x ambientes (Anexo I - Tabela 1). O híbrido II 923 foi o que produziu maior número de espigas por hectare (tabela 7). No entanto, isso não se refletiu em maior produtividade de grãos, uma vez que esse híbrido não foi agrupado entre os mais produtivos. Sua maior prolificidade não foi um fator favorável, pois as espigas produzidas foram pequenas e de baixo peso, o que pode ter sido decorrente de menor adaptação ao arranjo de plantas empregado, com 75.000 sementes em linhas espaçadas de 0,5m). Por sua vez, a maioria dos híbridos mais produtivos (II 873, AG 8088 YH e P 30F53 YH) tendeu a apresentar menor índice de espigas (Tabela 7), evidenciando a falta de relação da produtividade de grãos com o número de espigas e a prolificidade no presente estudo.

**Tabela - Número de espigas (espigas ha<sup>-1</sup>) e índice de espigas (espigas planta<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Número de espigas		Média de híbridos	Média de índice de espigas
	Investimento Tecnológico			
	Alto	Médio		
II 862	88750 bA	85000 bA	86875 b	1,3 b
II 873	78750 cA	79167 cA	78958 c	1,1 d
II 923	108333 aA	93750 aB	101042 a	1,4 a
II 931	89167 bA	81250 cB	85208 b	1,2 c
II 953	76667 cA	72917 cA	74792 c	1,1 d
BRS 1055	81250 cA	72083 cB	76667 c	1,2 c
AG 8088 YH	78750 cA	74583 cA	76667 c	1,1 d
DKB 390 VTpro	73333 cA	76250 cA	74792 c	1,1 d
P 3646 H	78333 cA	79583 cA	78958 c	1,1 d
P 30F53 YH	76250 cA	77083 cA	76667 c	1,1 d
Media de ambientes	82958 A	79167 B	81062	1,2
CV (%)	6,58			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O número de grãos por espiga variou conforme a cultivar, mas não foi afetado pelos níveis de investimento tecnológico em manejo (Anexo I - Tabela 1) e apresentou pouca relação com a produtividade (Tabela 8). Tal resultado diverge dos obtidos nos trabalhos de Gonçalves Jr. et al.

(2008), que verificaram aumento na quantidade de grãos por espiga e no peso de grãos com a elevação do nível de adubação, e de Balbinot Jr. et al. (2005), que constataram que as cultivares de maior produtividade possuíam número mais elevado de grãos por fileira nas espigas.

Para o peso de 100 grãos, houve significância da interação entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico, bem como para esses fatores isoladamente (Anexo I - Tabela 1). As médias de peso de 100 grãos nos ambientes de alto e médio investimento tecnológico foram de 34,5 g e 31,7 g, respectivamente. Na interação, apenas duas cultivares não apresentaram aumento no peso de 100 grãos devido ao maior investimento tecnológico em manejo (Tabela 8). O aporte extra de K no ambiente de alto investimento pode ter contribuído para incrementar o peso de 100 grãos, pois, segundo Silva et al. (2011), trata-se de um nutriente que tem grande impacto na qualidade do milho, exercendo influência positiva sobre o peso individual dos grãos. Argenta et al. (2003) relataram em seu trabalho que os valores para peso de 1000 grãos foram maiores nos sistemas destinados a potencializar o rendimento da cultura do milho. Contudo, apesar das diferenças observadas entre cultivares em cada ambiente (Tabela 8), a variável peso de 100 grãos não se mostrou fortemente relacionada à produtividade no presente estudo (Tabela 9).

**Tabela - Número de grãos por espiga e peso de 100 grãos (g) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Número de grãos por espiga		Peso de 100 grãos		Média de híbridos	
	Investimento Tecnológico		Investimento Tecnológico			
	Alto	Médio	Alto	Médio		
II 862	627	649	638 a	33,9 cA	28,4 eB	31,1 e
II 873	617	579	598 b	36,0 bA	32,8 cB	34,4 c
II 923	497	484	490 d	33,0 cA	32,9 cA	32,9 d
II 931	460	439	449 e	40,3 aA	36,7 aB	38,5 a
II 953	524	523	523 d	37,4 bA	34,7 bB	36,1 b
BRS 1055	570	595	583 b	31,0 dA	28,8 eB	29,9 e
AG 8088 YH	637	656	647 a	31,2 dA	28,4 eB	29,8 e
DKB 390 VTpro	569	535	552 c	35,0 cA	31,7 dB	33,3 c
P 3646 H	558	580	569 c	33,0 cA	31,6 dA	32,2 c
P 30 F53 YH	597	602	599 b	33,8 cA	31,2 dB	32,5 d
Média de ambientes	566	564	34,5A	31,7B		33,1
CV (%)		3,82		5,86		

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela - Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias de produtividade de grãos, peso de espigas, número de espigas, número de grãos por espiga e peso de 100 grãos de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico.**

	Produtividade	Peso de espigas	Nº de espigas	Nº de grãos por espiga	Peso de 100 grãos
Produtividade	1	0,97**	0,11	0,32	0,29
Peso de espigas		1	0,17	0,22	0,35
Nº de espigas			1	-0,37	0,15
Nº de grãos por espiga				1	-0,65**
Peso de 100 grãos					1

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

De acordo com os resultados da análise de correlação entre os componentes de produção e a produtividade de grãos (Tabela 9), observa-se que apenas o peso de espigas apresentou relação direta e positiva com a produtividade. É importante ponderar que o número de grãos por espiga e peso de 100 grãos, embora tenham apresentado baixa correlação com a produtividade, são componentes que acabam por integrar o peso de espigas.

Lopes et al. (2007) reportaram que a seleção de espigas com maior número de grãos e maior peso de 100 grãos tem efeito direto sobre o aumento do peso de grãos por espiga nos híbridos simples de milho. No estudo de Balbinot Jr. et al. (2005), os dois componentes que mais influenciaram a produtividade foram o número de grãos por fileiras e o peso de 100 grãos.

Para o estande final de plantas, obteve-se interação significativa entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico (Anexo I - Tabela 1). Contudo, para a maioria dos híbridos, o estande não diferiu em função do nível de investimento tecnológico, fazendo com que as médias dos dois ambientes se iguallassem (Tabela 10). É interessante notar que o estande médio dos materiais da Embrapa tendeu a ser menor que a média das cultivares das outras empresas, com valores de 68.970 e 71.719 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Cinco dos híbridos da Embrapa são materiais experimentais, cujos procedimentos de produção de sementes em pequenas quantidades não contemplam os protocolos utilizados em escala comercial para garantia de padrão e vigor dos produtos a serem entregues ao agricultor. Esse fator pode ter influenciado tal diferença de estande.

Todas as plantas com espigas foram colhidas manualmente na área útil das parcelas, incluindo as plantas acamadas e quebradas. Todavia, como na colheita mecanizada a plataforma da colhedora opera suspensa à meia altura, as avaliações de acamamento e quebramento de plantas são aspectos importantes quando se comparam genótipos de milho, razão pela qual os dados obtidos no experimento serão aqui apresentados e discutidos. O número de plantas acamadas por hectare foi significativamente afetado pela interação e pelos efeitos isolados de híbridos e ambientes de investimento tecnológico (Anexo I - Tabela 2). Alguns dos híbridos que apresentaram maior estande final também apresentaram maior percentagem de plantas acamadas e quebradas (Tabela 10). Para Sangoi et al. (2000, 2001), a utilização de estandes muito adensados pode ser problemática, mesmo para híbridos que respondam em produtividade, em virtude de a menor sustentabilidade das plantas favorecer seu acamamento ou quebramento.

Dentre os quatro híbridos mais produtivos, o P 30F53 YH apresentou menor incidência de acamamento, diferindo estatisticamente dos outros três mais produtivos (AG 8088 YH, II 862 e II 873) na média dos dois níveis de investimento tecnológico (Tabela 10). No desdobramento da interação, verifica-se que as diferenças de susceptibilidade ao acamamento entre os híbridos somente se expressaram no ambiente de menor tecnologia. Na média dos dez híbridos, o maior investimento tecnológico em manejo promoveu redução do índice de acamamento de plantas.

