

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

FLÁVIA BASTOS AGOSTINHO

**EFEITO DA PROTEÇÃO E NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA
SECA EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO**

**Uberlândia – MG
Fevereiro – 2012**

FLÁVIA BASTOS AGOSTINHO

**EFEITO DA PROTEÇÃO E NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA
SECA EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Césio Humberto de Brito

**Uberlândia – MG
Fevereiro – 2012**

FLÁVIA BASTOS AGOSTINHO

**EFEITO DA PROTEÇÃO E NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA
SECA EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 27 de fevereiro de 2012.

Msc. Afonso Maria Brandão
Membro da Banca

Msc. Luiz Savelli Gomes
Membro da Banca

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por sempre iluminar meu caminho, por me dar força, fé e coragem para seguir em frente mesmo com todas as dificuldades impostas e por permitir meu aprendizado e evolução.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Ciências Agrárias pelas oportunidades durante a graduação.

Ao Prof. Dr. Césio Humberto de Brito, que sempre esteve prontamente disposto a me ajudar, orientar e apoiar durante a graduação e na execução deste trabalho.

À empresa Syngenta pela parceria neste trabalho e por todos os recursos disponibilizados para o sucesso do mesmo, em especial ao Msc. Afonso Maria Brandão e ao Msc. Luiz Savelli Gomes que me orientaram na empresa.

Aos bolsistas do PET Agronomia e ao tutor deste grupo, Prof. Dr. João Paulo A. R. da Cunha, pelos anos de trabalho em grupo e convivência.

A toda minha família, em especial ao meu pai (*in memoriam*) que o pouco que esteve ao meu lado me ensinou os valores da vida, a minha mãe que me acompanha na minha jornada e ao meu irmão que me apóia e me diverte.

Ao meu namorado, Felipe Godoy, que não poupa esforços para me ajudar em tudo que preciso, que está presente em todos os momentos da minha vida, sendo minha fonte de força e meu refúgio, e que sempre me incentiva e me aconselha nas minhas decisões. E a Divina Marta pelas inúmeras orações realizadas em meu favor.

A todas as minhas amigas e amigos de longa data, pela incondicional amizade, apoio e confiança nos momentos de conquistas, alegrias e tristezas.

Aos meus amigos da UFU e principalmente da 44ª Turma de Agronomia – UFU, pelo companheirismo, diversão e união durante esses iniciais 5 anos de amizade, em especial ao meu amigo Wender Rezende, que me auxiliou em tudo durante a faculdade e que também me ajudou em todas as etapas deste trabalho.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande destaque no Brasil e no mundo e, para sua alta produção de matéria seca, deve-se conhecer a dinâmica fotossintética da planta. Essa dinâmica ocorre principalmente em função da atividade fisiológica das folhas e por isso deve-se protegê-la para que a mesma fique ativa até o final do ciclo. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da proteção e nutrição foliar na produção e distribuição de matéria seca e na produtividade de dois genótipos de milho. O experimento foi instalado e conduzido durante o ano agrícola 2010/2011 em Iraí de Minas – MG. Foram utilizados dois híbridos comerciais de alto potencial produtivo, sendo esses constituídos por ambientes genéticos distintos e submetidos a dois tratamentos (sem proteção e nutrição foliar e com proteção e nutrição foliar). A distinção dos ambientes genéticos foi caracterizada pelo grau de tolerância dos híbridos às doenças foliares, sendo o híbrido 1 com maior nível de resistência a essas doenças e o híbrido 2 com maior suscetibilidade as mesmas. A proteção foliar da planta foi composta pela aplicação dos fungicidas à base de ditiocarbamato e composto de estrobilurina e triazol, e a nutrição foliar pela aplicação de cobalto, molibdênio e fosfito de manganês. Essas aplicações foram realizadas três vezes durante o ciclo da cultura, nos estádios V₈, V_T e R₂. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com oito repetições. As parcelas experimentais possuíam 6 linhas de 5,20 m, sendo as 4 linhas centrais consideradas como área útil. A semeadura foi realizada em novembro de 2010, sendo todos os tratos culturais realizados para expressão do máximo potencial produtivo dos híbridos. A colheita foi realizada manualmente, coletando-se inicialmente as espigas e depois o corpo das plantas que constituíam a unidade amostral. Os dados de matéria seca foram obtidos por meio da pesagem dos grãos, sabugos, folhas modificadas da espiga, folhas e colmos. Foi considerado como corpo da planta a somatória das folhas, colmos, sabugos e folhas modificadas da espiga. Independente do ambiente genético, o tratamento foliar incrementou a matéria seca dos colmos. Para o híbrido com maior nível de resistência às doenças foliares, a interação da proteção e da nutrição foliar incrementou a matéria seca dos órgãos do corpo da planta. Já para o híbrido com maior suscetibilidade às doenças foliares, obteve-se um incremento, além da massa seca dos colmos, na produtividade de grãos.

Palavras chave: distribuição de fotoassimilados; *Zea mays* L.; cobertura do solo.

ABSTRACT

The maize (*Zea mays* L.) is a crop of great prominence in Brazil and in the world, and for high dry matter production must know the photosynthetic plant dynamics. This dynamics occurs mainly due to the physiological activity of leaves and because of this must have to protect it to it become active until the end of the crop cycle. Therefore, this experiment was conducted in order to evaluate the effect of leaf protection and nutrition in dry matter production and distribution and in the yield of the crop. The experiment was installed and conducted during the agricultural year of 2010/2011 in Iraí de Minas – MG. Was used two commercial hybrids of high yielding, being made of different genetic and subjected to two treatments: without application of leaf protection and nutrition and with application of leaf protection and nutrition. The distinction of the genetic environment was characterized by the degree of tolerance to foliar diseases of hybrids, being one foliar diseases resistant and the other foliar diseases susceptible. The leaf protection was composed of application of the following fungicides: dithiocarbamate and strobilurin more triazole; and the leaf nutrition was made with micronutrients cobalt, molybdenum and manganese. The spray was realized three times during the crop cycle, in the stages V₈, V_T and R₂. The experimental plot was composed of 6 rows of 5,2 m, being the 4 central rows considered as useful area. Sowing occurred on november of 2010, and all cultivation carried out was realized for maximum yield potential expression hybrids. Harvest was done manually, initially collecting the ears and then the body of the plants that formed the sampling unit. The data of dry matter were obtained by weighing the grains, cobs, modified leaves, leaves and stalks. Was considered body plant the sum of leaves, stalks, cobs and modified leaves. Regardless of the genetic, the treatment increased the dry matter of stalks. For the hybrid with a higher level of tolerance to leaf diseases, the interaction of protection and foliar fertilizer increased the dry matter of the body organs of the plant. As for the hybrid with lower tolerance to foliar diseases, was obtained an increase in grain yield when they protect and nourish the leaf area.

Keywords: distribution of photoassimilates; *Zea mays* L.; soil cover.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos, descrição, composição e dose utilizada nas aplicações de proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.....	23
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Peso da matéria seca do corpo mais dos grãos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.....	26
Figura 2 – Produtividade de grãos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	27
Figura 3 – Peso da matéria seca do corpo da planta do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.....	28
Figura 4 – Peso da matéria seca dos colmos, folhas, folhas modificadas e sabugos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	28
Figura 5 – Conteúdo de água na planta no momento da colheita do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	30
Figura 6 – Peso da matéria seca do corpo mais dos grãos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.....	32
Figura 7 – Produtividade de grãos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	32
Figura 8 – Peso da matéria seca do corpo da planta do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.....	33
Figura 9 – Peso da matéria seca dos colmos, folhas, folhas modificadas e sabugos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	33
Figura 10 – Conteúdo de água na planta no momento da colheita do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Produção de matéria seca	11
2.2. Partição de fotoassimilados	12
2.3. Proteção foliar.....	14
2.4. Micronutrientes.....	15
2.4.1. Cobalto	16
2.4.2. Manganês.....	17
2.4.3. Molibdênio	18
2.5. Cobertura do solo	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Localização da área experimental.....	21
3.2. Instalação e delineamento do experimento.....	21
3.3. Semeadura e condução do experimento	21
3.4. Tratamentos	22
3.5. Colheita.....	23
3.6. Procedimentos avaliativos	23
3.6.1. Matéria seca.....	24
3.6.2. Produtividade de grãos	24
3.7. Análise estatística	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Matéria seca.....	26
4.1.1. Ensaio 1: Ambiente 1 (Híbrido 1)	26
4.1.2. Ensaio 2: Ambiente 2 (Híbrido 2)	31
5. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande destaque no Brasil e no mundo, sendo caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação humana e animal até a indústria de baixa e alta tecnologia (PAES, 2006). Na safra de 2010/11 a área plantada com essa gramínea foi de cerca de 14 milhões de hectares e a produção de cerca de 60 milhões de toneladas (CONAB, 2010). Além da importância do seu grão, o milho desempenha grande papel na rotação de culturas, principalmente com soja e algodão, sustentando diferentes sistemas de produção no Brasil e no mundo (SILVA *et al.*, 2004).

A rotação de culturas durante o período de entressafra é recomendável para a obtenção de uma agricultura sustentável, e a utilização de culturas destinadas à cobertura do solo é uma estratégia para se obter melhoria na qualidade ambiental e viabilizar o sistema de plantio direto. Segundo Gonçalves e Ceretta (1999), a utilização de culturas que privilegiem a produção de matéria seca e a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo permite a elevação do teor de nutrientes e da matéria orgânica no solo, tornando-o física e quimicamente melhor.

A produção de matéria seca pelo milho, em média, é de 118 g planta⁻¹ e, apesar de alguns nutrientes apresentarem menores teores na palha de milho do que nos adubos verdes, a quantidade de palha produzida pela planta de milho é superior e essa cultura possui maior valor comercial (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997; GUIMARÃES *et al.*, 2006). Segundo Alvarenga *et al.* (2001), 6 t ha⁻¹ de matéria seca na superfície é a quantidade suficiente para se obter uma boa cobertura do solo, o que confere à cultura do milho grande potencial no sistema de plantio direto, uma vez que normalmente supera essa quantidade.

Para a alta produção de matéria seca pelo corpo do milho deve-se conhecer a dinâmica fotossintética da planta. A produção de carboidratos para crescimento e desenvolvimento da cultura ocorre em função da atividade fisiológica de suas fontes produtoras, e a folha é sua principal fonte. Por isso, a superfície foliar deve ser mantida ativa até o final do ciclo da cultura, ou seja, suas folhas devem ser mantidas verdes para máxima fotossíntese e máximo desempenho da planta (UHART; ANDRADE, 1995).

