

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ADINALDO FERREIRA DA SILVA FILHO

**Estado nutricional, produtividade e remoção de nutrientes pelo híbrido de milho
BR9308 YG em duas safras**

Rio Largo - AL

2018

ADINALDO FERREIRA DA SILVA FILHO

**Estado nutricional, produtividade e remoção de nutrientes pelo híbrido de milho
BR9308 YG em duas safras**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Agrárias/UFAL, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de
Oliveira

Rio Largo - AL

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

S586e Silva Filho, Adinaldo Ferreira da

Estado nutricional, produtividade e remoção de nutrientes pelo híbrido de milho BR9308YG em duas safras. Rio Largo-AL – 2018.

39 f.; il; 33 cm

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Prof. Dr. Mauro Wagner de

OLiveira.

1. Nutrição mineral de milho. 2. Tecnologias de Produção. 3. Adubação de restituição. I. Título.

CDU: 633.15

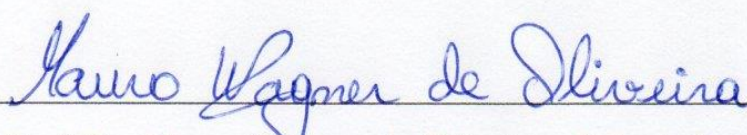
Folha de Aprovação

ADINALDO FERREIRA DA SILVA FILHO

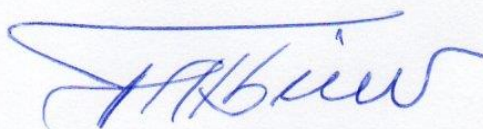
Estado nutricional, produtividade e remoção de nutrientes pelo híbrido de milho
BR9308 YG em duas safras

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Agrárias/UFAL, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo e aprovação em
26 de novembro de 2018.

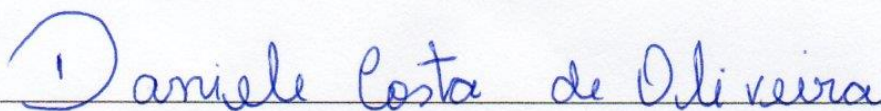
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira - Orientador - CECA/UFAL



Prof. Dra. Terezinha Bezerra Albino Oliveira – CECA/UFAL



Dra. Daniele Costa de Oliveira – CECA/UFAL

DEDICATÓRIA

A Deus pela vida! A minha família, em especial meus pais que me proporcionaram segurança, esperança e a certeza da vitória. A minha esposa por ter suportado a distância. Aos meus irmãos. A todos os mestres que tive a oportunidade de conhecer.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força, saúde e entendimento para superar todos os obstáculos. A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração, que me proporcionaram escalar mais um degrau e que hoje vislumbro um horizonte superior. A meus pais e minha esposa, pelo incentivo e apoio incondicional. A todos os meus companheiros de classe.