**Tabela - Estande final (plantas ha<sup>-1</sup>) e plantas acamadas (plantas ha<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Estande final		Plantas acamadas		Média de híbridos	
	Investimento Tecnológico		Investimento Tecnológico			
	Alto	Médio	Alto	Médio		
II 862	63958 cB	67500 cA	65729 d	0 aB (0,0)*	2292 aA (3,4)	1146 a (1,7)
II 873	73333 aA	70000 bB	71667 b	0 aB (0,0)	2083 aA (3,0)	1042 a (1,5)
II 923	70977 aA	70208 bA	70592 b	0 aB (0,0)	2292 aA (3,3)	1146 a (1,6)
II 931	72917 aA	72917 aA	72916 a	208 aB (0,3)	2500 aA (3,4)	1354 a (1,9)
II 953	68125 bA	67500 cA	67813 c	0 aB (0,0)	833 bA (1,2)	417 b (0,6)
BRS 1055	63333 cB	66875 cA	65104 d	208 aA (0,3)	625 bA (0,9)	417 b (0,6)
AG 8088 YH	72500 aA	72292 aA	72396 a	0 aB (0,0)	3750 aA (5,2)	1875 a (2,6)
DKB 390 VTpro	71042 aA	71042 bA	71042 b	0 aA (0,0)	625 bA (0,9)	313 b (0,4)
P 3646 H	72708 aA	73125 aA	72917 a	208 aA (0,3)	0 bA (0,0)	104 b (0,1)
P 30F53 YH	71667 aA	69375 cA	70521 b	417 aA (0,6)	625 bA (0,9)	521 b (0,7)
Média de ambientes	70083	70070	1563 B (2,2)		833 (1,2)	
CV (%)	50	2,	125,			

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\*Valores entre parênteses indicam o percentual em relação ao estande final.

O comportamento quanto ao número de plantas acamadas é um ponto positivo importante para o híbrido P 30F53 YH. Nas condições do experimento, se a colheita fosse mecanizada, haveria diferença mais acentuada de produtividade deste híbrido em relação aos demais. Para o AG 8088 YH, por exemplo, cujo peso médio de grãos por espiga foi de 192,81g, a perda de produtividade referente a uma média de 1.875 plantas ha<sup>-1</sup> acamadas representaria 361 kg ha<sup>-1</sup> (7,2 sacas ha<sup>-1</sup>) a menos.

As possíveis explicações para o menor acamamento de plantas no ambiente de alto investimento tecnológico podem estar associadas ao tratamento de subsolagem realizado antes do plantio de milho e crotalária como plantas de cobertura na entressafra em 2012. Um maior desenvolvimento do sistema radicular em profundidade pode ter conferido maior sustentação às plantas. Há também de se considerarem os efeitos da adubação mais reforçada nesse ambiente, no qual as plantas exibiram caules mais robustos e, conseqüentemente, menos suscetíveis ao tombamento ou quebra. Na literatura, é ressaltado o papel do adequado suprimento de potássio na resistência das culturas ao acamamento, sobretudo quando da utilização de altas doses de nitrogênio (Malavolta et al., 1997; Taiz & Zeiger, 2004; Coelho, 2005; Castoldi et al., 2011).

Houve efeito significativo de híbridos e ambientes de investimento tecnológico sobre o número de plantas quebradas (Anexo I - Tabela 2). De maneira análoga ao que foi observado para a variável acamamento, o maior nível de investimento tecnológico reduziu o quebramento de plantas (Tabela 11). Dentre os híbridos mais produtivos, o AG 8088 YH apresentou a menor média de plantas quebradas, diferindo estatisticamente do P 30F53 YH, II 873 e II 862. Este último, um híbrido com maior altura de planta e de espiga (Anexo III - Tabela 1), foi o que apresentou maior índice de quebramento, o que possivelmente também reflete sua baixa adaptação ao arranjo e população de plantas mais densas utilizados no experimento. Casagrande & Fornasiere Filho (2002) relataram que o acamamento e quebramento podem estar ligados à maior altura de inserção da espiga, característica que torna a planta mais suscetível a esses problemas.

**Tabela - Plantas quebradas (plantas ha<sup>-1</sup>) e plantas dominadas (plantas ha<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Plantas quebradas		Média de híbridos		Média de híbridos	
	Investimento Tecnológico	Alto	Médio	Média de híbridos		
				Alto	Médio	
II 862	15833 (21,8)*	19792 (29,3)	17813 a (27,1)	1667 (2,6)	1667 (2,5)	1667 (2,5)
II 873	7917 (10,8)	11458 (16,4)	9688 b (13,5)	1875 (2,6)	1458 (2,1)	1667 (2,3)
II 923	2292 (3,2)	2708 (3,9)	2500 c (3,5)	1484 (2,1)	1250 (1,8)	1367 (1,9)
II 931	8333 (11,4)	6042 (8,3)	7188 b (9,9)	1250 (1,7)	1875 (2,6)	1563 (2,1)
II 953	4792 (7,0)	2500 (3,7)	3646 c (5,4)	1875 (2,8)	1875 (2,8)	1875 (2,8)
BRS 1055	2917 (4,6)	3333 (5,0)	3125 c (4,8)	2708 (4,3)	2083 (3,1)	2396 (3,7)
AG 8088 YH	833 (1,1)	4792 (6,6)	2813 c (3,9)	1667 (2,3)	2708 (3,7)	2188 (3,0)
DKB 390 VTpro	625 (0,9)	5417 (7,6)	3021 c (4,3)	1250 (1,8)	1875 (2,6)	1563 (2,2)
P 3646 H	2500 (3,4)	2083 (2,8)	2292 c (3,1)	1458 (2,0)	1875 (2,6)	2708 (3,7)
P 30F53 YH	4583 (6,4)	11043 (15,9)	7813 b (11,1)	1875 (2,6)	1250 (1,8)	1563 (2,2)
	5063					
	B (7,4)					
	6917 A					
Média de ambientes	(10,0)	5990 (8,7)			1856 (2,7)	
CV (%)	56,03					

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\*Valores entre parênteses indicam o percentual em relação ao estande final.

O aporte mais limitado de nutrientes no ambiente com menor investimento em manejo pode ter tornado os híbridos de milho mais sujeitos ao acamamento e quebramento à medida que ocorreu a translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos (Magalhães et al., 1998; Sangoi et al., 2001). Esses autores alertam que plantas com diâmetro de colmo reduzido e um maior direcionamento de fotoassimilados e nutrientes do colmo para os grãos fragiliza a estrutura de sustentação da planta, aumentando o risco de quebra e acamamento. Duarte et al. (2003), ao estudarem as concentrações de nutrientes em colmo, folhas e espigas de cinco cultivares de milho, concluíram que com a remobilização para o desenvolvimento das espigas houve redução da proporção de nutrientes acumulados nos órgãos vegetativos, especialmente N, P, S e Zn. Apesar de propiciar produtividade média de quase 12 t ha<sup>-1</sup>, esse processo fisiológico deve ter enfraquecido os colmos e facilitado sua ruptura quando os híbridos se desenvolveram em condição de fertilidade mais restritiva no ambiente de médio investimento tecnológico. Caso se tratasse de uma lavoura comercial nessas mesmas condições de manejo, com colheita mecanizada, certamente haveria prejuízo à produtividade devido às espigas caídas que ficariam fora do alcance da plataforma da colhedora.

Há de se considerar também a influência do fator genético na ocorrência tanto de plantas acamadas quanto quebradas. Ao que parece, esse fator contribuiu para o comportamento contrastante verificado entre alguns dos híbridos avaliados no presente estudo (Tabelas 10 e 11). Gomes et al. (2010), estudando 85 genótipos de milho em diferentes locais, verificaram que uma das linhagens avaliadas apresentava boa resistência ao quebramento do colmo e ao acamamento e, portanto, possuía alelos que conferem essa resistência. Segundo esses autores, a resistência ao acamamento e ao quebramento interage significativamente com locais e a seleção desses caracteres deve ser realizada com base em médias de experimentos com repetições em diversos ambientes.

Finalmente, um outro fator que poderia ter contribuído para o menor número de plantas quebradas e acamadas no ambiente com alto investimento tecnológico foram as aplicações de fungicidas, que podem ter condicionado um efeito preventivo sobre as doenças do colmo. Entretanto, não se verificou ocorrência visual expressiva de doenças, mesmo naqueles tratamentos que não receberam pulverizações fungicidas.

A ocorrência de plantas dominadas é uma característica indesejável numa lavoura de milho, pois essas são pouco produtivas ou mesmo improdutivas. No presente estudo, a análise de variância não evidenciou efeito significativo das fontes de variação sobre o número de plantas dominadas (Anexo I - Tabela 2).