A redução das folhas na fase reprodutiva interfere na redistribuição de fotoassimilados na planta, alterando a velocidade e a intensidade da senescência foliar e os padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos (UHART; ANDRADE, 1995). Além disso, a desfolha também restringe o incremento de matéria seca no colmo e no pendão (SANGOI *et al.*, 2002).

Para não restringir o incremento de matéria seca nas diversas partes do corpo do milho, a folha deve ser protegida contra os danos bióticos e abióticos. Com relação aos danos bióticos, os maiores problemas observados em campo estão relacionados à ocorrência de doenças o que implica na necessidade de aplicação de fungicidas. Já em relação aos abióticos, a adubação foliar com micronutrientes têm-se destacado atualmente, em decorrência do aumento na produção de biomassa por meio da aplicação das pequenas quantidades exigidas.

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da proteção e nutrição foliar na produção e distribuição de matéria seca e na produtividade de dois genótipos de milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de matéria seca

A produção de matéria seca depende da realização de fotossíntese pela planta e conseguinte conversão dos carboidratos em fitomassa, sendo seu acúmulo variável com a cultivar, a parte da planta, o estágio fenológico, a fertilidade do solo e as condições climáticas (SWANK *et al.*, 1982; BORGES, 2006).

Inicialmente a planta de milho aloca a maior parte dos carboidratos produzidos para o sistema radicular, posteriormente aumenta a alocação para as folhas, seguida do colmo, mas sem deixar de alocar para as folhas e, no final do ciclo (fase reprodutiva) passa a alocar para as estruturas reprodutivas (SOARES *et al.*, 2010).

A quantidade de matéria seca produzida pela cultura do milho é suficiente para uma boa cobertura do solo, sendo esta quantidade dependente dos tratos culturais realizados durante o ciclo da cultura. Segundo Lopes (1973) a planta produz 397,3 g de matéria seca total planta⁻¹; para Mehla e Singh (1980) a produção está entre 166,5 e 183,1 g de matéria seca total planta⁻¹, para Vasconcellos *et al.* (1998) entre 374 e 423 g planta⁻¹ e para Guimarães *et al.* (2006) é, em média, 118 g planta⁻¹.

Nas folhas o acúmulo de matéria seca é lento no início do desenvolvimento vegetativo, aumentando consideravelmente durante o decorrer deste período e atingindo o máximo no florescimento da planta, onde a partir daí cessa o acúmulo e começa a reduzir sua matéria seca, pois inicia uma intensa mobilização de fotoassimilados para as partes reprodutivas da planta (VASCONCELLOS *et al.*, 1983). Já no colmo, inicialmente o acúmulo também é lento, se intensificando a partir dos 30 dias após a emergência e atingindo o máximo cerca de três semanas após o florescimento, quando começa a ocorrer perda absoluta de massa devido à remobilização para os grãos, que aumentam sua capacidade de dreno nesta fase (BORGES, 2006).

Neste contexto, nota-se que a quantidade de matéria seca da planta de milho após o florescimento, se deve principalmente ao acúmulo que ocorre na espiga, ou seja, nos grãos, na palha e no sabugo (VON PINHO *et al.*, 2009). Vasconcellos *et al.* (1998) ao avaliarem três cultivares no início do enchimento de grãos, observaram em média 49 g planta⁻¹ de matéria seca nas folhas, 91 g planta⁻¹ no colmo, 13 g planta⁻¹ no pendão e 17 g planta⁻¹ na espiga. Já

na maturação fisiológica, ou seja, na formação da camada preta, as médias observadas foram de 35 g planta⁻¹ nas folhas, 114 g planta⁻¹ no colmo, 5 g planta⁻¹ no pendão e 261 g planta⁻¹ na espiga, o que confirma a importância da espiga nessa fase.

Quanto a massa seca do sistema radicular, Coelho *et al.* (1991) concluíram que a mesma corresponde a cerca de 5% da matéria seca total obtida pela parte aérea da planta.

2.2. Partição de fotoassimilados

O carbono recentemente assimilado por meio da fotossíntese comporta diversas funções metabólicas, tanto na fonte quanto no dreno. Na folha (fonte) esse carbono é responsável pelo metabolismo e manutenção da biomassa foliar, é estocado a curto prazo ou é exportado para outras partes da planta. No metabolismo e manutenção da biomassa foliar, os fotoassimilados são utilizados nas necessidades imediatas da folha, como manutenção de suas células e síntese e manutenção do aparato fotossintético. Já a estocagem ocorre para atender as exigências da planta por fotoassimilados, já que essa exigência é contínua e a produção descontínua (dependente da luz solar). Quanto a exportação, esta ocorre quando a fotossíntese é limitada por algum estresse ou pela ausência de luz solar, sendo a translocação realizada na forma de sacarose e de amido, no sentido da fonte para os drenos. Cerca de 50% do carbono assimilado é diretamente exportado via floema, podendo também ser alocado no caminho (LOPES, 2003).

A alocação é constantemente estudada por pesquisadores, porém existem poucas respostas de como ocorre a sua regulação. Segundo Pimentel (1998) pelo menos dez enzimas estão envolvidas no metabolismo (síntese e degradação) da sacarose e do amido, sendo as três principais a frutose-1,6-bifosfatase, a sacarose-fosfato sintase e a sacarose fosfatase, implicando em alteração na alocação de carboidratos caso essas enzimas sejam afetadas.

Os principais drenos no estágio vegetativo são os meristemas, as folhas em desenvolvimento, as raízes e os tecidos de caules não fotossintéticos. O dreno de uma folha próxima ao topo da planta é preferencialmente o ápice do caule, enquanto o das folhas próximas da base são preferencialmente as raízes. Já os drenos das folhas intermediárias são tanto o topo da planta quanto o sistema radicular (LOPES, 2003).

No estágio reprodutivo têm-se drenos adicionais, como grãos, palha e sabugo, e a partição dos fotoassimilados entre esses drenos competidores depende principalmente de 3

fatores: da natureza das conexões vasculares entre fonte e dreno, da proximidade dos mesmos e da força que o dreno exerce. A translocação é facilitada quando as conexões vasculares são diretas, ou seja, quando cada folha é conectada ao sistema vascular principal do caule. A folha dreno está diretamente conectada a folha fonte e indiretamente as outras folhas dreno e a movimentação dos fotoassimilados na planta ocorre preferencialmente para as folhas dreno mais próximas da folha fonte, ou seja, para os drenos acima e na mesma linha da fonte (LOPES, 2003). Apesar dessa preferência, a direção da translocação depende da força do dreno, que é a capacidade de um dreno acumular metabólitos. Essa capacidade é influenciada pelo turgor celular e pelos hormônios vegetais presentes na planta, modificando assim a partição dos fotoassimilados (SMITH; MILBURN, 1980; PATRICK, 1982; LEMAIRE, 1997).

A alta relação fonte:dreno permite à cultura investir simultaneamente no acúmulo de matéria seca nas folhas, no colmo e nos grãos. Resultados diferentes nesse acúmulo são observados quando se tem o aparato fotossintético intacto e quando se tem a desfolha da planta (SANGOI *et al.*, 2002).

Para Matter *et al.* (2004), o colmo das plantas sem e com desfolha não sofre variação de massa seca no período de 2 a 40 dias após a polinização, o que demonstra que neste período há uma ausência de depósito e translocação de fotoassimilados no colmo e uma dependência direta da fotossíntese corrente para o crescimento da espiga. Porém, se no período em questão houver redução da quantidade de grãos na espiga, o fluxo de fotoassimilados é desviado principalmente para o colmo, que passa a funcionar como um dreno. Contrapondo o obtido pelos autores anterior, Tollenaar (1977), Ruget (1993), Fancelli e Dourado-Neto (2000) e Sangoi *et al.* (2002) observaram a importância do colmo como estrutura de armazenamento temporário de açúcares já nas primeiras semanas após a fertilização dos grãos, quando a capacidade fotossintética é máxima e a demanda da espiga por fotoassimilados é pequena. A tendência desse aumento de massa seca no colmo se deve ao fato de que, em determinadas situações, a produção de fotoassimilados é superior aos requerimentos dos grãos (MATTER *et al.*, 2004).

Com relação às folhas da planta, esses últimos autores observaram um aumento de matéria seca à medida que se reduz o tamanho do dreno, o que pode ser um indício de acumulação neste órgão também. Sangoi *et al.* (2002), observaram uma relação entre a matéria seca das folhas e os dias após o início da antese, sendo que quando o aparato fotossintético é mantido intacto essa relação é decrescente e quando se tem desfolha da planta

há um acúmulo máximo aos 22 dias após a antese e a partir daí uma redução na quantidade de matéria seca.

O sintoma de senescência foliar e a inibição da fotossíntese são observados somente após um significativo acúmulo de matéria seca no caule e, de forma menos significativa, nas folhas (MATTER *et al.*, 2004). Entretanto, se a demanda da espiga por carboidratos aumentar, a desfolha acelera a senescência foliar (SANGOI *et al.*, 2002). Além disso, a desfolha total das plantas interfere significativamente nos caracteres produtividade, massa de 1000 grãos, grãos ardidos e porcentagem de plantas acamadas. Contudo, se esta desfolha ocorrer no estágio R₂ não se altera o número de fileiras nas espigas e o número de grãos por espiga, confirmando que nesse estágio esses componentes de produção já estão definidos (ALVIM *et al.*, 2010a).

A matéria seca da palha da espiga aumenta quando se reduz a quantidade de grãos (dreno de fotoassimilados), fato este também observado para o sabugo, porém com exceção do caso em que não se tem grãos, caracterizando assim a necessidade dos mesmos para o acúmulo no sabugo. No entanto, a limitação do acúmulo de matéria seca nos grãos, causado pela desfolha, não implica em remobilização de reservas da palha e do sabugo para os grãos, o que mostra a ausência de translocação desses órgãos para o enchimento de grãos, apesar da necessidade dos grãos para o acúmulo de massa seca no sabugo (MATTER *et al.*, 2004).

O crescimento em extensão do sistema radicular é muito influenciado pela produção e acumulação de carboidratos na parte aérea das plantas, observando-se uma redução na proporção de carbono alocado nas raízes com a desfolhação da planta e conseguinte cessamento dessa alocação quando a remoção é de 50% ou mais da área foliar (MAGALHÃES *et al.*, 1995; LEMAIRE, 2001).

2.3. Proteção foliar

Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (MANFRON *et al.*, 2003). Com isso, nota-se a necessidade de se proteger essa principal fonte produtora contra os danos causados pelas doenças, sendo esta proteção realizada por meio do controle químico, utilizando-se da rotação de mecanismos de ação de fungicidas como forma de manejo para evitar problemas futuros de resistência de patógenos.