RESUMO

A pecuária leiteira é de grande importância sócio econômica para diversos municípios do Brasil, pois emprega grande número de pessoas de diferentes classes sociais. A alimentação de vacas leiteiras de alta produtividade é constituída basicamente de ração concentrada e silagem de milho e, isoladamente, a alimentação é o item que mais onera a produção de leite. No presente estudo são descritas as principais tecnologias adotadas em sistemas de produção de milho de alta produtividade destinado à ensilagem, no município de Mercês, Zona da Mata Mineira. O estudo foi conduzido em fazenda produtora de leite, no período de agosto de 2015 a março de 2017. A fazenda situa-se a uma altitude média de 525 m. O clima da região é tropical de altitude com chuvas durante o verão e temperatura média anual em torno de 18 °C, com variações entre 24 °C (média das máximas) e 13,8 °C (média das mínimas). A precipitação média anual nos últimos 30 anos foi de cerca de 1.200 mm. Antecedendo a implantação do estudo, foram coletadas amostras de solo de uma área de produção de forragem da fazenda, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm e de posse dos resultados da análise química, em setembro de 2015, realizou-se a aplicação de calcário e de gesso, visando elevar a saturação por bases a 60% na camada arável e, reduzir a saturação por alumínio na camada de 20 a 40 cm. Na primeira semana de outubro de 2015, o solo foi novamente gradeado. Três dias após, realizou-se a semeadura do milho, híbrido BR9308YG. Na adubação de plantio, utilizou-se o adubo 10-30-10 na dose de 450 kg por hectare. No estágio fenológico de três pares de folhas, realizou-se a adubação em cobertura utilizando-se 1.000 kg do adubo 20-00-20 por hectare. Na fase da emissão de inflorescência feminina, avaliou-se o estado nutricional das plantas. Em meados de janeiro de 2015, quando a biomassa aérea das plantas apresentou em média 33% de matéria seca, avaliou-se a produção de forragem da lavoura, amostrando-se, de forma sistemática, sete áreas de 10,0 m² cada, nas mesmas áreas utilizadas para avaliação do estado nutricional das plantas. O milho foi cortado a cerca de 20 cm acima do solo e o material vegetal foi pesado e passado em picadeira de forragem. Subamostras desse material foram secas em estufa e analisadas quanto aos teores de nutrientes minerais e proteína. A semeadura do segundo ano de estudo foi realizada na primeira semana de outubro de 2016. Não houve necessidade de nova aplicação de calcário e gesso. O solo foi novamente gradeado e três dias após realizou-se a semeadura do milho, híbrido BR9308YG. Nas adubações, controle de plantas daninhas e nas amostragens para avaliação do estado nutricional e produção de forragem foram adotados os mesmos procedimentos descritos para o primeiro ano de avaliação. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a variabilidade experimental em cada ano e o efeito do ano de cultivo sobre o estado nutricional, produção de forragem da lavoura, remoção de nutrientes e balanço de nutrientes no sistema solo-planta. Não houve efeito do ano de cultivo sobre os teores foliares de macro e micronutrientes e, nos dois anos de cultivo as plantas tiveram teores foliares adequados para todos os nutrientes. Para a produção de forragem e acúmulo de nutrientes na biomassa aérea do milho também não houve efeito do ano de cultivo. Na média dos dois anos o acúmulo de matéria natural e de matéria seca na biomassa aérea do milho foi respectivamente de 61,7 e 20,0 t por hectare. O acúmulo médio de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa aérea foi respectivamente de 253; 39; 240; 43; 25 e 25 kg por hectare. O sistema de produção adotado permitiu obter alta produtividade de forragem e grande estabilidade entre anos.

Palavra-chave: Nutrição mineral do milho. Tecnologias de produção. Adubação de restituição.

ABSTRACT

Dairy farming is of great socioeconomic importance for several municipalities in Brazil, since it employs large numbers of people from different social classes. Feeding of high-yield dairy cows consists basically of concentrated feed and corn silage, and feeding alone is the most expensive item for milk production. The present study describes the main technologies used in high productivity maize production systems for silage in the municipality of Mercês, Zona da Mata Mineira. The study was conducted on a dairy farm from August 2015 to March 2017. The farm is situated at an average altitude of 525 m. The climate of the region is tropical at high altitude with rains during the summer and annual average temperature around 18 ° C, with variations between 24 ° C (mean maximum) and 13,8 ° C (average minimum). The average annual precipitation in the last 30 years was about 1,200 mm. Before the implantation of the study, soil samples were collected from a forage production area of the farm, in the layers from 0 to 20 and from 20 to 40 cm and from the results of the chemical analysis, in September of 2015, the application of limestone and gypsum, aiming at raising the base saturation to 60% in the arable layer and, to reduce the saturation by aluminum in the layer of 20 to 40 cm. In the first week of October, 2015, the soil was reassembled again. Three days later, corn sowing, hybrid BR9308YG, was performed. In the fertilization of planting, the fertilizer 10-30-10 was used in the dose of 450 kg per hectare. In the phenological stage of three pairs of leaves, the fertilization was done in cover using 1.000 kg of the fertilizer 20-00-20 per hectare. In the phase of the emission of female inflorescence, the nutritional status of the plants was evaluated. In the middle of January 2015, when aerial biomass of the plants presented on average 33% of dry matter, the forage production of the crop was evaluated, systematically sampling seven areas of 10.0 m² each, in the the same areas used to evaluate the nutritional status of plants. The corn was cut about 20 cm above the ground and the plant material was weighed and passed in forage chopper. Subsamples of this material were dried in an oven and analyzed for nutrient and protein contents. Seeding of the second year of study was carried out in the first week of October 2016. There was no need for a new application of limestone and gypsum. The soil was reassembled and three days after corn sowing, hybrid BR9308YG. In fertilization, weed control and sampling for nutritional status evaluation and forage production, the same procedures were adopted for the first year of evaluation. The results were submitted to analysis of variance to verify the experimental variability in each year and the effect of the year of cultivation on nutritional status, crop forage production, nutrient removal and nutrient balance in the soil-plant system. There was no effect of the year of cultivation on the macro and micronutrient foliar contents and, in the two years of cultivation, the plants had foliar tors adequate for all the nutrients. For the production of forage and nutrient accumulation in aerial biomass of maize, there was also no effect of year of cultivation. In the average of the two years the accumulation of natural matter and dry matter in the aerial biomass of maize was respectively 61.7 and 20.0 t per hectare. The average accumulation of N, P, K, Ca, Mg and S in aerial biomass was 253, respectively; 39; 240; 43; 25 and 25 kg per hectare. The adopted production system allowed to obtain high productivity of forage and great stability between years.