#### **4.3. Uso e exportação de nutrientes**

Os dados de teores nos grãos e de exportação dos macronutrientes primários (N, P e K) estão apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14. Entre os tratamentos, verificaram-se teores de N, P e K nos grãos variando de 12,7 a 15,3; 1,7 a 2,3; e 2,6 a 4,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. De modo geral, esses valores encontram-se abaixo das faixas de valores levantadas na literatura por Sousa & Lobato (2004), as quais correspondem a 17 a 23; 4 a 6; e 4 a 7 g kg<sup>-1</sup> para esses nutrientes, respectivamente. Com base nos dados de Coelho & França (1995), para a produção de 10,15 t ha<sup>-1</sup> de grãos, pode-se estimar teores nos grãos de 16,0; 3,5; e 3,9 g kg<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente. Destes, apenas para o teor de K há concordância, enquanto os valores de N e P situam-se acima dos intervalos observados para os híbridos no presente estudo. Entretanto, os resultados ora encontrados se aproximam dos valores médios calculados por Resende et al. (2012) em levantamento de trabalhos publicados no Brasil a partir de 1995, correspondentes a 15,7; 3,1; e 3,7 g kg<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente. Pode-se afirmar, portanto, que existe uma tendência de teores mais baixos desses nutrientes nos grãos de milho em experimentos conduzidos mais recentemente, o que provavelmente tem relação com o avanço do melhoramento genético no sentido de se buscarem híbridos mais produtivos e eficientes no uso dos fatores de produção.

Ferreira (2009) relatou que, quanto menor o grau de melhoramento genético, maior foi o teor de N e P encontrado nos grãos de cultivares de milho e, portanto, o melhoramento tem proporcionado diminuição da concentração de determinados nutrientes nos grãos e uma provável melhoria na eficiência de uso desses nutrientes pela cultura. Isso é vantajoso ao agricultor, visto que o uso de cultivares modernas acaba por potencializar o aproveitamento e retorno financeiro da adubação, o que assume especial importância para os produtores com menor capacidade de investimento em fertilizantes. Todavia, naquele trabalho, não se verificou influência do incremento no potencial genético das cultivares sobre o teor de K nos grãos de milho.

Foi constatada ausência de interação entre híbridos e ambientes de investimento tecnológico para os teores de N, P e K nos grãos (Anexo I - Tabelas 2 e 3). Houve efeitos isolados de híbridos e de ambientes para N e apenas de híbridos para os teores de P e K (Tabelas 12, 13 e 14). Assim, somente no caso do nitrogênio a maior adubação incrementou significativamente os teores do nutriente nos grãos, os quais permaneceram mais constantes para fósforo e potássio nos dois ambientes de cultivo. É interessante notar que, na média dos ambientes, dentre os quatro híbridos mais produtivos, apenas o P 30F53 YH foi capaz de manter teores significativamente mais altos de N e P nos grãos (Tabelas 12 e 13).

De acordo com Amaral Filho et al. (2005), o aumento nas doses de N em cobertura promove acréscimo linear no teor do nutriente na folha, estimativa do teor de clorofila, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos, produtividade e teor de proteína nos grãos de milho. Maiores teores de N nos grãos correspondem a maiores teores de proteína (Ferreira et al., 2001), promovendo assim benefício para os compradores destes grãos devido à sua melhor qualidade nutricional.

**Tabela - Teor nos grãos (g kg-1) e exportação de nitrogênio (kg ha-1) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de N nos grãos		Média de híbridos	Média de híbridos		
	Investimento Tecnológico			Alto	Médio	
	Alto	Médio				
II 862	14,6	13,1	13,8 b	189	149	169 b
II 873	13,9	12,7	13,3 c	193	148	171 b
II 923	15,0	13,8	14,4 a	188	143	165 b
II 931	15,0	13,9	14,4 a	191	152	171 b
II 953	14,2	12,8	13,5 c	173	130	152 c
BRS 1055	15,3	13,8	14,5 a	180	135	158 c
AG 8088 YH	14,6	13,0	13,8 b	203	154	179 a
DKB 390 VTpro	14,1	12,8	13,4 c	177	142	159 c
P 3646 H	14,7	13,0	13,8 b	187	147	167 b
30 F53 YH	14,8	13,7	14,3 a	207	160	184 a
Média de ambientes	14,6 A	13,2 B	13,9		168	
CV (%)	7,28					

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A análise de variância indicou a ocorrência de efeitos isolados de híbridos e de ambientes de investimento tecnológico sobre a exportação de N, P e K (Anexo I - Tabelas 2 e 3). Em parte, as variações nas quantidades de nutrientes exportadas podem ser atribuídas às diferenças de produtividade entre tratamentos. Os níveis de exportação desses macronutrientes (Tabelas 12, 13 e 14) seguiram as tendências verificadas para os teores nos grãos, estando aquém dos encontrados na literatura. Para um rendimento de 10 t ha<sup>-1</sup> de grãos, Hiroce et al. (1989), citados por Mundstok & Silva (2005), reportam que foram exportados 227, 46 e 76 kg de N, P e K, respectivamente. Para esse mesmo rendimento, os valores médios de exportação indicados por Ritchie et al. (2003) corresponderiam à remoção de 156; 48; e 51 kg N, P e K, respectivamente. Estabelecendo-se um paralelo, a exportação baseada nos dados médios do presente experimento seria de apenas 139, 20 e 34 kg de N, P e K, respectivamente, para uma produtividade de 10 t ha<sup>-1</sup>. Por essas comparações reforça-se a ideia de que, ao desenvolver novas cultivares, o melhoramento genético vem promovendo ganhos de eficiência no uso dos nutrientes ao longo do tempo.

A eficiência de uso é definida como a quantidade de grãos produzida por unidade de nutriente suprido à cultura (Magalhães, 2013). Mas o que se constata no presente estudo é que, para a faixa de produtividades relativamente altas obtidas, independente do maior ou menor investimento em fertilizantes, a colheita dos grãos removeu proporcionalmente menos nutrientes da área de cultivo, contrastando com o que é relatado na literatura para níveis de produtividade inferiores. De qualquer modo, o fato de híbridos com produtividades similares apresentarem diferenças estatisticamente significativas quanto aos teores e exportação de nutrientes nos grãos denota que há influência do componente genético na resposta das plantas de milho. Em princípio, genótipos produtivos e com menores demandas de nutrientes são mais vantajosos aos produtores, pois seu cultivo resulta em maior retorno ao que foi investido em adubação. Por outro lado, genótipos que apresentam bom rendimento e mantêm teores mais elevados de nutrientes nos grãos podem ser vantajosos do ponto de vista de qualidade nutricional, como parece ser o caso do híbrido P 30F53 YH, que além de produtivo apresenta grãos com maiores concentrações de N e P (Tabelas 12 e 13).

**Tabela - Teor nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e exportação de fósforo (kg ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de P nos grãos		Exportação de P		Média de híbridos	
	Investimento Tecnológico		Investimento Tecnológico			
	Alto	Médio	Alto	Médio		
II 862	1,9	1,8	1,9 b	25	20	23 b
II 873	1,9	1,9	1,9 b	26	22	24 b
II 923	1,7	1,9	1,8 b	21	20	20 b
II 931	1,8	1,9	1,9 b	23	21	22 b
II 953	2,1	2,1	2,1 a	25	22	24 b
BRS 1055	2,3	2,2	2,2 a	27	21	24 b
AG 8088 YH	2,0	2,0	2,0 b	27	24	26 a
DKB 390 VTpro	2,0	2,0	2,0 b	25	22	23 b
P 3646 H	2,1	2,1	2,1 a	27	24	25 a
30 F53 YH	2,0	2,2	2,1 a	29	25	27 a
Média de ambientes	2,0	2,0	26 A	22 B		24
CV (%)	7,74		11,61			

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em virtude do aporte extra de nutrientes nas adubações, e especialmente das maiores respostas produtivas dos híbridos, o ambiente de alto investimento tecnológico em manejo propiciou médias de exportação mais elevadas de todos os macro e micronutrientes avaliados, exceto o cálcio (Tabelas 12, 13, 14 e Anexo IV - Tabelas 1 a 7). Em geral, a literatura informa que a maior parte do N, P e S absorvidos pelas plantas de milho são exportados nos grãos, enquanto grande parte do K, Ca, Mg e micronutrientes ficam retidos na palhada e retornam ao solo com a decomposição dos restos culturais (Fancelli & Tsumanuma, 2006; Coelho e Resende, 2008).

De acordo com as exigências nutricionais da cultura do milho informadas por Ritchie et al. (2003), para cada 1.000 kg de grãos produzidos há exportação média de 15,6 kg de N; 4,8 kg de P; 5,1 kg de K; 0,4 kg de Ca; 2,2 kg de Mg; 1,2 kg de S; 24,4 g de Zn; 3,8 g de B; e 2,1 g de Cu. Dessa maneira, tem-se a seguinte sequência decrescente de remoção de nutrientes com a colheita: N>>K>P>Mg>S>>Ca>Zn>B>Cu. A mesma ordem de magnitude foi observada por Dorneles (2011) ao avaliar a exportação de N, P, K, Ca e Mg. Já a ordem de exportação média de nutrientes identificada no presente trabalho (média de dez híbridos e dois ambientes de investimento tecnológico) diferiu da observada por aqueles autores ao indicar o S como o quarto nutriente removido em maior quantidade: N>>K>P>S>Mg>>Ca>Zn>Mn>Fe>Cu.