O impacto das doenças na cultura se deve ao fato da maioria dos patógenos colonizarem grande parte do tecido foliar o que diminui a área fotossintética, levando à morte prematura e/ou à redução da produtividade de grãos. Além disso, a célula da planta ao ser invadida por um patógeno pode desencadear uma série de mecanismos estruturais e bioquímicos de defesa, na tentativa de conter o agente agressor, o que demanda um custo energético à planta (PASCHOLATI; LEITE, 1995). Ademais ao custo energético, algumas substâncias produzidas pela planta em defesa ao ataque do patógeno são mantidas livres no citoplasma, o que também pode implicar em uma ação tóxica à célula vegetal ou desencadear reações de produção de novos compostos e/ou hormônios que prejudicam o desenvolvimento da planta (HRAZDINA, 1994; ISAAC, 1992).

Na ausência da aplicação de fungicidas adequados, a severidade da doença aumenta em magnitude suficiente para gerar significativa redução na produtividade (BRITO *et al.*, 2007). Ademais, de acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), as doenças foliares afetam significativamente a qualidade da matéria seca, pois podem provocar a secagem das folhas predispondo a planta à morte prematura e resultando na exaustão e/ou apodrecimento do colmo.

É importante ressaltar que, além da proteção do potencial produtivo da cultura, a utilização de fungicidas também melhora a qualidade do colmo e proporciona maior resistência às raízes, aumentando a porcentagem de plantas eretas na colheita por meio da redução da taxa de quebramento e tombamento de plantas (ALVIM *et al.*, 2010b). Fatores que reduzem a fotossíntese e a produção de carboidratos predisõem as plantas às doenças, principalmente as podridões de colmo, o que implica no quebramento do mesmo (PINTO *et al.*, 1997).

Alguns fungicidas do grupo das estrobilurinas, ademais a proteção, apresentam um efeito fisiológico na planta promovendo seu crescimento, o qual resulta em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, retenção de clorofila, atraso na senescência foliar ("*Stay-Green*") e aumento na atividade antioxidante e na produção (GROSSMAN; RETZLAFF, 1997; WU; TIEDEMANN, 2001; VINCELLI, 2002; WU; TIEDEMANN, 2002; RUSKE *et al.*, 2003; VENACIO *et al.*, 2003).

2.4. Micronutrientes

Apesar da exigência em menor quantidade, os micronutrientes são tão importantes quanto os macronutrientes, visto que sem essa pequena quantidade a produção da cultura pode ser afetada, como demonstrado pela Lei do Mínimo de Liebig em que se relata a limitação da produção em decorrência do nutriente presente em menor proporção ou disponibilidade (MALAVOLTA, 1992).

O estado nutricional da planta, além da composição da matéria, da temperatura e da disponibilidade de água, é de extrema importância para a máxima eficiência de conversão de carboidratos em fitomassa seca. Além disso, os nutrientes possuem interações antagônicas e sinérgicas entre eles, favorecendo ou dificultando a absorção dos mesmos (HANKS; RITCHIE, 1991).

A aplicação de micronutrientes na cultura do milho não é uma prática comum em Minas Gerais, apesar de seu benefício quando a planta está metabolicamente ativa e do seu retorno ao solo por ocasião de sua morte (FERREIRA *et al.*, 2001). Possíveis problemas de deficiência estão sendo observados em campos de produção, em decorrência da reduzida quantidade de micronutrientes no solo. Essas deficiências, além de causarem sintomas que podem reduzir a área foliar, alteram as relações entre fonte e dreno de nutrientes que, quando ocorridas durante a fase de enchimento dos grãos, favorecem a ocorrência das podridões do colmo (REIS; CASA, 1996).

2.4.1. Cobalto

A absorção do cobalto ocorre na forma de Co^{2+} , sendo este transportado para a parte aérea da planta pelo xilema, via corrente transpiratória, e por meio da formação de quelados com compostos orgânicos (FAQUIN, 2005).

Para a maioria das gramíneas o cobalto é um micronutriente benéfico, ou seja, a planta consegue sobreviver sem ele porém sua presença beneficia seu desenvolvimento, o que ocorre por meio da substituição de um elemento essencial ou por meio da eliminação de efeitos tóxicos de outros nutrientes (SANTOS, 2004). A essencialidade desse nutriente restringe-se, por enquanto, às plantas superiores que dependem da fixação biológica do N_2 , pois o elemento faz parte da estrutura das vitaminas B12 (coenzima cobalamina), necessárias na fixação em sistemas livres e em simbióticos (FAQUIN, 2005; MARSCHNER, 1986).

O efeito do cobalto na fixação simbiótica de bactérias está relacionado ao aumento da nodulação, a constituição da vitamina B12 e a formação de leghemoglobina. Esse micronutriente constitui o grupo prostético da coenzima cobalamina, essencial em sistemas enzimáticos de síntese protéica e de DNA. O sistema enzimático “Metilmalonil CoA mutase” no *Rhizobium*, por exemplo, é especificamente dependente dessa coenzima para a produção da leghemoglobina nos nódulos, sendo esta leghemoglobina responsável por transportar O₂ para o metabolismo aeróbico do bacteróide, já que a fixação tem caráter anaeróbico (FAQUIN, 2005).

Além disso, o cobalto possui outras funções na planta ainda não determinadas, visto que em culturas assépticas de trevo subterrâneo não noduladas e de milho foram obtidos sintomas de carência do nutriente quando esse elemento foi omitido (FAQUIN, 2005).

Alvim *et al.* (2010c), ao avaliarem o efeito da aplicação de cobalto juntamente com o molibdênio na cultura do milho, observaram uma redução na porcentagem de grãos ardidos em três locais, sendo esta de até 16,94% em Jataí – GO, 9,59% em Iraí de Minas – MG e 3,62% em Nova Resende – MG. Além disso, esses autores concluíram que as aplicações foliares de cobalto e molibdênio também interferem positivamente na produtividade líquida do milho.

2.4.2. Manganês

O manganês é um micronutriente que o milho possui grande dificuldade em absorver, além de se precipitar em determinadas situações. Esse micronutriente é absorvido ativamente pelo sistema radicular da planta como Mn²⁺ e seu transporte nessa forma ocorre pelo xilema, via corrente transpiratória, devido possivelmente a baixa estabilidade do quelado de manganês (FAQUIN, 2005). Sua presença no solo é extremamente complexa e envolve interação química e microbiológica, visto que a transformação de suas formas solúveis para a insolúvel depende do pH do solo, da umidade, do teor de nutrientes, dos inibidores da nitrificação, da matéria orgânica e da atividade microbiana (HUBER; WILHELM, 1998).

O papel do manganês na planta está associado à reação de quebra da molécula da água e do sistema de evolução de O₂ na fotossíntese, denominado de reação de Hill. Na primeira reação, os elétrons são liberados pela enzima que quebra a água, a qual contém quatro átomos de manganês, e são transferidos para o FS II (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). Este

micronutriente, também forma pontes entre o ATP e as enzimas transferidoras de grupos (fosfoquinasas e fosfotransferases), tornando-as ativas. No ciclo de Krebs, por exemplo, o manganês ativa as enzimas descarboxilases e desidrogenases e em outros metabolismos ativam enzimas como ATPase e quinase (FAQUIN, 2005).

Apesar de o manganês ter maior destaque pelo seu excesso no solo do que pela sua deficiência, a tendência de aumento da aplicação de calcário e da sua incorreta superficial incorporação tem invertido essa situação, tornando necessária a aplicação foliar desse micronutriente (ALVIM, 2011).

Ademais, a aplicação de manganês via foliar, tratamento de sementes ou adição no solo pode auxiliar no controle de doenças na cultura do milho, pois há uma correlação entre o teor de manganês presente no tecido da planta e a severidade de infecção por doenças (ZAMBOLIM; VENTURA, 1996). Em tecidos saudáveis notam-se maiores quantidades do nutriente do que em tecidos doentes, o que possivelmente ocorre devido a produção de exsudatos tóxicos aos patógenos induzidos pela presença do nutriente (HUBER; WILHELM, 1998).

2.4.3. Molibdênio

O molibdênio aparece no solo na forma aniônica (HMoO_4^- e MoO_4^{2-}) e pode ser adsorvido ao mesmo, principalmente aos óxidos, de maneira similar ao que acontece com sulfatos e fosfatos. A medida que aumenta o pH cresce a disponibilidade do molibdênio, sendo que em valores maiores que 5 sua absorção ocorre predominantemente na forma de MoO_4^{2-} . O H_2PO_4^- apresenta um efeito sinérgico na absorção e transporte do MoO_4^{2-} , possivelmente pelo deslocamento do molibdênio dos pontos de adsorção no solo. Já o SO_4^{2-} apresenta efeito inibitório nessa absorção (FAQUIN, 2005).

O transporte do molibdênio ocorre no xilema, sendo este na forma MoO_4^{2-} , ligado a grupos –SH de aminoácidos ou complexado a açúcares (FAQUIN, 2005). O micronutriente em questão possui poucas funções diretas na planta, porém participa de metabolismos essenciais à absorção de outros nutrientes. Esse nutriente é indispensável na assimilação de nitrogênio, pois é componente da enzima redutase do nitrato, participando da redução do nitrato a nitrito e posteriormente a amônia (MARSCHNER, 1995). Portanto, a deficiência do elemento compromete o metabolismo do nitrogênio, podendo diminuir o rendimento das

culturas e o teor de proteína dos grãos de milho (MARSCHNER, 1995; FERREIRA *et al.*, 2001).

Além disso, a interação entre nitrogênio e molibdênio apresenta efeito sobre o teor de ferro, uma vez que na ausência de nitrogênio o molibdênio eleva o teor de ferro em até 121%. Este incremento na quantidade de ferro pode estar relacionado à participação do molibdênio no metabolismo, absorção e transporte do ferro ou se dever ao fato da essencialidade do molibdênio no metabolismo do nitrogênio propiciar maior formação de clorofila, na qual exige a participação do ferro (RAINS, 1976 *apud* MALAVOLTA *et al.*, 1991; MARSCHNER, 1995).

2.5. Cobertura do solo

A manutenção da palhada na superfície do solo é de extrema importância no sistema de plantio direto, sendo necessário o conhecimento da dinâmica de decomposição vegetal. Os resíduos de gramíneas adicionados à superfície do solo se decompõem mais lentamente que aqueles das leguminosas e crucíferas, sendo isso explicado pela elevada relação C/N da primeira família. Esta elevada relação permite uma disponibilização de nutrientes gradual ao longo do ciclo da cultura subsequente e uma cobertura mais prolongada do solo (HEINZMANN, 1985).

Além da alta relação C/N, as gramíneas apresentam elevada capacidade de absorção e acumulação de N na planta, alcançando valores maiores que os das leguminosas (HEINZMANN, 1985). Essa elevada capacidade de absorção constitui uma importante estratégia para reduzir os riscos de contaminação do lençol freático com nitrato e para amenizar a perda de nitrogênio, mediante a reciclagem e imobilização do mesmo na fitomassa da planta, durante a entressafra das culturas comerciais (AMADO, 2002).