Keyword: Corn mineral nutrition. Production technologies. Refund fertilization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização geográfica do município de Mercês-MG, local de condução do estudo.....	21
Figura 2 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha diagnose do milho BR9308YG, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011)	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de concentração de nutrientes na folha de milho	20
Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância e médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha diagnose, do híbrido de milho BR9308YG, em função das duas safras analisadas	23
Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância e médias produção de forragem, com base na matéria natural (Prod. MN) e na matéria seca (Prod. MS), percentual de matéria seca na forragem (% de MS), e concentrações de nitrogênio (Conc. N), concentração de proteína bruta (Conc. Proteína), concentração de fósforo (Conc. P), concentração de potássio (Conc. K) , concentração de cálcio (Conc. Ca), concentração de magnésio (Conc. Mg) e concentração de enxofre (Conc. S), na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos dois anos agrícolas	25
Tabela 4 - Quadrados médios das análises de variância e os coeficientes de variação para o acúmulo de nitrogênio (Ac. N), acúmulo de proteína bruta (Ac. Prot.), acúmulo de fósforo (Ac. P), acúmulo de potássio (Ac. K), acúmulo de cálcio (Ac. Ca), acúmulo de magnésio (Ac. Mg) e a acúmulo de enxofre (Ac. S) na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos dois anos agrícolas	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Panorama Atual	13
2.2	Características Botânicas	14
2.2.1	Híbridos de Milho	15
2.3	Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral	16
2.3.1	Avaliação da Fertilidade do Solo	16
2.3.2	Calagem	17
2.3.3	Gessagem	18
2.3.4	Adubação Mineral de Plantio e Cobertura	19
2.3.5	Avaliação do Estado Nutricional	20
3	METODOLOGIA	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Estado Nutricional das Plantas	23
4.2	Produção e Concentração de Nutrientes na Biomassa.....	24
4.3	Acúmulo de Nutrientes na Biomassa.....	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29
	ANEXO	36

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) representa uma grande parte do mercado agrícola mundial; juntamente com arroz, trigo e soja, este cereal tem registrado, nos últimos anos, crescimento em produção proporcionado pelas possibilidades do seu uso na alimentação humana e animal (GARCIA et. al., 2006). O milho vem atingindo ganhos expressivos 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). Dentre as características condicionadas à genética de cada híbrido de milho que favorecem à expansão e produtividade das lavouras, destacam-se: 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 agronômicas (PADILHA, 2014).

Nos municípios da Zona da Mata mineira, região onde a pecuária leiteira é uma atividade de grande importância socioeconômica, destaca-se o uso do milho para a alimentação de vacas leiteiras como alternativa para diminuição dos custos relacionados à alimentação do gado, item de maior valor na apuração dos custos de produção. A perspectiva de expansão das lavouras da região está associada à esta atividade e, portanto, requer manejo adequado por parte dos produtores, com vista a obter melhores resultados na produção de forragem. Para diminuir o custo de produção de silagem de alta qualidade, os pecuaristas têm investido em diversas tecnologias, incluindo bom preparo do solo, correção da acidez da camada arável, uso de gesso agrícola, adequada adubação química de plantio e de cobertura, uso de composto orgânico originários das fezes e urina dos animais, rotação de culturas, semeadura de híbridos de milho responsivos à adubação e que têm alto percentual de grãos na biomassa a ser ensilada.