**Tabela - Teor nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e exportação de potássio (kg ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

**Híbrido**

**Teor de K nos grãos  
Média de híbridos  
Exportação de K  
Média de híbridos  
Investimento Tecnológico**

**Investimento Tecnológico**

**Alto  
Médio**

**Alto  
Médio**

II 862

3,5  
3,4  
3,5 a  
46  
39  
42 a

II 873

3,6  
3,3  
3,4 a  
50

	38
	44 a
II 923	2,9
	3,3
	3,1 b
	37
	35
	36 b
II 931	2,6
	2,9
	2,7 c
	34
	31
	32 b
II 953	4,0
	3,8
	3,9 a
	48
	39
	44 a
BRS 1055	3,6
	3,3
	3,4 a
	42
	32
	37 b
AG 8088 YH	3,4

			3,1
			3,2 b
			47
			37
			42 a
DKB 390 VTpro			3,2
			3,4
			3,3 b
			41
			38
			39 b
P 3646 H			3,8
			3,5
			3,7 a
			48
			39
			44 a
30 F53 YH			3,3
			3,3
			3,3 b
			47
			38
			43 a
Média de ambientes			
3,4	3,3		
3,4			
44 A	37 B		
40			
CV (%)			

12,90

16,89

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Como tendência geral dos teores de nutrientes analisados em folhas amostradas por ocasião do florescimento (Anexo V - Tabela 1), foram encontradas maiores variações em função do ambiente de investimento tecnológico em manejo do que em função do híbrido de milho. Destacam-se os maiores teores foliares de N, P, K, S, Cu, Fe, Mn e Zn, e menores teores de Ca e Mg nas plantas cultivadas com alto investimento tecnológico em manejo. Possivelmente, a adubação mais pesada com K levou à inibição competitiva da absorção de Ca e Mg pelas plantas (Malavolta et al., 1997; Shiratsuchi et al., 2007; Nogara Neto et al., 2011). Essa adubação potássica também pode ter favorecido alguma lixiviação de Ca e Mg devido à competição com o K pelos sítios de adsorção no complexo de troca (Santi et al., 2012), promovendo mudança no equilíbrio entre essas bases nas camadas superficiais do solo. Todavia, deve-se ponderar que as alterações nas concentrações foliares de Ca e Mg não tiveram efeito aparente sobre a produtividade de grãos.

#### **4.4. Sanidade de Grãos**

Para a percentagem de grãos ardidos, houve efeitos significativos isolados de híbridos e de ambientes de investimento tecnológico, sem interação desses fatores (Anexo I - Tabela 3). Os grãos colhidos no ambiente de alto investimento tecnológico apresentaram maior ocorrência de grãos ardidos (Tabela 15), o que, em princípio, leva a crer que as pulverizações com fungicidas durante o ciclo da cultura não tiveram efeito sobre a qualidade dos grãos. Esse resultado é discordante das conclusões dos trabalhos de Lanza et al. (2012) e Juliatti et al. (2007), segundo os quais a aplicação de fungicidas via foliar promoveu redução na quantidade de grãos ardidos. Entretanto, Costa et al. (2011) conduziram três ensaios para avaliar a eficiência da aplicação foliar de fungicidas sobre a qualidade de grãos e não observaram, em nenhum dos ensaios, diferença significativa entre tratamentos submetidos a zero, uma ou duas aplicações. Também não foi verificada diferença entre os diferentes fungicidas testados quanto ao controle de grãos ardidos.

Essa discrepância entre resultados de trabalhos desta natureza pode ser explicada em função do uso de genótipos com características morfofisiológicas distintas e também pelas

diferenças ambientais, fatores que afetam a incidência de microrganismos nos grãos, bem como a reação da planta ao tratamento com fungicidas.

Embora não tenham sido realizadas medidas de umidade de grãos no ato da colheita, é possível que as espigas colhidas no ambiente de alto investimento tecnológico apresentassem maior teor de umidade naquele momento, em função das práticas de manejo ali aplicadas. As plantas com vigor relativamente menor no ambiente de médio investimento podem ter adiantado o processo de senescência e secagem, com maior perda de água das espigas até a colheita. Especula-se que tal diferença de umidade possa ter favorecido a incidência de grãos ardidos em espigas com maior conteúdo de água durante o período de processamento do material colhido no experimento (armazenamento de amostras em sacos de ráfia, despalhamento, contagem e pesagem de espigas, debulha). Dentre as práticas agronômicas que podem ter favorecido maior umidade de espigas e grãos na colheita, destacam-se a adubação nitrogenada pesada e a própria pulverização com fungicidas no ambiente de alto investimento, ambas capazes de prolongar o período de existência de folhas verdes no milho. Segundo Silva (1999), as estrobilurinas presentes em alguns fungicidas favorecem o caráter “stay-green” (efeito verde), responsável pela permanência da estrutura verde da planta por um maior período de tempo. Wordell Filho & Spagnollo (2013), estudando a ocorrência de grãos ardidos, obtiveram correlações positivas entre a quantidade de nitrogênio aplicada e a intensidade de infecção por *Fusarium verticillioides*, uma das espécies fúngicas associadas a este problema.

**Tabela – Percentagem em peso de grãos ardidos e percentagem em número de grãos ardidos (%) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	% de peso de grãos ardidos		Média de híbridos		Média de híbridos		
	Investimento Tecnológico						
	Alto	Médio			Alto	Médio	
II 862	2,3	1,0	1,8 a		2,6	1,3	1,9 a
II 873	2,3	1,4	1,9 a		2,6	1,6	2,1 a
II 923	0,4	0,8	0,6 b		0,5	1,0	0,7 b
II 931	1,9	0,9	1,4 a		2,3	1,1	1,7 a
II 953	0,5	0,5	0,5 b		0,6	0,5	0,6 b
BRS 1055	0,7	0,1	0,4 b		0,8	0,1	0,5 b
AG 8088 YH	2,3	1,2	1,7 a		2,4	1,3	1,8 a
DKB 390 VTpro	2,9	0,7	1,8 a		3,1	1,0	2,1 a
P 3646 H	0,3	0,2	0,2 b		0,4	0,3	0,3 b
30 F53 YH	1,1	1,7	1,4 a		1,3	1,7	1,5 a
Média de ambientes	1,5 A	0,9 B	1,2			1,3	
CV (%)	106,53						

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As diferenças entre híbridos quanto à presença de grãos ardidos (Tabela 15) levam a crer que o fator genético também pode contribuir para a qualidade de grãos. Em valores absolutos, os híbridos mais produtivos tenderam a apresentar maior percentagem de grãos ardidos, tanto no ambiente de alto quanto no de médio investimento tecnológico. Isso poderia estar relacionado ao fato de espigas maiores demorarem mais tempo para perder umidade, potencializando o problema durante o processamento do material colhido no experimento, conforme já comentado. Cabe ainda notar que os coeficientes de variação verificados para as variáveis de grãos ardidos foram bastante elevados (Tabela 15), o que restringe a consistência das informações obtidas. De qualquer modo, os cuidados quanto ao controle das condições de umidade dos grãos na colheita e no armazenamento devem fazer parte das medidas para minimizar o risco de aparecimento de grãos ardidos (Pinto, 2005).

Em relação às notas para empalhamento e decumbência de espigas, a análise de variância só foi significativa para o efeito de híbridos (Anexo I - Tabela 3). Alguns dos híbridos estudados apresentaram espigas menos empalhadas e também com menor ocorrência de decumbência até a data em que foram colhidas. Foi o caso do P 30F53 YH, um dos mais produtivos no experimento (Tabela 16).

**Tabela - Notas de empalhamento e decumbência de espigas de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Empalhamento de espiga <sup>1</sup>		Média de híbridos	Média de híbridos		
	Investimento Tecnológico			Alto	Médio	
	Alto	Médio	Alto			Médio
II 862	2,3	2,2	2,3 c	2,2	2,5	2,3 b
II 873	2,3	2,2	2,3 c	3,5	3,3	3,4 a
II 923	1,7	1,8	1,8 c	3,8	3,3	3,6 a
II 931	2,0	2,3	2,2 c	2,8	3,2	3,0 a
II 953	2,2	2,0	2,1 c	2,8	2,5	2,7 b
BRS 1055	2,3	2,5	2,4 c	1,8	2,3	2,1 b
AG 8088 YH	2,0	1,8	1,9 c	3,2	3,5	3,3 a
DKB 390 VTpro	2,2	2,2	2,2 c	3,3	3,3	3,3 a
P 3646 H	3,0	3,0	3,0 b	3,8	3,3	3,6 a
30 F53 YH	4,3	4,2	4,3 a	4,2	3,3	3,8 a
Média dos Ambientes	2,4	2,4	2,5		3,1	
CV (%)	14,29					

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Escala de notas para empalhamento (CIMMYT, 1985): 1 – espiga completamente empalhada; 2 – pequena abertura da palha na ponta da espiga, sem expor o sabugo; 3 – sabugo exposto na ponta da espiga; 4 – presença de grãos expostos na ponta da espiga; e 5 – ampla exposição de grãos com ampla abertura da palha.