Wisniewski e Holtz (1997) estudaram a dinâmica da decomposição das palhadas de milho, em Carambeí-PR, por um período de 370 dias e observaram uma perda de cerca de 50% de massa em 149 dias. Na região dos cerrados, mesmo quando a palhada é basicamente constituída de gramíneas, a sua decomposição é mais rápida, de forma que a manutenção de uma camada de cobertura de solo nesse ambiente torna-se uma atividade complexa. Por isso, é necessário técnicas de manejo que ajudem na redução dessa decomposição, uma vez que a

palhada de culturas de cobertura e de restos culturais de lavouras comerciais criam ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA *et al.*, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido durante o ano agrícola 2010/2011 no município de Iraí de Minas – MG. A área pertencia à Fazenda Antagordense cujas coordenadas geográficas são: latitude de 19°01'15"S, longitude de 47°42'48"O e altitude de 1020 m. O solo de condução do experimento era do tipo Latossolo Vermelho Amarelo – Fase Cerrado.

3.2. Instalação e delineamento do experimento

Foram utilizados dois híbridos comerciais de alto potencial produtivo, sendo esses constituídos por dois ambientes genéticos distintos e submetidos a dois tratamentos (sem proteção e nutrição foliar e com proteção e nutrição foliar) que serão detalhados na Tabela 1. A distinção dos ambientes genéticos foi caracterizada pelo grau de tolerância dos híbridos às doenças foliares, sendo o híbrido 1 com maior nível de resistência a essas doenças e o híbrido 2 com maior suscetibilidade as mesmas. Em cada um dos ambientes foram determinadas as quantidades de matéria seca da planta e em função desses ambientes o experimento foi dividido em dois ensaios.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito repetições. Cada parcela foi composta por seis linhas de 5,2 m, espaçadas de 0,6 m entre linhas, sendo que para efeito avaliativo foram consideradas apenas as 4 linhas centrais da parcela, o que totaliza 12,48 m² de área útil.

3.3. Semeadura e condução do experimento

A dessecação da área experimental foi realizada, cerca de 30 dias antes da semeadura, por meio da utilização de herbicidas à base de glifosato (620 g L^{-1}), na dose 3 L ha^{-1} e 2,4-D (806 g L^{-1}), na dose $0,25 \text{ L ha}^{-1}$.

Na primeira quinzena de novembro de 2010, foi realizada a semeadura do experimento em sistema de plantio direto, utilizando-se uma semeadora a vácuo adaptada para ensaios (Semeato PAR1800) que distribuía 5,6 sementes por metro linear.

A adubação de semeadura foi com 750 kg ha^{-1} do formulado NPK 08-20-20 e a adubação de cobertura com 650 kg ha^{-1} do NPK 36-00-12, sendo esta última realizada aos 25 dias após a semeadura.

Para o controle de plantas infestantes em pré-emergência foi utilizado 4 L ha^{-1} do herbicida à base de atrazina (370 g L^{-1}) + S-metolacoloro (290 g L^{-1}), e para o controle em pós emergência (estádio V₆ do milho) aplicou-se 3 L ha^{-1} do herbicida à base de atrazina (400 g L^{-1}) e $0,75 \text{ L ha}^{-1}$ do herbicida à base de nicosulfuron (4 g L^{-1}).

Já para o controle de insetos pragas aplicou-se os inseticidas à base de clorpirifós (100 g kg^{-1}) na dose de 1 L ha^{-1} , espinosade (480 g L^{-1}) na dose de $0,1 \text{ L ha}^{-1}$ e/ou lufenuron (50 g L^{-1}), na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, sendo as aplicações realizadas conforme a manifestação da infestação.

De modo geral, os tratamentos culturais do experimento foram realizados de forma a permitir que os híbridos expressassem seu máximo potencial produtivo.

3.4. Tratamentos

Os tratamentos envolvendo a combinação de proteção e nutrição foliar são apresentados na Tabela 1.

As aplicações dos tratamentos (fungicidas + micronutrientes) foram realizadas três vezes durante o ciclo da cultura, sendo a primeira aplicação no estágio V₈ e as demais a cada 21 dias, o que corresponde a um período próximo do Período Efetivo do Fungicida (PEF).

O pulverizador utilizado na aplicação dos tratamentos foi o costal motorizado modelo F-768 Kawashima, com tanque de 25 L, numa pressão de trabalho de 20 lb pol^{-2} e vazão de 150 L ha^{-1} . Este pulverizador é equipado com uma barra transversal em "T" com seis bicos de aplicação e tubulações com $\frac{1}{4}$ de polegada de espessura, sendo utilizadas pontas do tipo Leque plano – Teejet 11002. Todas as pulverizações foram realizadas em condições

ambientais adequadas para se obter ótima qualidade de aplicação, sendo os tratamentos dispostos lado a lado para que o microclima influenciasse ambos de modo semelhante.

Tabela 1 – Tratamentos, descrição, composição e dose utilizada nas aplicações de proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

Tratamentos	Descrição	Composição	Dose
Testemunha	Sem aplicações	-	-
Proteção Foliar	Fungicida 1	Ditiocarbamato (750 g kg ⁻¹)	2 kg ha ⁻¹
	Fungicida 2	Azoxistrobina (200 g L ⁻¹) + Ciproconazol (80 g L ⁻¹)	0,3 L ha ⁻¹ + 0,5% Nimbus
+	Fósforo e Manganês	H ₃ PO ₄ (30%), Mn (9%) densidade = 1,45g mL ⁻¹	2 L ha ⁻¹
Nutrição Foliar	Cobalto e Molibdênio	Co (1,5%), Mo (1,8%) densidade = 1,61 g mL ⁻¹	150 mL ha ⁻¹

3.5. Colheita

A colheita da parcela experimental foi realizada manualmente, coletando-se inicialmente as espigas e depois o corpo das plantas que constituíam a unidade amostral. Essas espigas e os corpos dessas plantas foram identificados, ensacados e pesados separadamente e em seguida foram encaminhados para a estação da Syngenta Seeds® em Uberlândia – MG, onde permaneceram armazenados até secagem a peso constante.

3.6. Procedimentos avaliativos

Os procedimentos avaliativos foram realizados após a colheita do milho e se basearam na quantificação e distribuição da matéria seca da planta, além da determinação da produtividade dos híbridos.

3.6.1. Matéria seca

No laboratório da Syngenta Seeds®, em Uberlândia, as espigas dos híbridos foram debulhadas e seus grãos e sabugos pesados, de forma a se obter os dois primeiros dados de matéria seca: (1) matéria seca dos grãos e (2) matéria seca dos sabugos.

Para a quantificação da matéria seca dos demais órgãos da parte aérea da planta foi necessário o desmembramento da mesma, sendo este realizado manualmente para cada amostra. Após esse desmembramento, pesou-se cada parte da planta para obtenção de mais três dados de matéria seca: (3) das folhas, (4) dos colmos e (5) das folhas modificadas da espiga (“palha” da espiga). Portanto, foram determinados os pesos de matéria seca de cinco partes da planta, sendo os estilos-estigma pesados juntamente com as folhas modificadas e o pendão juntamente com os colmos.

Para interpretação dos dados, foi considerado como corpo da planta a somatória das folhas, colmos, folhas modificadas da espiga e sabugos, já que esses órgãos compõem a matéria seca que fica no campo para a próxima cultura.

Os dados obtidos foram extrapolados para hectare de forma a se obter kg de matéria seca ha⁻¹.

3.6.2. Produtividade de grãos

A produtividade dos híbridos foi determinada por meio da pesagem da amostra de seus grãos e conseguinte extrapolação desses pesos para um hectare, de forma a se ter a produtividade em kg ha⁻¹. Após essa extrapolação, os dados foram corrigidos para a umidade de 13%, por meio da fórmula a seguir:

$$P_c = P_i \frac{(100 - U_i)}{(100 - U_f)}$$

Onde:

P_c = produtividade com a umidade corrigida

P_i = produtividade inicial

U_i = umidade inicial

U_f = umidade final (neste caso, 13%)

3.7. Análise estatística

Após as devidas correções e extrapolações, as médias dos dados obtidos foram analisadas e comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Matéria Seca

4.1.1. Ensaio 1: Ambiente 1 (Híbrido 1)

Para o híbrido com maior nível de resistência às doenças foliares, a utilização de proteção e nutrição foliar incrementou significativamente a produção de matéria seca do corpo da planta mais dos grãos (Figura 1). Porém, quando se analisou apenas a produtividade dos grãos não se notou diferença significativa com o tratamento em questão (Figura 2).

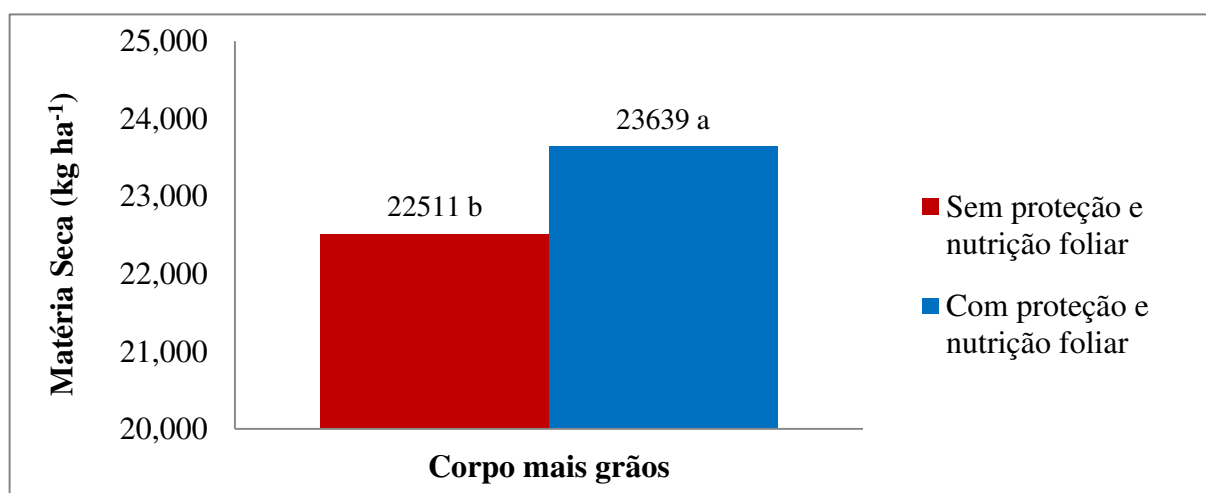


Figura 1 – Peso da matéria seca do corpo mais dos grãos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