O bom planejamento da lavoura inicia-se com o estudo das principais tecnologias a serem adotadas em um sistema de produção de milho. É de grande importância para o sucesso da lavoura destinada a ensilagem realizar a escolha correta de híbridos com grande eficiência nutricional e responsáveis à melhoria do ambiente de produção. Segundo Bison (2003), a obtenção de cultivares híbridas foi a principal causa do expressivo 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. No entanto, estes híbridos de milho, apesar de apresentarem altas produções, são também exigentes quanto às necessidades nutricionais. A cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente

atendidas com vista a expressar todo o seu potencial produtivo, 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). Conforme citado por Souza (2006), para se obter altas produtividades de milho, além de considerar as características climáticas, os manejos corretos quanto às adubações e correções do solo são fundamentais. Nesse aspecto, faz-se necessário o estudo, quanto ao híbrido semeado, dos fatores relacionados ao nível de fertilidade do solo, disponibilidade potencial de nutrientes, época, forma e modo de aplicação de fertilizantes, absorção e acúmulo de nutrientes pelo milho e translocação e exportação de nutrientes.

Ante às perspectivas apresentadas, o presente estudo descreve as principais tecnologias adotadas em sistemas de produção de milho de alta produtividade destinado à ensilagem, no município de Mercês, Zona da Mata Mineira, tendo-se avaliado também o estado nutricional, produção de forragem e a remoção de nutrientes do híbrido de milho BR9308YG, em duas safras de primavera - verão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA ATUAL

O milho destaca-se por ser o terceiro dentre os principais grãos produzidos mundialmente (TEIXEIRA e COSTA, 2010). Estados Unidos da América, China, Brasil e Argentina são os maiores produtores, segundo informações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). A produção mundial de milho atingiu mais de 900 milhões de toneladas nas safras de 2014/2015 e representa uma cultura de importância social e econômica dos países desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos. O seu consumo mundial aumentou 9,4% nos últimos cinco anos, enquanto a produção subiu apenas 3,2%. Sua utilização vai desde a alimentação animal, humana, múltiplos usos industriais, obtenção de álcool e fabricação de biocombustíveis (SALLA et al., 2010).

O Brasil é um país de destaque na produção deste grão: é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial, cujas perspectivas de expansão das lavouras em maior produtividade mantendo-se a área plantada requer, por parte dos agricultores, o implemento de tecnologias que permitam atingir colheitas cada vez mais significativas, visto que, em comparação com demais países, o Brasil tem a possibilidade de realizar duas safras de milho em um mesmo ano agrícola (SOLOGUREN, 2015). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), as áreas plantadas de milho, para a safra 2017/2018, foram 4,97 milhões de hectares (milho de primeira safra) e 11,43 milhões de hectares (milho de segunda safra). A estimativa de produtividade para esta mesma safra é de 5.059 kg ha⁻¹ (milho de primeira safra) e 5.547 kg ha⁻¹ (milho de segunda safra). Estima-se colher 25,17 milhões de toneladas na primeira safra e 67,17 milhões de toneladas na segunda safra 2017/2018. Os estados de Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, representam os maiores produtores de milho do país, com rendimentos de produção de 26.420,8; 14.671,3; 9.379,2; 9.034,8; 6.942,6; 4.740,4; 4.665,5 mil toneladas, respectivamente. Contudo, a cultura do milho é produzida em todo território nacional, sendo nas regiões Norte e Nordeste cultivada, principalmente, pelos pequenos agricultores (SOLOGUREN, 2015).

Outro fator considerado por parte dos produtores é a aptidão do milho para consumo humano e animal. A venda dos grãos para consumo humano é um importante componente na alimentação em países da América Central e África; nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, a maior parte é destinada à alimentação animal, como forma de diminuir os

custos de produção. Este fator contribui para o aumento da produtividade e expansão das lavouras de milho na Zona da Mata mineira, cuja pecuária leiteira representa importante atividade socioeconômica para os pecuaristas da região (GARCIA et. al., 2006). O uso do milho para fabricação de ração e silagem representa grande parte da colheita, conforme citado por Sologuren (2015), estima-se que, do total de toneladas produzido, 65% são destinadas à alimentação animal.