<sup>2</sup> Escala de notas para decumbência de espigas (Costa et al., 2013) Notas: < 2,5 = cultivar com espigas decumbentes; 2,5 a 3,5 = médio; e > 3,5 cultivar com espigas não decumbentes.

Sobretudo em situações sujeitas a atrasos na colheita, espigas bem empalhadas e decumbentes são desejáveis, pois ficam mais protegidas de intempéries, principalmente de chuva, favorecendo melhor qualidade de grãos (Pinto, 2005). Essas características não devem ter influenciado a qualidade no caso do experimento em questão, considerando que as espigas foram colhidas logo após a maturação fisiológica. Entretanto, se a colheita demorasse mais, como é comum em grandes lavouras, os resultados de grãos ardidos apresentados na Tabela 15 poderiam ser diferentes.

O grau de empalhamento e o processo de decumbência da espiga podem influir diretamente na ocorrência de fungos, porque quanto mais os grãos ficam expostos ao meio, maiores são as chances de esporos os contaminarem. Nesse sentido, cultivares com empalhamento apresentam menores incidências de *Fusarium sp.* (Giehl et al., 2011). Segundo Costa et al. (2012), presença significativamente maior de grãos ardidos pode ser constatada em espigas não decumbentes (Costa et al., 2012).

#### **4.5. Considerações Finais**

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que as condições do ambiente de cultivo, determinadas pelo nível de investimento em práticas de manejo agrônômico atualmente disponíveis, influenciam o desempenho produtivo de híbridos de milho e os componentes de produção. Modificam também o estado nutricional da cultura, a resistência de colmo e sustentação das plantas, as taxas de exportação de nutrientes e até mesmo a qualidade dos grãos.

Assim sendo, a caracterização do comportamento de genótipos em ambientes com diferentes níveis de investimento em manejo cultural tem valor para melhor balizar o lançamento de cultivares e posicionar híbridos junto ao mercado consumidor de sementes de milho.

Não obstante, é recomendável levar em conta a rentabilidade decorrente de um maior ou menor investimento no cultivo, aspecto desconsiderado no presente trabalho por não fazer parte dos objetivos do estudo.

## 5. CONCLUSÕES

As condições de cultivo estabelecidas no experimento propiciam potencial produtivo de 10.632 a 15.187 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, conforme as combinações de híbridos e ambientes de investimento tecnológico.

Os híbridos 1I 862, 1I 873, AG 8088 YH e P 30F53 YH são mais produtivos, independente do nível de investimento tecnológico.

Em média, o maior investimento em manejo resulta em incremento de cerca de 2 t ha<sup>-1</sup> de grãos.

O ambiente de alto investimento tecnológico confere maior resistência das plantas de milho ao acamamento e quebramento.

O manejo com maior adubação proporciona grãos com teores mais elevados de nitrogênio, o que não se verifica para o fósforo e o potássio. Há diferenças entre os híbridos quanto aos teores nos grãos, mas as variações na exportação de nutrientes na colheita são condicionadas principalmente pelo nível de produtividade alcançado.

A aplicação de fungicidas durante o ciclo vegetativo do milho não garante menor ocorrência de grãos ardidos, que depende da influência de outros fatores.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32. 359 p.

AMARAL FILHO, J.P.R. do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 467–473, 2005.

ARAÚJO, I.B.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V. de; ALVES, V.M. de C.; MENDES, B. R. Fontes e modos de aplicação de fósforo na produção e nutrição mineral do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 250–264, 2004.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C. STRIEDER, M.L. FORSTHOFER, E.L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Ciência Agrária**, Curitiba, v. 4, p. 27–34, 2003.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J.A. da. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira Agrociências**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 161–166, 2005.

BERNARDI, A.C. de C.; MACHADO, P.L.O. de A. FREITAS, P.L. de; COELHO, M.R. LEANDRO, W.M. OLIVEIRA JÚNIOR, J.P. de; OLIVEIRA, R.P. de; SANTOS, H.G. dos; MADARI, B.E.; CARVALHO, M. da C.S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

BISON, O.; RAMALHO, M.A.P.; RAPOSO, F.V. Potencial de híbridos simples de milho para extração de linhagens. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348–355, 2003.

BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T. BOARETTO, R.M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 177–197, 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. 817 p.

BRANDT, E.A.; SOUZA, L.C.F. de; VITORINO, A.C.T.; MARCHETTI, M.E. Desempenho agrônomico de soja em função da sucessão de culturas em sistemas plantio direto. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869–874, 2006.

CARVALHO, R.P. de; PINHO, R.G.V.; AVIDE, L.M.C. Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência de utilização de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 108–120, 2011.

CASAGRANDE, J.R.R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 33–40, 2002.

CASTOLDI, G.; COSTA, M.S.S. de M.; COSTA, L.A. de M.; PIVETTA, L.A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 139–146, 2011.

CASTRO, G.S.A.; CALONEGO, J.C. CRUSCIOL, C.A.C. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1690–1698, 2011.

CASTRO, P.R.C.; PACHECO, A.C.; MEDINA, C.L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira pêra (*Citrus sinensis L.*). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, p. 338–341, 1998.

CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (México). **Managing trials and reporting data for CIMMYT's international: maize testing program**. México, 1985. 20 p.

COELHO, A.M.; ALVES, V.M.C. Adubação fosfatada na cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/ANDA, 2003. 1 CD-ROM.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Desafios para obtenção de altas produtividades de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 22 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 112).

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Cultivo do milho nutrição e adubação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 44).

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. *Informações Agronômicas*, 71. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.2, p.1-9, 1995.

COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A.R.; MAGALHAES, P.C. (Eds.). Sete Lagoas: Embrapa: Milho e Sorgo; **A Cultura do Milho**, 2008. p. 131–157. 517 p.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 78).

COELHO, A.M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, 2005. p. 613–658. 841 p.

COELHO, A.M.; RESENDE A.V. de R. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 111).

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, **Acompanhamento de safras brasileiras**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_10\\_16\\_14\\_32\\_01\\_boletim\\_portugues\\_-\\_setembro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues_-_setembro_2013.pdf)>. Acessado em: dez. 2013.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB), **Acompanhamento de safras brasileiras**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_10\\_16\\_14\\_32\\_01\\_boletim\\_portugues\\_-\\_janeiro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues_-_janeiro_2014.pdf)>. Acessado em: jan. 2014.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 527–535, 2003.

COSTA, G.M.C.; COSTA, R.V. da; COSTA, L.V.; SILVA, D.D. da; GUIMARÃES, L.J.M.; SILVA, O.A.; MARCONDES, M.M.M.; RAMOS, T.C.D. de A.; LANZA, F.E.; CORRÊA, C.L.; MOURA, L. de O. Resistência genética e características de espigas na incidência de grãos ardidos em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos eletrônicos**. Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 733–741. Disponível em: [http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/titulos.htm](http://www.abms.org.br/29cn_milho/titulos.htm). Acessado em: jun. de 2013.

COSTA, R.V. da; COTA, L.V. **Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 125).

COSTA, R.V. da.; COTA, L.V.; CRUZ, J.C.; SILVA, D.D. da; QUEIROZ, V.A.V. de; GUIMARÃES, L.J.M.; MENDES, S.M. **Recomendações para a redução da incidência de grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 21 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

COSTA, R.V. da; COTA, L.V.; SILVA, D.D. da; MEIRELLES, W.F.; LANZA, F.E. **Viabilidade técnica e econômica da aplicação de fungicidas em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 31 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 49).

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1553–1560, 2007.

CRUZ, J.C.; GARCIA, J.C.; FILHO, I.A.P.; PINTO, L.B.B.; QUEIROZ, L.R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 124).

CRUZ, J.C.; VIANA, [J.H.M.](#); [ALVARENGA, R.C.](#); [PEREIRA FILHO, I.A.P.](#); SANTANA, [D.P. PEREIRA, F.T.F.](#); HERNANI, L.C. **Cultivo do Milho**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Sistema de Produção, 1). Disponível: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/mandireto.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/mandireto.htm)> Acessado em: ago. 2012.