A resistência da planta contra os patógenos se deve a presença de duas formas de defesa: a natural, que se baseia em mecanismos pré-existentes que são ativados independentes da presença do patógeno, e a dinâmica (induzida) que são mecanismos latentes, sendo ativados apenas quando em contato com agentes patogênicos de indução (KIRALY *et al.*, 1970; STICHER *et al.*, 1997). Em híbridos resistentes, os genes que induzem a resistência genética permitem que ambos os mecanismos de defesa sejam ativos independente da presença do patógeno, o que demanda um custo energético maior para a planta, pois há uma intensa, e em algumas situações desnecessária, remobilização de energia das vias principais de desenvolvimento para a via de defesa da planta (SALGADO, 2004). Com isso, entende-se

que, para as enfermidades do ambiente, o tratamento foliar não foi eficaz no acúmulo de massa seca dos grãos do híbrido com maior resistência às doenças, em decorrência do constante gasto de energia com os mecanismos de defesa

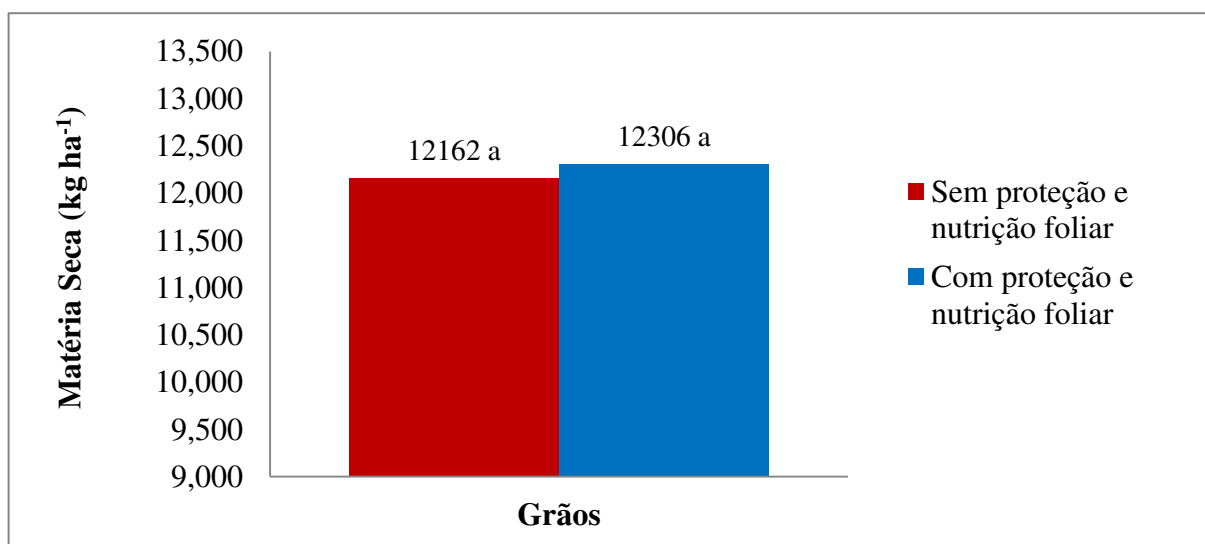


Figura 2 – Produtividade de grãos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

Brasil e Carvalho (1998), ao avaliarem o comportamento de híbridos com diferentes graus de resistência em épocas de plantio diferentes e com o mesmo manejo, incluindo a proteção foliar, observou que o híbrido mais resistente não foi o mais produtivo, sendo que o híbrido com maiores pesos de grãos foi o de moderada suscetibilidade à doença, caracterizando assim a menor produção de híbridos resistentes quando comparado a híbridos suscetíveis bem manejados.

Apesar do tratamento foliar não incrementar a produtividade do híbrido, foi observado que o corpo da planta obteve um aumento em massa seca de cerca de 1000 kg ha⁻¹ (Figura 3). Isso caracteriza a importância da proteção e da nutrição foliar na manutenção desse corpo, permitindo assim uma boa cobertura do solo para a cultura seguinte. A cobertura com a cultura do milho e a conseguinte semeadura direta proporciona um maior acúmulo de biomassa pelas culturas em sucessão, podendo até incrementar a produtividade das mesmas (FILHO *et al.*, 2004).

O aumento no peso do corpo da planta foi acompanhado por um significativo aumento no conteúdo de matéria seca de todos seus componentes, como os colmos, folhas, folhas modificadas das espigas e sabugos (Figura 4). Este aumento conjunto em todos os órgãos evidencia a eficácia do tratamento foliar no prolongamento da realização fotossintética, porém o custo energético com a resistência do híbrido faz com que a planta não consiga translocar

fotoassimilados suficientes para incrementar a produtividade de grãos, sendo esses acumulados nos outros órgãos da parte aérea da planta.

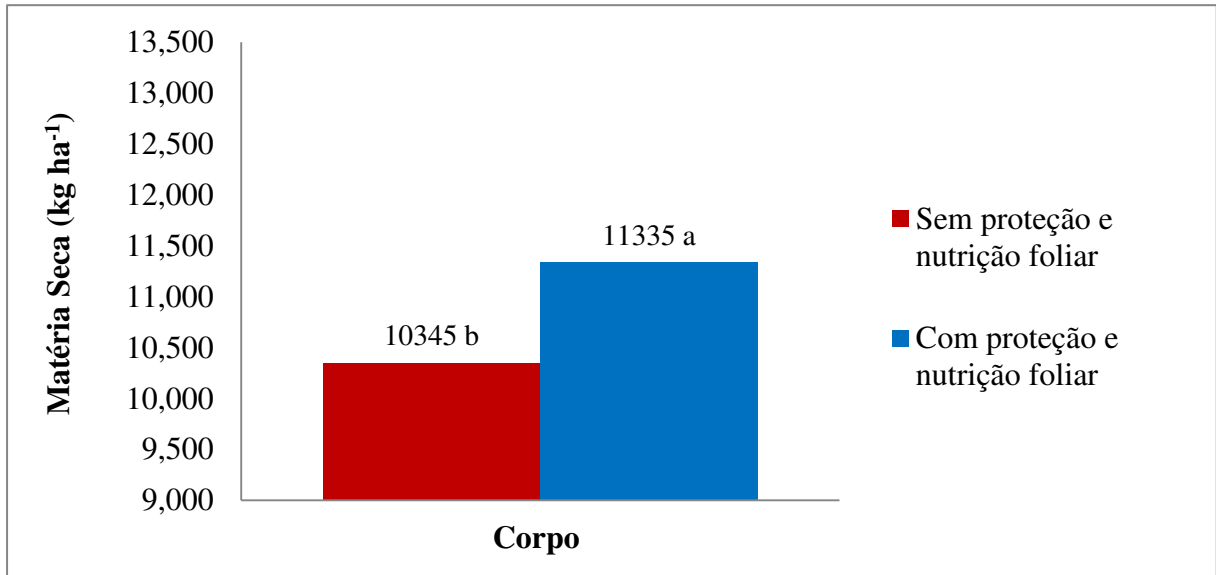


Figura 3 – Peso da matéria seca do corpo da planta do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

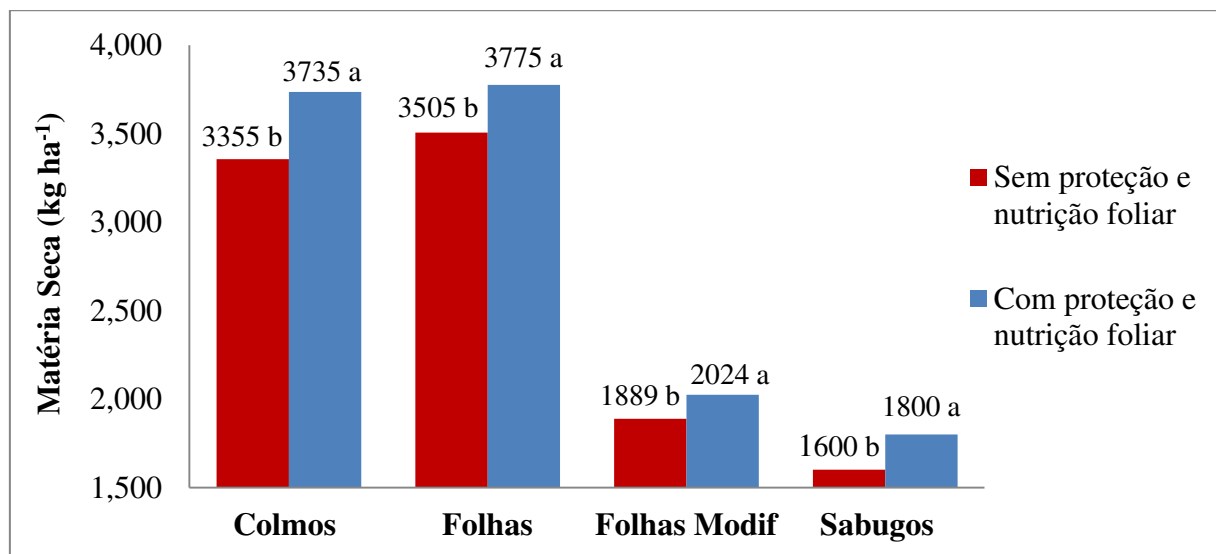


Figura 4 – Peso da matéria seca dos colmos, folhas, folhas modificadas da espiga e sabugos do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

A maior produção de massa seca com a aplicação de fungicidas se deve ao fato destes produtos reduzirem o progresso da doença independente do nível de resistência do híbrido (BRANDÃO *et al.*, 2003). Além disso, certos fungicidas que contêm estrobilurinas em sua composição possuem um efeito fisiológico benéfico à planta, ademais ao efeito protetor contra as doenças, o que prolonga a realização fotossintética da mesma (RUSKE *et al.*, 2003).

O equilíbrio nutricional é considerado um dos principais fatores responsáveis pelo desencadeamento de mecanismo de defesa contra doenças, permitindo também uma maior proteção da área foliar (CHOBOUSSOU, 1999). Zambolim e Ventura (1996) ainda relataram um efeito marcante da nutrição para plantas que apresentam determinado grau de resistência, o que promove, para plantas com essa característica, um máximo desenvolvimento da planta por meio da máxima fotossíntese.

Ademais a importância do equilíbrio nutricional, cada nutriente possui funções específicas que podem influenciar na produção de biomassa. Conforme já dito, o molibdênio está presente na redutase do nitrato e, portanto, sem este micronutriente não há absorção de nitrogênio e conseqüentemente não há acúmulo de fitomassa nas plantas (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). Já o manganês faz parte da mangano proteína que é a responsável por quebrar as moléculas de água e retirar seus elétrons, iniciando assim a cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese que, por fim, permite a produção de fitomassa (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). Além disso, a forma de aplicação do nutriente também pode ter implicações distintas na planta, sendo que o manganês na forma de fosfito de manganês reduz a severidade de algumas doenças, podendo até atuar diretamente como um fungicida (GADAGA, 2009; ITO *et al.*, 2007).