DAN, L.G. de M.; DAN, H. de A.; PICCININ, G.G.; RICCI, T.; ORTIZ, A H.T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.1, p.45–51, 2012.

DORNELES, E.P. **Atributos químicos de argissolo e exportação de nutrientes por culturas sob sistema de preparo e de adubação**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em 2011) – Departamento de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNE, C.R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 111–119, 2004.

DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 225–235, 2003.

DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. de. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101–111, 2009.

DURÃES, F.O.M. Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. Simpósio Brasileiro Sobre a Lagarta-do-Cartucho, *Spodoptera Frugiperda*, 2.; Simpósio Sobre *Colletotrichum Graminicola*. 2006. **Resumos eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/490206>>. Acessado em: nov. 2012.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

EMBRAPA, **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, p. 185–268, 2002.

FANCELLI, A.L.; TSUMANUMA, G.M. **Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão.** In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Piracicaba, 2006. p. 445–486.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A.C. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131–138. 2001.

FERREIRA, A.C. de B.; LAMAS, F.M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p. 778–786, 2010.

FERREIRA, C.F. Diagnose nutricional de cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em 2009) Departamento de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, E.V. de R.V.; QUEIROZ, D.L. de. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de Milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 80–89, 2007.

FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasil de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 459–467, 2000.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 28 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

GIEHL, J.; REINIGER, L.R.S.; NOAL, G.; DEPRA, M.S.; MIRANDA, F.; SOMAVILLA, I. Avaliação da relação entre empalhamento da espiga e incidência de fungos em cultivares de milho crioulo. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA 7., 2011, Fortaleza. **Resumos eletrônicos.** Fortaleza: ABA, 2011. p 11–15. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/view/11684>>. Acessado em: out. 2013.

GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H. de; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 140–145, 2010.

GOMES, O.M.T.; GORENSTEIN, M.R.; TATEYAMA, G.H. Diferentes doses de adubação de cobertura em Milho (*Zea mays* L.) com sulfato de amônio farelado. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 10, p. 173–180, 2006.

GONÇALVES JÚNIOR, A.C.; NACKE, H.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; SELZLEIN, C. Produtividade e componentes da produção do milho adubado com Cu e NPK em um argissolo. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 35–40, 2008.

GUIMARÃES, L.J.M. **Melhoramento de milho na Embrapa Milho e Sorgo**. Mensagem recebida por padilhaagro@gmail.com. Em 20 fev. 2013.

HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. : Dourados: Embrapa CPAO, 1998. 248 p. (Embrapa CPAO. Embrapa Responde).

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HENTSCHKE, C.; NUMMER, I. Os gargalos técnicos da cultura do milho. Dose de nitrogênio, população de plantas e tratamento de sementes. **Informativo Pioneer**, Santa Cruz do Sul, n. 23, 2006. p. 25–27.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, A. Perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 667–676, 1997.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P. de; POLIZEL, A.C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de Fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34–41, 2007.

LANZA, F.E.; CORRÊA, C.L.; COSTA, R.V. da; COTA, L.V.; SILVA, D.D. da; MARCONDES, M.M.; NICOLI, A.; COSTA, G.M.C.; RAMOS, T.C.D. de A., MOURA, L. de O. Eficiência do controle químico na redução da incidência de grãos ardidos em milho. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos eletrônicos**. Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 657–664. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/03566.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/03566.pdf)>. Acessado em: out. 2013.

LOGUERCIO, L.L.; CARNEIRO, N.P.; CARNEIRO, A.A. Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 24, p. 46–52, 2002.

LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; DAMO, H.P.; BRUM, B. SANTOS, V.J. dos. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1536–1542, 2007.

KUHAR, G. Optimum™ Intrasect™. A mais nova e eficiente combinação de tecnologias Bt. **Informativo Pioneer**, Santa Cruz do Sul, n. 34, 2011. p. 10–13.

MACHADO, J.C.; SOUZA, J.C. de; RAMALHO, M.A.P.; LIMA, J.L. Estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho oriundos de um mesmo conjunto gênico. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 627–631, 2008.

MAGALHÃES, K.S. **Análise do sistema radicular de milho visando à eficiência na aquisição de fósforo**. 2013. 34 f. Dissertação (Mestrado em 2013) – Departamento de Engenharia de Biosistemas. Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei. 2013.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C. de. Efeitos do quebraamento do colmo no rendimento de grãos de milho. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 279–289, 1998.

MALAVOLTA, E; VITTI, G.C. OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 1997. 319p.

MARTINELLI, A.P.; PEREIRA, R.S.B.; TAVARES, M.; ALBUQUERQUE, C.J.B. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em ambientes de safrinha na região central do Brasil. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos eletrônicos**. Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 2764–2770. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/03566.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/03566.pdf)>. Acessado em: out. 2013.

MARTINS, G.M.; TOSCANO, L.C.; TOMQUELSKI, G.V.; MARUYAMA, W.I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta do cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 170–174, 2009.

MATEUS, G.P, CRUSCIOL, C.A.C; Negrisloi, E. Palhada de sorgo guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 539–542, 2004.

MENTEN, O.J. Tratamento de sementes no Brasil. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 1, n. 5, p. 30–32, 2005.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos**. Departamento de plantas de lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, Porto Alegre, 2005. 51 p.

NOGARA NETO, F.; ROLOFF, G.; DIECKOW, J.; MOTTA, A.C.V. Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 1025–1036, 2011.

NUNES, U.R.; JÚNIOR, V.C.A.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A.F. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943–948, 2006.

OLIVEIRA, E. de; FERNADES, F.T.; CASELA, C.R.; PINTO, N.F.J. de; FERREIRA, A. da S. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.M. (Ed). **Tecnologias de Produção do Milho**, Viçosa, cap. 7, 2004. p. 227–267. 366p.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, J.R.; BERNARDI, D. Estratégias de manejo da resistência e importância das áreas de refúgio para tecnologia Bt. In: Resumos Congresso Nacional De Milho e Sorgo 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos eletrônicos. Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 303–314.** Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/03566.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/03566.pdf)>. Acessado em: out. 2013.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A.; GIROTTO, E. MOREIRA, I.C.L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358–364, 2008.

PEIXOTO, C. de M. A evolução da produtividade do milho no Brasil. **Informativo da Pioneer**, Santa Cruz do Sul. N. 33, 2011. p. 35–39.

PEIXOTO, C. de M. Milho Bt. **Pioneer Responde**, Santa Cruz do Sul, n.5, 2008. 15 p.

PINTO, N.F.J.A. **Grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 66).

RESENDE, A.V. de; NETO, A.E.F.; MARTINS, E. de S.; HURTATO, S.M.C.; OLIVEIRA, C.G. de; SENA, M.C. de. **Protocolo de avaliação agronômica de rochas e produtos derivados como fontes de nutrientes às plantas ou condicionadores de solo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 30 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 143).

RESENDE, A.V. de; SHIRATSUCHI, L.S.; FONTES, J.R.A.; Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e brachiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 269–275, 2008.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.15, 2003. 20 p.

SALLA, D.A.; FURLANETO, F.P.B.; CABELLO, C.; KANTHACK, R.A.D. Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 2017–2022, 2010.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. de; LECH, V.A.; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agrícola**, Curitiba, v. 58, n.2, p. 271–276, 2001.

SANGOI, L.; ARGETA, G.; SILVA, P.R.F. da; MINETTO, T.J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1021–1029, 2003.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 17–21, 2000.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SILVA, P.R.F. da; HORN, D.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Desempenho agrônomico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 218–231, 2006.b

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SILVA, P.R.F. da; HORN, D.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C.; MOTTER, F. Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 747–755, 2006.a

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.a

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. 87p.b

SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; MARTIN, T.N.; PIRES, J.L.; FLORA, L.P.D.; BASSO, C.J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1346–1357, 2012.

SANTOS, G.A.; JUNIOR, M.S.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; NETO, A.E.F. Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo influenciando no crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em solos distintos. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 29, p. 740–752, 2005.

SELEME, R. Os ganhos do sistema de solução completa da Pioneer. **Boletim Informativo**, Santa Cruz do Sul, n. 31, p. 14–16, 2010.

SHIRATSUCHI, L.S.; MARCHÃO, R.L.; JERKE, C.; RESENDE, A.V.; FONTES, J.R.A.; OLIVEIRA, C.M. de; VILELA, M. de F.; SÁ, M.A.C. de; SANTOS JÚNIOR, J. de D.G. dos; HURTADO, S.M.C. **Geração de mapas multitemáticos em agricultura de precisão**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 22p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 181).

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 370p. (Embrapa Solos. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia).

SILVA, S.A. **Estimativa de herança do caráter “stay-green” em genótipos de milho hexaplóides**. 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em 1999) – Departamento de Fitomelhoramento. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 1999.