Com a interpretação dos dados, percebeu-se que as folhas foram as principais responsáveis pela composição da matéria seca, juntamente com os colmos (Figura 4). O maior conteúdo de matéria seca no colmo e nas folhas também foi observado por Vasconcellos *et al.* (1998) que obtiveram na maturação fisiológica 114 g planta⁻¹ de matéria seca nos colmos e 35 g planta⁻¹ nas folhas. Além de esses órgãos serem os principais componentes da matéria seca do corpo, eles são os que mais reduzem seu conteúdo de massa seca quando não se protege e nutre a área foliar. Matter *et al.* (2004) confirmam essa maior redução e salientam que isso ocorre pois, além do colmo, a folha pode exercer uma função armazenadora de carboidratos e quando a planta necessita é desses órgãos que ela retira suas fontes.

Nas folhas, o tratamento foliar reduziu as lesões e os sinais dos patógenos que causariam perda de área foliar, o que favoreceu a produção de suas fontes energéticas e conseqüentemente aumentou seu incremento de massa seca, condizendo assim com o observado por Novakowski *et al.* (2010) ao realizar uma aplicação de fungicidas no estágio V₇. A aplicação de um fungicida eficaz impede e/ou interrompe o progresso das doenças não apenas logo após a pulverização, mas até um período efetivo variável (BERGER, 1981). Ademais, a nutrição foliar com micronutrientes também favorece o controle de doenças além

de impedir a manifestação de sintomas de deficiências que possam reduzir a área foliar (ZAMBOLIM; VENTURA, 1996).

Existe uma influência tanto da proteção foliar quanto da nutrição foliar na integridade do colmo, porém Alvim *et al.* (2010b) comprovou em seu trabalho que em Irai de Minas – MG a maior participação na manutenção deste órgão se deve a proteção foliar. Para as raízes os autores obtiveram dados diferentes, uma vez que não observaram diferença na resistência ao arranquio da mesma ao se utilizar apenas a proteção foliar ou apenas a nutrição, em Irai de Minas – MG.

O aumento da massa seca das folhas modificadas da espiga e dos sabugos, com a proteção e nutrição foliar (Figura 4), ocorreu devido ao fato dos fotoassimilados produzidos serem suficientes para atender a demanda dos grãos, não sendo necessário o desvio da rota fotossintética desses outros órgãos para suprir a necessidade de enchimento dos grãos. Além disso, após a alocação dos fotoassimilados não ocorre translocação entre grãos, folhas modificadas da espiga e sabugo (MATTER *et al.*, 2004).

A proteção e nutrição foliar permitiram a manutenção do conteúdo de água na planta no momento da colheita (Figura 5), sendo isso de extrema importância para a cultura, visto que este conteúdo está intimamente relacionado à sustentação e crescimento celular e à produção de fitomassa (SANTOS; CARLESSO, 1998).

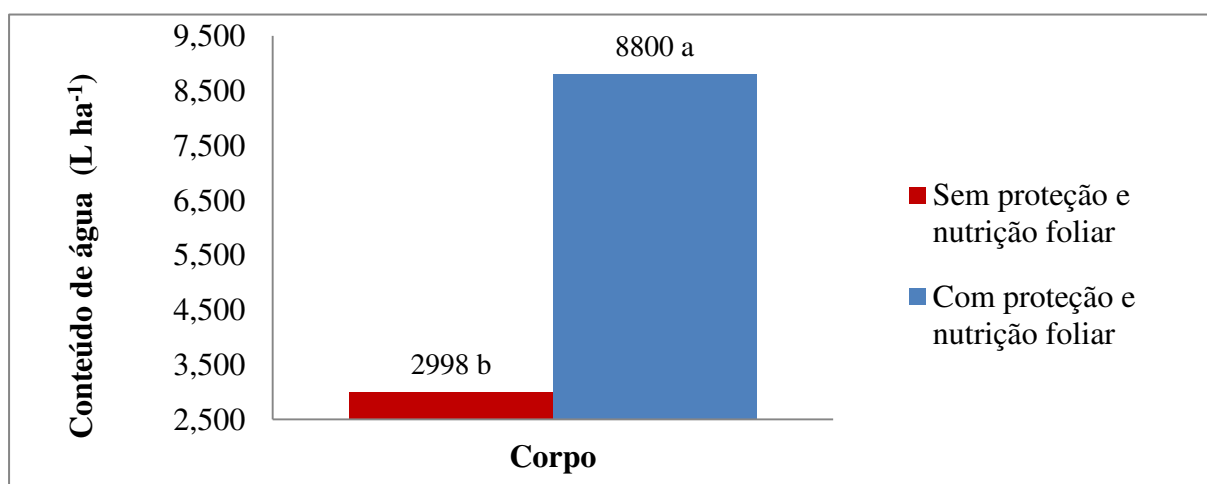


Figura 5 – Conteúdo de água na planta no momento da colheita do híbrido 1, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

Essa sustentação se deve ao fato da água exercer pressão contra as membranas celulares, mantendo assim uma turgência celular, que é o estado em que as células se encontram inchadas e rígidas. Sem este conteúdo de água, ocorre um murchamento da célula o que implica em uma ruptura da membrana e conseguinte extravasamento de seu conteúdo

interno (PIMENTEL *et al.*, 2000). Com isso, a planta não consegue ter sustentação e se quebra, sendo este fato facilitado por situações adversas, como por exemplo um condição de ventos fortes, o que caracteriza a importância da presença desse solvente universal na manutenção da planta em pé.

A manutenção da água na planta com proteção e nutrição foliar permitiu também uma senescência retardada das folhas e do colmo, sendo este efeito conhecido com “*Stay-Green*”. O efeito “*Stay-Green*” permite o acúmulo de matéria seca até a fase final do desenvolvimento das plantas, o que ocasiona menores taxas de tombamento e quebramento e maiores de resistência a pragas e doenças, fatos estes extremamente desejáveis em híbridos de milho (THOMAS; SMART, 1993; DUVICK; CASSMAN, 1999). Alvim *et al.* (2010b), ao avaliarem a importância da proteção e da nutrição foliar também observaram um efeito positivo de manutenção do “*Stay-Green*” na planta.

4.1.2. Ensaio 2: Ambiente 2 (Híbrido 2)

Para o híbrido com maior suscetibilidade, notou-se uma diferença significativa, com o tratamento foliar, na matéria seca do corpo da planta mais grãos (Figura 6). Além disso, observou-se também um incremento de cerca de 50 sacos ha⁻¹ na produtividade de grãos deste híbrido, demonstrando a importância da proteção e nutrição foliar para a expressão do potencial produtivo de um híbrido com maior suscetibilidade às doenças foliares (Figura 7).

Os resultados de incremento em produtividade corroboram com os obtidos por Ramos (2011) que observou um maior nível de resposta ao controle químico quanto mais suscetível for o híbrido de milho. A maior produtividade nesse caso se deve ao fato da planta com maior suscetibilidade não possuir gasto excessivo de energia com a defesa da planta, podendo assim investir no acúmulo de peso nos grãos, já que o desvio de carboidratos da via metabólica principal de formação de grãos e crescimento vegetativo para a via metabólica secundária de defesa da planta só ocorre na presença do indutor (RAMOS, 2011; SALGADO, 2004). Além do controle químico a adubação foliar também possui importância para o incremento da produtividade do milho, sendo essa prática de suplementação nutricional de micronutrientes economicamente viável (EVANGELISTA *et al.*, 2010; SANDINI *et al.*, 2007).

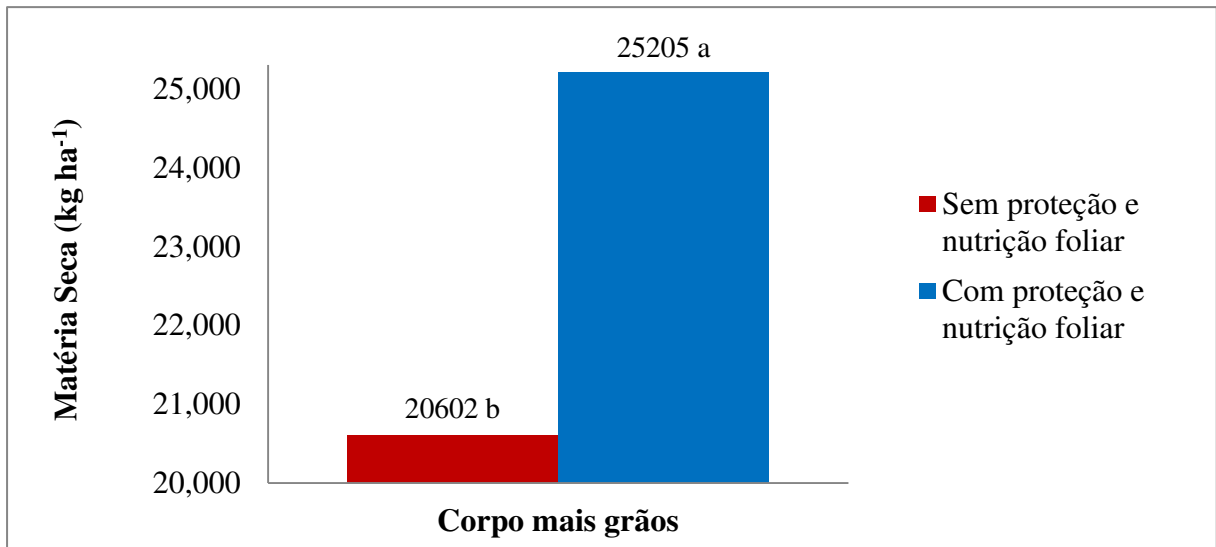


Figura 6 – Peso da matéria seca do corpo mais dos grãos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