SILVA, S.M. da; OLIVEIRA, L.J.; FARIA, F.P.; REIS, E.F. dos; CARNEIRO, M.A.C.; Atividade da enzima nitrato redutase em milho cultivado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 11, p. 1931–1937, 2011.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, F.F.; COSTA, F.M. **Caracterização de Recursos Genéticos de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 185).

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max (L.) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e o arroz (*Oriza sativa L.*)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado em 2001) – Departamento de Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2001.

UENO, R.K.; NEUMANN, M.; MSRSFON, F.; BASI, S.; ROSÁRIO, J.G. do. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 182–203, 2011.

WORDELL FILHO, J.A.; SPAGNOLLO, E. Sistema de cultivo e doses de nitrogênio na sanidade e no rendimento do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 199–205, 2013.

WROBEL, F. de L.; NEUMANN, M.; UENO, R.K.; POCZYNEK, M.; GOLDONIS, A.; PERUSSOLO, L.F.; SMBROGI, M.; LEÃO, G.F.M.; VISENTIN, J.K. Análise econômica, contabilização de perdas, reposição e exportação de nutrientes da cultura do milho para produção de grãos ou silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos eletrônicos**. Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 3419–3425. Disponível em: [http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/titulos.htm](http://www.abms.org.br/29cn_milho/titulos.htm). Acessado em: jun. 2013.

## **ANEXOS**

## Anexo I - Resultados das análises de variância

**Tabela 1 - Resumo das análises de variância para as variáveis peso de espigas (kg ha<sup>-1</sup>), produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), número de espigas (espigas ha<sup>-1</sup>), número de grãos por espiga, peso de 100 grãos (g) e estande final (plantas ha<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

FV	GL	Quadrado Médio					
		Peso espigas	Produtividade de grãos	Número de espigas	Número de grãos por espiga	Peso de 100 grãos	Estande final
Ambiente – A	1	150791949,819**	84723703,636**	287534 886,527 **	42,763	14954.707	14954.707
Repetição(A)	6	4195849,983*	1259897,952	164235 96,250 529432	965,607	5120576.090	5120576.090
Híbrido – H	9	5680528,023**	4959213,546**	855,879 **	31500,780**	65942080.518**	65942080.518**
A x H	9	378433,131	219258,064	604513 82,361*	1133,375	9475542.125**	9475542.125**
Residuo	54	1514519,489	702660,954	284092 09,573	1095,564	3293630.301	3293630.301
Total	79						
C.V. (%)		7,47	6,45	6,58	5,86	2,59	2,59

\*\*significativo a 1%; significativo a 5%.

**Tabela 2 - Resumo das análises de variância para as variáveis plantas acamadas (plantas ha<sup>-1</sup>), plantas quebradas (plantas ha<sup>-1</sup>), plantas dominadas (plantas ha<sup>-1</sup>), teor de N nos grãos (g kg<sup>-1</sup>), exportação de N (kg ha<sup>-1</sup>) e teor de P nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

FV	GL	Quadrado Médio					
		Plantas acamadas	Plantas quebradas	Plantas dominadas	Teor de N nos grãos	Exportação de N	Teor de P nos grãos
Ambiente – A	1	42534717,361**	68758612,569*	1671139,687	0,379**	36773,030*	0,011
Repetição(A)	6	943288,032	14129035,115	2498683,373	0,001	232,266	0,094**
Híbrido – H	9	2527011,188*	192597428,510**	1508621,952	0,016**	749,902**	0,155**
A x H	9	3163583,179**	18932285,949	1842343,082	0,001	36,936	0,026
Resíduo	5						
	4	1091177,564	11261252,219	1748786,016	0,001	148,425	0,023
Total	7						
	9						
C.V. (%)		125,35	56,03	71,27	2,62	7,28	7,74

\*\*significativo a 1%; significativo a 5%

**Tabela 3 - Resumo das análises de variância para as variáveis exportação de P (kg ha<sup>-1</sup>), teor de K nos grãos (g kg<sup>-1</sup>), exportação de K (kg ha<sup>-1</sup>), peso de grãos ardidos (%), número de grãos ardidos (%), notas de empalhamento de espigas e notas de decumbência de espiga de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

FV	GL	Quadrado Médio					
		Exportação de P	Teor de K nos	Exportação de K	Peso de grãos	Número de	Empalhamento

		grãos	ardidos	grãos ardidos	de espiga	de espiga		
Ambiente – A	1	243,916**	0,064	1056,549**	6,985*	9,220*	0,004	0,104
Repetição(A)	6	22,378	1,858**	343,585**	1,015	1,037	0,345	0,504
Híbrido – H	9	27,775**	0,748**	131,973**	3,457*	4,072*	3,124**	1,944**
A x H	9	3,463	0,126	24,096	1,365	1,347	0,050	0,307
Resíduo	54	7,611	0,187	46,259	1,520	1,713	0,137	0,240
Total	79							
C.V. (%)		11.61	12,90	16.89	106.53	99.24	15,29	15.77

\*\*significativo a 1%; significativo a 5%

## Anexo II- Época de florescimento masculino e feminino

**Tabela 1 - Época de florescimento masculino e feminino, em dias após a semeadura, de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Florescimento Masculino		Florescimento Feminino		Média de híbridos	
	Investimento Tecnológico	Média de híbridos	Investimento Tecnológico	Média de híbridos	Média de híbridos	
					Alto	Médio
II 862	61	62	62	58	59	59
II 873	61	63	62	58	60	59
II 923	57	61	59	58	59	58
II 931	60	63	61	57	61	59
II 953	61	61	61	59	59	59
BRS 1055	62	64	63	61	63	62
AG 8088 YH	60	61	60	57	59	58
DKB 390						
VTpro	59	61	60	58	59	58
P 3646 H	61	63	62	59	61	60

P 30 F53 YH	60	61	60	58	60	59
Média dos ambientes	60	62	61	58	60	59

### Anexo III - Alturas de planta e de espiga na época da colheita

**Tabela 1 - Alturas de planta e de espiga (cm) na época da colheita de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	<u>Altura de planta</u>		Média de híbridos	<u>Altura de espiga</u>		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	298,7 aA	280,3 aB	289,5 a	159,4 aA	144,7 aB	152,0 a
II 873	278,1 bA	261,6 bB	269,8 b	159,4 aA	148,8 aB	154,1 a
II 923	278,1 bA	260,9 bB	269,5 b	160,4 aA	146,0 aB	153,1 a
II 931	281,9 bA	268,4 bB	275,2 b	156,0 aA	142,5 aB	149,2 a
II 953	279,1 bA	259,4 bB	269,2 b	154,7 aA	133,4 bB	144,1 b
BRS 1055	285,6 bA	262,5 bB	274,1 b	157,8 aA	136,9 bB	147,3 a
AG 8088 YH	264,1 cA	239,7 dB	251,9 c	149,4 aA	126,6 bB	138,0 b
DKB 390 VTpro	265 cA	241,2 dB	253,1 c	161,0 aA	138,4 aB	149,7 a

P 3646 H	280 bA	259,1 bB	269.7 b	158,8 aA	139,7 aB	149,2 a
P 30F53 YH	264,1 cA	252,5 cA	258.3 c	151,9 aA	141,0 a	146,4 a
Média de Ambientes	277,5 A	258,6 B	268,0	157 A	156,9 B	139,8
CV (%)		3,02			4,70	

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

#### Anexo IV - Teores nos grãos e exportação de cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco

**Tabela 1 - Teor nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e exportação de cálcio (kg ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Ca nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Ca		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	0,05	0,06	0,06	1,0	1,0	1,0
II 873	0,05	0,06	0,06	1,0	1,0	1,0
II 923	0,05	0,05	0,05	1,0	0,8	0,9
II 931	0,05	0,07	0,06	1,0	1,1	1,0
II 953	0,06	0,06	0,06	1,1	1,0	1,0
BRS 1055	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,7
AG 8088 YH	0,06	0,05	0,06	1,2	0,9	1,1
DKB 390 VTpro	0,05	0,05	0,05	1,0	0,9	0,9

P 3646 H	0,07	0,07	0,07	1,3	1,1	1,2
P 30 F53 YH	0,07	0,06	0,07	1,5	1,0	0,3
Média de Ambientes	0,06	0,06	0,06	1,1	1,0	1,0
CV (%)	24,45			25,07		

Médias não diferem estatisticamente.