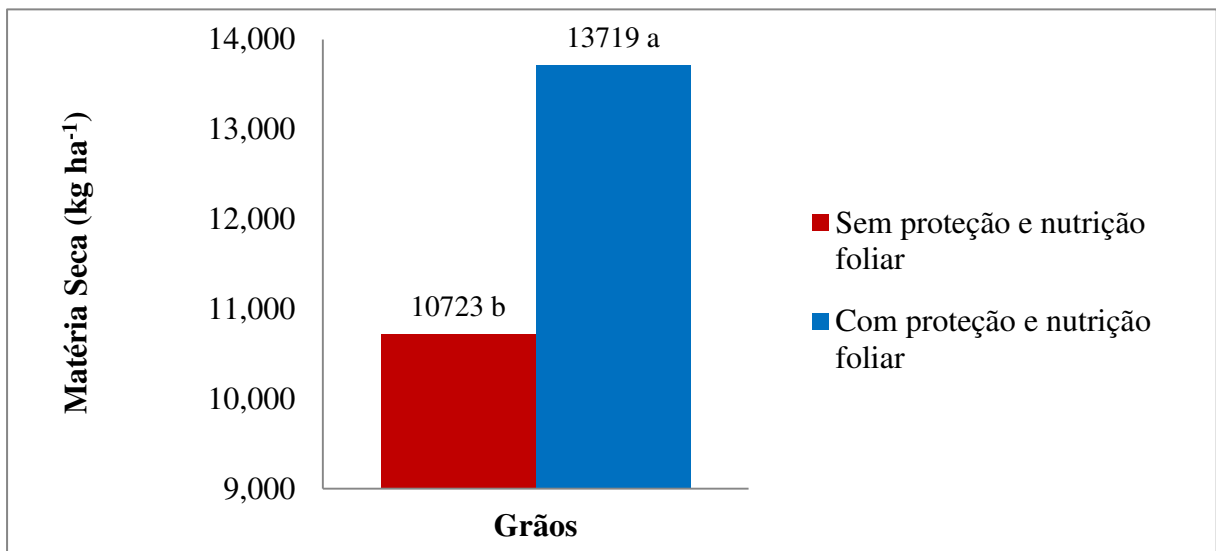


Figura 7 – Produtividade de grãos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

Com relação ao peso seco do corpo da planta não foi observado uma diferença significativa ao se realizar a aplicação foliar (Figura 8). Além disso, observou-se um maior peso dos grãos em relação ao corpo, demonstrando que as plantas com maior suscetibilidade privilegiam a translocação para os grãos, de forma a se ter a perpetuação de sua espécie.

Quanto aos componentes do corpo da planta, notou-se um incremento significativo no conteúdo de matéria seca apenas do colmo (Figura 9), o que demonstra que a planta, além de investir na perpetuação de sua espécie, também investe na sustentação do seu corpo.

Segundo Pinto *et al.* (1997) e Reis e Casa (1996) fatores que reduzem a fotossíntese e alteram as relações entre fonte e dreno de nutrientes, aumentam a predisposição das plantas a

podridões do colmo, o que justifica o menor conteúdo de massa seca, em plantas não nutridas e não protegidas, neste órgão. Alvim (2011) observou também a importância da proteção e da nutrição foliar na manutenção dos colmos e salientou que esse tratamento reduz as perdas no momento da colheita, implicando em maiores lucros.

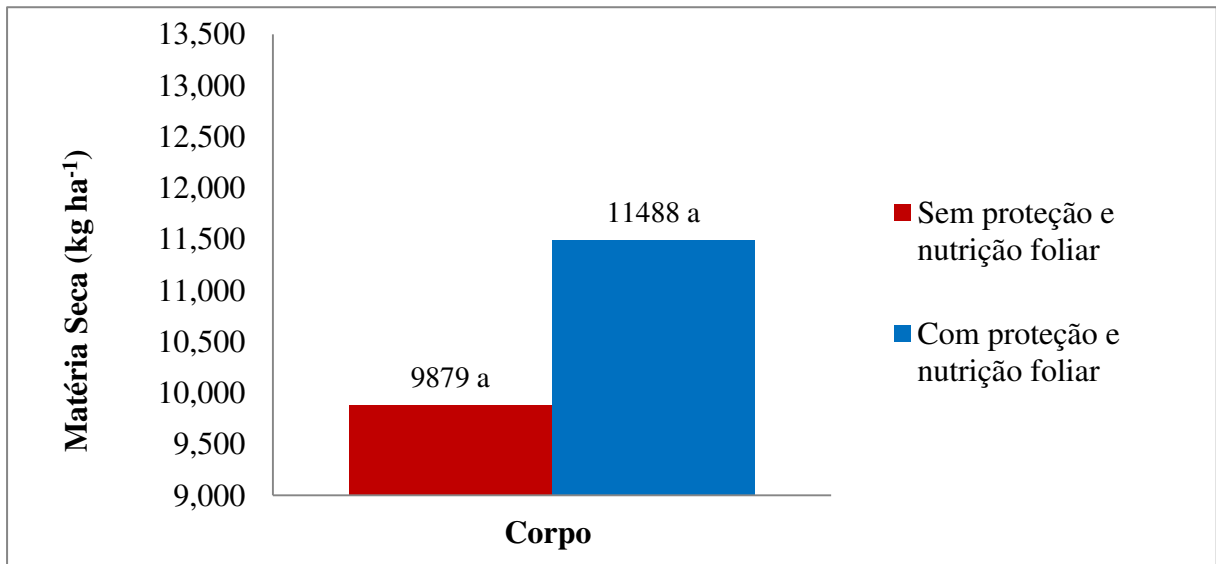


Figura 8 – Peso da matéria seca do corpo da planta do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

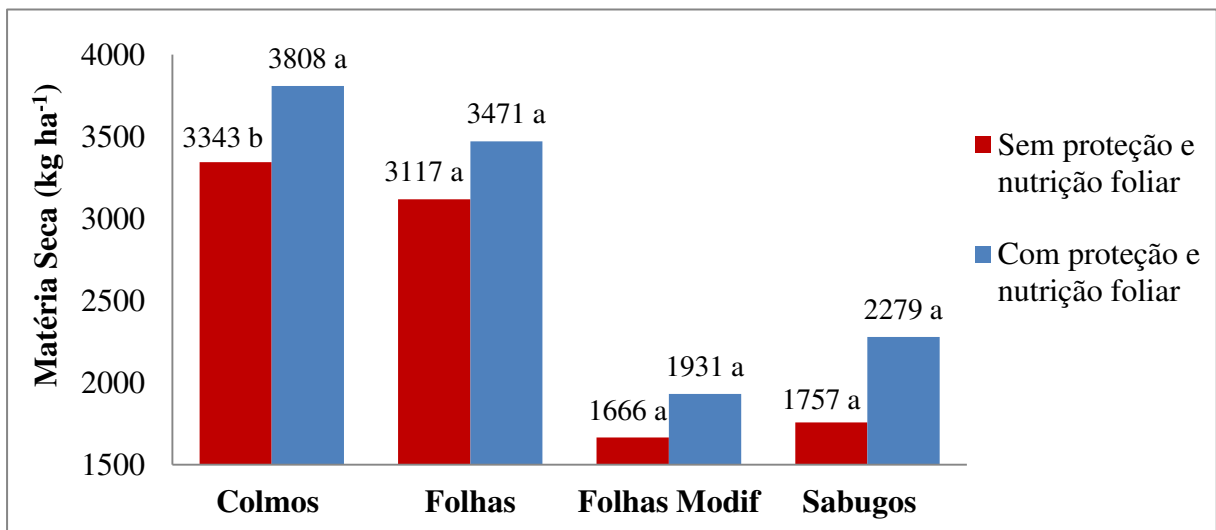


Figura 9 – Peso da matéria seca dos colmos, folhas, folhas modificadas da espiga e sabugos do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

Com relação ao conteúdo de água no momento da colheita, observou-se uma menor quantidade no corpo da planta sem proteção e nutrição foliar (Figura 10). Essa diferença foi de aproximadamente 4100 L ha⁻¹, caracterizando uma senescência retardada (“*Stay-Green*”) da planta tratada.

Ademais, a planta sem tratamento possuía apenas 60 L ha^{-1} o que indica uma redução precoce na produção e translocação de fotoassimilados e conseqüentemente uma morte prematura da planta. Quanto menor o conteúdo de água mais suscetível ao acamamento a planta está, pois é a turgência celular que sustenta a planta e sem esta os órgãos se quebram facilmente. Além da sustentação por meio da turgência, a água é essencial na conversão dos fotoassimilados, o que implica em maior acúmulo de massa seca nos órgãos. O desenvolvimento da planta e sua produtividade são alterados quando se altera esse conteúdo líquido (JORDAN, 1983; FERNÁNDEZ *et al.*, 1996).

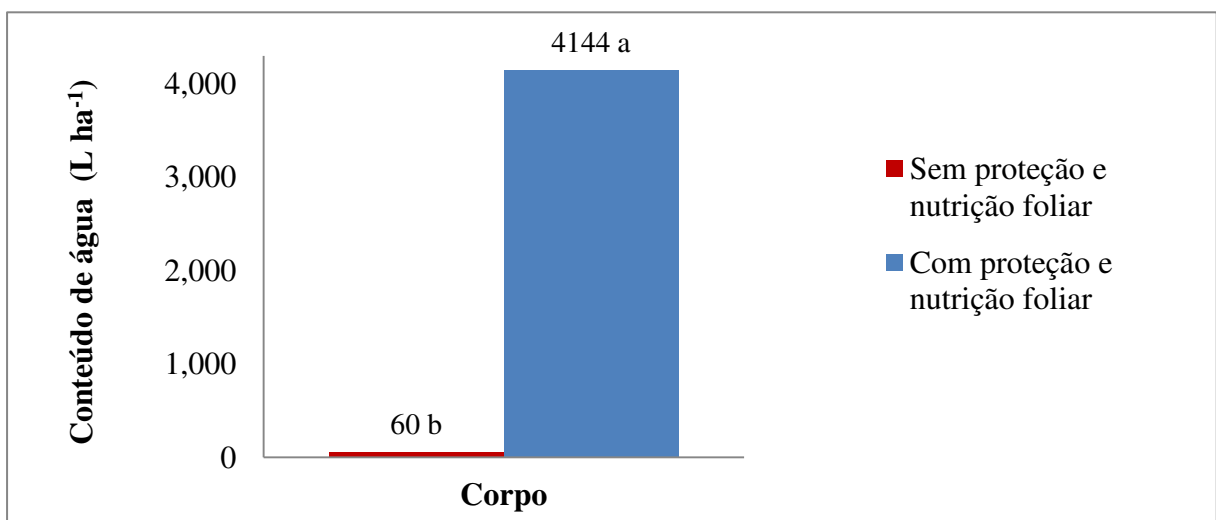


Figura 10 – Conteúdo de água na planta no momento da colheita do híbrido 2, com e sem proteção e nutrição foliar. UFU, Uberlândia, 2012.

5. CONCLUSÕES

Independente do ambiente genético, o tratamento foliar incrementou a matéria seca dos colmos.

Para o híbrido com maior nível de resistência às doenças foliares, a interação da proteção e da nutrição foliar incrementou a matéria seca dos órgãos do corpo da planta.

Já para o híbrido com maior suscetibilidade às doenças foliares, obteve-se um incremento, além da massa seca dos colmos, na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.

ALVIM, K.R.T.; BRITO, C.H.; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; LOPES, M.T.G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, 2010 a.