**Tabela 2 - Teor nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e exportação de magnésio (kg ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Mg nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Mg		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio	Alto	Médio		
II 862	0,9	0,8	0,8 b	17,0	14,2	15,6 a
II 873	0,9	0,8	0,8 b	18,0	13,9	16,0 a
II 923	0,8	0,9	0,8 b	14,5	13,3	14,0 b
II 931	0,8	0,8	0,8 b	15,3	13,2	14,3 b
II 953	0,8	0,8	0,8 b	14,2	12,0	13,1 b
BRS 1055	0,9	0,8	0,9 a	16,3	12,3	14,3 b
AG 8088 YH	0,9	0,9	0,9 a	19,5	15,8	17,6 a
DKB 390 VTpro	0,9	0,9	0,9 a	16,9	14,6	15,7 a
P 3646 H	0,9	0,9	0,9 a	18,1	15,1	16,6 a
P 30 F53 YH	0,9	0,9	0,9 a	18,9	15,5	17,2 a
Média de	0,9	0,8	0,9	16,9 A	14,0 B	15,4

Ambientes

CV (%) 7,52 11,85

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 3 - Teor nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e exportação de enxofre (kg ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de S nos grãos		Média de híbridos	Exportação de S		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	1,1	0,9	1,0 b	21,7	15,8	18,8 a
II 873	1,0	0,8	0,9 c	21,2	14,4	17,8 b
II 923	1,0	1,0	1,0 b	19,4	15,7	17,5 b
II 931	1,1	0,9	1,0 b	21,1	15,4	18,3 b
II 953	1,1	0,9	1,0 b	19,5	14,1	16,8 b
BRS 1055	1,2	1,0	1,1 a	20,9	14,8	17,9 b
AG 8088 YH	1,1	0,9	1,0 b	22,5	16,9	19,7 a
DKB 390 VTpro	1,1	0,9	1,0 b	20,2	15,3	17,7 b
P 3646 H	1,2	1,0	1,1 a	22,3	16,5	19,4 a
P 30 F53 YH	1,1	1,0	1,0 a	23,1	17,6	20,3 a
Média de Ambientes	1,1 A	0,9 B	0,06	21,2 A	15,7 B	18,4

CV (%)

6,07

25,07

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 4 - Teor nos grãos (mg kg<sup>-1</sup>) e exportação de cobre (g ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Cu nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Cu		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio	Alto	Médio		
II 862	2,6	2,4	2,5 a	50,3	40,3	45,3 a
II 873	1,8	1,7	1,7 c	36,6	29,7	33,2 b
II 923	1,8	1,9	1,9 c	34,0	29,8	31,9 b
II 931	1,8	2,4	2,1 b	35,0	39,1	37,0 b
II 953	1,6	1,6	1,6 c	28,5	25,3	26,9 c
BRS 1055	1,3	1,9	1,6 c	24,0	27,0	25,5 c
AG 8088 YH	2,3	2,2	2,3 b	48,0	39,8	44,0 a
DKB 390 VTpro	2,8	2,6	2,7 a	52,0	44,3	48,1 a
P 3646 H	2,5	1,9	2,2 b	48,6	31,4	40,0 a
P 30 F53 YH	1,7	1,8	1,8 c	36,7	31,3	34,0 b
Média de Ambientes	2,0	2,0	2,0	39,4 A	33,8 B	36,6
CV (%)	18,54			19,09		

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 5 - Teor nos grãos (mg kg<sup>-1</sup>) e exportação de ferro (g ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Fe nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Fe		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	2,2	2,5	2,3	44	43	43 b
II 873	4,0	0,8	2,4	84	14	49 b
II 923	1,6	1,8	1,7	45	29	37 b
II 931	3,4	2,5	3,0	67	40	53 b
II 953	8,0	1,8	4,9	142	28	85 a
BRS 1055	3,4	2,2	2,8	61	32	46 b
AG 8088 YH	5,7	4,2	4,9	119	74	97 a
DKB 390 VTpro	3,0	3,0	3,0	58	51	54 b
P 3646 H	5,8	3,4	4,6	111	56	83 a
P 30 F53 YH	8,2	4,6	6,4	173	82	127 a
Média de Ambientes	4,5 A	2,7 B	3,6	90 A	45 B	67
CV (%)	87,14			83,13		

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 6- Teor nos grãos (mg kg<sup>-1</sup>) e exportação de manganês (g ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Mn nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Mn		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	4,7	4,2	4,5 b	93	73	83 a
II 873	4,3	3,5	3,9 c	90	61	76 b
II 923	4,2	4,1	4,2 c	80	64	72 b
II 931	4,4	3,6	4,0 c	85	58	72 b
II 953	5,2	4,1	4,6 a	95	63	79 b
BRS 1055	5,8	4,4	5,1 a	103	64	84 a
AG 8088 YH	4,8	4,0	4,4 b	101	72	87 a
DKB 390 VTpro	4,7	4,0	4,4 b	90	68	79 b
P 3646 H	5,4	4,2	4,8 a	104	71	88 a
P 30 F53 YH	4,7	3,9	4,3 b	100	68	84 a
Média de Ambientes	4,8 A	4,0 B	4,4	94 A	66 B	80
CV (%)	8,65			12,72		

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 7 - Teor nos grãos (mg kg<sup>-1</sup>) e exportação de zinco (g ha<sup>-1</sup>) por híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	Teor de Zn nos grãos		Média de híbridos	Exportação de Zn		Média de híbridos
	Investimento Tecnológico			Investimento Tecnológico		
	Alto	Médio		Alto	Médio	
II 862	13,7	11,9	12,8 b	269,5	202,7	236,1 b
II 873	15,0	11,6	13,3 b	313,5	205,9	259,7 b
II 923	13,1	13,3	13,2 b	247,3	208,5	227,9 b
II 931	13,9	12,2	13,0 b	267,5	199,5	233,5 b
II 953	13,7	11,7	12,7 b	252,1	181,7	216,9 b
BRS 1055	15,1	13,5	14,3 b	269,0	201,2	235,1 b
AG 8088 YH	18,0	15,0	16,4 a	377,7	267,7	322,7 a
DKB 390 VTpro	15,3	12,6	13,9 b	290,0	212,0	251,0 b
P 3646 H	14,3	12,1	13,2 b	275,8	208,4	242,1 b
P 30F53 YH	16,8	14,7	15,7 a	355,7	259,4	307,5 a
Média de Ambientes	14,9 A	12,9 B	13,9	291,8 A	214,7 B	253,3
CV (%)	10,74			14,36		

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## Anexo V - Teores foliares de nutrientes na época do florescimento

**Tabela 1 - Teores foliares de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>) e micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup>) no florescimento de híbridos de milho cultivados em ambientes com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas-MG, safra 2012/2013.**

Híbrido	N	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Alto investimento tecnológico</b>									
II 862	33,0	20,9	5,0	2,3	1,9	8,8	131,9	43,0	17,9
II 873	30,0	21,3	6,0	3,1	1,8	7,2	126,6	43,4	17,0
II 923	31,0	23,9	5,6	2,6	1,9	8,5	132,3	56,7	21,6
II 931	30,0	21,9	5,3	2,5	1,8	7,9	125,6	37,9	17,6
II 953	31,0	23,1	5,4	2,4	1,8	8,1	152,2	60,8	20,7
BRS 1055	31,0	24,5	5,2	2,3	2,1	8,4	128,2	54,6	22,7
AG 8088 YH	30,0	17,5	4,9	2,5	1,7	7,8	144,8	34,7	19,5
DKB 390 VTpro	32,0	20,5	5,2	2,2	1,9	9,0	132,8	39,4	18,0
P 3646 H	30,0	20,7	4,7	1,8	1,7	9,2	109,2	46,6	24,2
P 30F53 YH	35,0	22,3	5,4	2,4	2,1	11,0	135,6	48,2	20,0
<b>Médio investimento tecnológico</b>									
II 862	29,0	13,9	6,4	2,9	1,7	7,4	111,0	39,8	13,5
II 873	27,0	13,8	8,4	4,0	1,7	7,1	112,0	47,2	14,8

II 923	28,0	14,0	7,3	3,2	1,7	7,0	107,1	50,6	15,9
II 931	28,0	14,6	6,9	3,0	1,7	7,1	121,0	35,8	14,6
II 953	28,0	14,9	7,1	3,4	1,6	7,2	115,5	48,6	15,2
BRS 1055	28,0	15,8	6,7	3,1	1,9	7,5	111,2	45,3	16,8
AG 8088 YH	28,0	11,5	7,5	3,6	1,7	7,3	137,2	34,6	15,4
DKB 390 VTpro	28,0	12,7	7,5	3,9	1,7	7,7	129,7	37,8	15,0
P 3646 H	28,0	14,6	5,8	2,2	1,7	7,7	105,8	37,9	18,7
P 30 F53 YH	33,0	16,0	6,6	2,9	1,9	9,5	116,6	43,7	15,4