ALVIM, K.R.T.; BRITO, C.H.; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; REZENDE, W.S. Efeito da proteção foliar com fungicida na qualidade de colmo e raiz de um híbrido de alto potencial produtivo. **Anais...** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia – MG, 2010 b.

ALVIM, K.R.T.; BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; LOPES, M.T.G. Efeito da Aplicação foliar de cobalto e molibdênio na produtividade e qualidade de grãos da cultura do milho. **Anais...** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia – MG, 2010 c.

ALVIM, K.R.T. **Influência de fungicida e adubação foliar em características agronômicas e sanitárias da cultura do milho**. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2011. 105p.

AMADO, T.J C.; MIELNICZUK, J.; AITA C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.

BERGER, R. D. Comparison of Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. **Phytopathology**, St. Paul, v. 71, p. 716-719, 1981.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2006. 172p.

BRANDÃO, A.M.; JULIATTI, F.C.; BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; VALE, F.X.R.; HAMAWAKI, O.T. Fungicidas e épocas de aplicação no controle de ferrugem comum

(*Puccinia sorghi* Schw.) em diferentes híbridos de milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2003.

BRASIL E.M.; CARVALHO, Y. Comportamento de híbridos de milho em relação a *Phaeosphaeria mayds* em diferentes épocas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 12, p. 1977-1981, 1998.

BRITO, A.H.; VON PINHO, R.G.; POZZA, E.A.; PEREIRA, J.L.A.R.; FARIA FILHO, E.M. Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 472-479, 2007.

CHOBOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxico: a teoria da trofobiose**. 2ª ed. Porto Alegre: L&PM editora, 1999. 256p.

COELHO, A.M.; FILHO A.C. **Adubação foliar da cultura do milho utilizando fertilizantes multinutrientes**. Comunicado Técnico 135, EMBRAPA, Sete Lagoas, 2006. 6p.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.C.; BAHIA, A.F.C. ; GUEDES, G.A. Balanço de nitrogênio 15N em Latossolo Vermelho Escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 95, p. 187-193, 1991.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2009/2010 quarto levantamento janeiro 2011**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos_09.12.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2011.

DUVICK, D.N.; CASSMAN, K.G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. **Crop Science**, v. 39, p. 1622-1630, 1999.

EVANGELISTA, J.R.E. *et al.* Tratamento de sementes com enraizante e adubação foliar e seus efeitos sobre o desempenho da cultura do milho. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.34, n.1, p.109-113, 2010.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FAQUIN V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras – MG, 2005. 186p.

FERNÁNDEZ, C.J.; McINNES, K.J.; COTHREN, J.T. Water status and leaf area production in water-and nitrogen-stressed cotton. **Crop Science**, v. 36, p. 1224-1233, 1996.

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

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) Windows 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometrias, 2000. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FILHO, J.S.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

GADAGA, S.J.C. **Fosfitos na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contra a antracnose**. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, 2009. 82p.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 307-313, 1999.

GROSSMAN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicide strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, v. 50, p. 11-20, 1997.

GUIMARÃES, G.L.; BUZETTI, S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; ANDRADE, J.A.C. Efeito de culturas de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo na implantação do plantio direto. **Acta Scientiarum**, v. 28, p. 471-477, 2006.

HANKS, J.; RITCHIE, J.T. **Modelling plant and soil systems**. Madison: American Society of Agronomy, 1991. 545p.

HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 1021-1030, 1985.

HUBER, D.M.; WILHELM, N.S. **The role of manganese in resistance to plant disease**. In: Manganese in soil and plants: an international symposium. Glen Osmond: Waite Agriculture Research Institute, p. 155 – 173, 1998.

HRAZDINA, G. Compartmentation in phenolic metabolism. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 381, p. 86-93, 1994.

ISAAC, S. **Fungal and plant interactions**. Cambridge: Chapman and Hall, 1992. 418p.

ITO, H.A.; OLIVEIRA, M.F.; NETO, J.A.G. STRADIOTTO, N.R. A melhor utilização do fosfito. **Revista Campo e Negócio**, Uberlândia, n. 51, p. 23-25, 2007

JORDAN, W.R. Limitations to efficient water use in crop production. Madison: ASA, CSSA, and SSA, p. 289-317, 1983.

KIRALY, Z.; SOLIMOSY, F.; VOROS, J. **Methods in plant pathology**. Budapest: Akademiai Kiadó, 1970. 509p.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD V. Micronutrientes na fisiologia das plantas. **Encarte do informações agronômicas**, n. 118, 2007.

LEMAIRE, G. Ecofisiologia de pastagens: aspectos da dinâmica das populações de plantas forrageiras em relvados pastejados, 2001.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: Simpósio internacional sobre produção animal. **Anais...** Viçosa – MG, p. 117-144, 1997.

LOPES, B.A. **Aspectos importantes da fisiologia vegetal para o manejo**. Trabalho de pós graduação - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2003. 55p.

LOPES, N.F. **Análise de crescimento e conversão da energia solar em população de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais**. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1973. 61p.

MAGALHÃES, A.C.N.; DURÃO, F.O.M.; PAIXA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas, Circular Técnica 20, 1995. 23p.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124p.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A.E.; PAULINO, V.T. Micronutrientes - Uma visão geral. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 1-33, 1991.

MANFRON, P.A. *et al.* Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, p. 333-342, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press Inc., 1986. 674p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.

MATTER, U.F.; SILVA, C.J.; CAZETTA, J.O. Alocação de fotoassimilados em milho submetido a diferentes proporções de folhas e grãos. **Revista Ceres**, v. 51, n. 298, p. 741-753, 2004.

MEHLA, R.S.; SINGH, T.A. Comparison of dry matter nutrient accumulation in hybrid and composite maize. **Indian Journal of Agronomy**, v. 25, n. 3, p. 370-377, 1980.

NOVAKOWISKI, J.H.; SANDINI I.E.; NOVAKOWISKI J.H.; PIVATTO, R.A.D.; FALBO, M.K.; FANCELLI, A.L. Efeito da aplicação de fungicida e fosfito de potássio sobre a massa seca de milho para a produção de silagem de planta inteira. **Anais...** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia – MG, 2010.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular técnica, 75**. Sete Lagos: Embrapa. CNPMS, 2006. 6p.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H; AMORIN, L. (Ed.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p.417-453.

PATRICK, J.W. **Hormonal control of assimilate transport**. In: Wareing P.G. (Ed.) *Plant growth substances*. London: Academic Press, p.669-678, 1982.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Seropédica – RJ. 1998, 150p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55552100/Metabolismo-Carbono>> Acesso em: 16 jan. 2012.

PIMENTEL, C.; COSTA, E.S.; SANTOS, M.G.; GUIMARÃES, V.F. Leaf protoplasmatic tolerance to water stress in bean genotypes. **Physiol. Mol. Biol. Plants**, v. 6, p.15-20, 2000.

PINTO, N.F., J.A.; FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.) - controle de doenças. In. VALE, F.R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas - grandes culturas**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa,v. 2, p. 821-863, 1997.

RAINS, D.W. **Mineral metabolism**. In: *Plant Biochemistry*. 3ª ed. J. Bonner & J. Varner, eds. Academia Press. Nova Iorque, 1976. 925p.

RAMOS, J.P.; **Frequência e época de aplicação de fungicidas e seus efeitos em híbridos de milho (*Zea mays* L.)**. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2011. 80p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 80p.

RUGET, F. Contribution of storage reserves during grain filling of maize in northern European conditions. **Maydica**, Bergamo, v. 38, p 51-59, 1993.

RUSKE, R.E.; GOODING, M.J.; JONES, S.A. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 140, p. 395-407, 2003.

SALGADO, P.R. **Fenóis totais no cafeeiro em razão das fases de frutificação e do clima**. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP, 2004. 78p.

SANDINI, L.E. *et al.* Efeito de adubação suplementar via sementes e foliar na cultura do milho em sistema de plantio Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava – PR. EMBRAPA. In: **Sistema de produção, 2**. Versão Eletrônica – 3ª ed, 2007.

SANGOI, L.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 259-267, 2002.

SANTOS, D.M.M. **Nutrição Mineral**. Apostila de Fisiologia Vegetal. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2004. 13p.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, D.J.; VENEGAS, V.H.A.; RUIZ, H.A.; SANTANNA, R. Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 715-721, 2004.

SMITH, J.A.C.; MILBURN, J.A. Phloem turgor and the regulation of sucrose loading in *Ricinus communis* L. **Planta**, n. 148, p. 42–48, 1980.

SOARES, L.C.S.; PEREIRA, C.R.; ROSA, C.A.P.; DOURADO NETO, D.; ABRITTA, M.A.; LORENÇONI, R. Caracterização da Variação Temporal da Massa de Matéria Seca de Plantas de Milho. **Anais... XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Goiânia – MG, 2010.

STICHER, L.; MAUCH MANI, B; METRAUX, J.P.; Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, p. 235-270, 1997.

SWANK, J.C.; BELOW, F.E.; LAMBERT, R.J.; HAGEMAN, R.H. Interaction of carbon and nitrogen metabolism in the productivity of maize. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 4, n. 70, p. 1185-1190, 1982.

THOMAS, H.; SMART, C. Crops that stay green. **Annals of Applied Biology**, v. 123, p. 193-219, 1993.

TOLLENAAR, M. Sink: Source relationships during reproductive development in maize: a review. **Maydica**, Bergamo, v. 1, n. 22, p. 49-75, 1977.

UHART S.A.; ANDRADE F.H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source and sink ratios. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 183-190, 1995.

VASCONCELLOS, C.A.; BARBOSA, J.V.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E. Acumulação de massa seca e de nutrientes por duas cultivares de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 8, p. 887-901, 1983.

VASCONCELLOS, C.A.; VIANA, M.C.M.; FERREIRA, J.J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. 1998. Disponível em: <[http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/1770a78fe96fd5fd032564cd004a56df/8de06d43015f4e7e832566e100793389/\\$FILE/pab277_95.doc](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/1770a78fe96fd5fd032564cd004a56df/8de06d43015f4e7e832566e100793389/$FILE/pab277_95.doc)>. Acesso em: 16 ago. 2011.

VENACIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. *Ponta Grossa* v. 9, p. 59-68, 2003.

VINCELLI, P. QoI (Strobilurin) Fungicides: Benefits and Risks. **The Plant Health Instructor**, 2002.

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 32, p.1191-1197, 1997.

WU, Y.; TIEDEMANN, A.V. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollution**, v. 116, p. 37-47, 2002.

WU, Y.; TIEDEMANN, A.V. Physiological effect of azoxystrobin and epoxiconazole on senescence and the oxidative status of wheat. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 71, p. 1-10, 2001.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição mineral da planta. **Informações agronômicas POTAFOS**, Piracicaba, n. 75, p. 1-16, 1996.