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

O milho (*Zea Mays* L.) é uma planta da família das *Poaceae*, gênero *Zea*. Pode ser cultivada em grande diversidade de climas: tropicais, subtropicais e temperados. A área principal de cultivo está situada entre as latitudes de 55° N a 45°S. É uma espécie monoica, seus órgãos masculinos estão agrupados na panícula, situada no topo do colmo que contém unicamente os estames envolvidos nas glumas. Os órgãos femininos estão agrupados em uma ou em mais do que uma espiga situada(s) na(s) axila(s) da(s) folha(s) e são reconhecidos pelos seus longos estiletos. Acredita-se que a domesticação do milho ocorreu na região onde hoje é o território do México, a partir de um ancestral selvagem, o teosinte (CRUZ et al., 2011).

É uma planta de origem tropical e, portanto, exigente em calor e água durante o seu ciclo vegetativo para se desenvolver satisfatoriamente. Os processos de fotossíntese, respiração, transpiração e evaporação ocorrem em função da energia disponível no ambiente, comumente designada por calor. O crescimento, desenvolvimento e translocação estão relacionados à disponibilidade hídrica do solo, sendo mais significativos em regiões de altas temperaturas (FANCELLI, 2015).

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: alta disponibilidades de radiação, temperaturas máximas diurna 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) e

distribuição pluviométrica regular, principalmente nos períodos de maior demanda hídrica da cultura (SANGOI et al., 2010).

De forma natural, a planta de milho se reproduz por polinização livre. A seleção de um grupo de indivíduos, por parte dos melhoristas, para o cruzamento, dá origem às variedades, que são altamente heterozigóticas, com maior estabilidade produtiva e variabilidade genética, entretanto, com menor uniformidade do produto obtido e menor produtividade em função à baixa exploração da heterose, pois no máximo 50% dos *locos* estarão em heterozigose (FRITSCHÉ e MÔRO, 2015). De acordo com Sangoi et al. (2006), o maior investimento em práticas de manejo e insumos incrementa o rendimento de grãos e a margem bruta 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.

2.2.1 Híbridos de Milho

Os Híbridos de milho são resultantes do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos entre si e homocigotos, conforme o número de genitores utilizados, obtém-se diferentes tipos de híbridos. Caracterizam-se por serem altamente heterozigóticos e homogêneos. O alto vigor é expresso na primeira geração (F1) e requer a aquisição de novas sementes a cada plantio, visto que, o plantio das sementes obtidas na colheita da F1 resulta em plantas heterogêneas, com perda de produtividade e vigor de híbrido, a depender do tipo, esta redução poderá ser de 15% a 40% na produtividade (FRITSCHÉ e MÔRO, 2015).

Os híbridos são classificados em simples, duplo e triplo (FERREIRA, 2006). Os simples são provenientes do cruzamento entre duas linhagens puras. Possui alto potencial produtivo, sendo recomendado o seu uso em sistemas de produção que disponham de altas tecnologias. É, portanto, mais caro a aquisição de sementes deste tipo. Híbridos triplos são resultado do cruzamento entre um híbrido simples e uma linhagem pura, indicado para sistemas de produção de média a alta tecnologia. O potencial produtivo das sementes é relativamente mais baixo em comparação com os de híbrido simples. A obtenção dos híbridos duplos provém do cruzamento entre dois híbridos simples. Recomenda-se o seu uso aos produtores com média tecnologia (FRITSCHÉ e MÔRO, 2015), é de rápida aceitação por parte dos agricultores por ter um custo

de aquisição relativamente mais baixo em comparação com os demais e sua produtividade ser satisfatória.

Permanece o desafio aos melhoristas continuarem a produzir híbridos cada vez mais eficientes, substituindo os que já existem por novos com vantagens em relação aos antecessores. Nesse aspecto, o desenvolvimento de híbridos geneticamente modificados que levam à produção de proteínas tóxicas à determinadas ordens de insetos pragas é uma alternativa à proteção das plantas (PEIXOTO, 2008). Os benefícios desta técnica, associada à melhores manejos da cultura de forma sustentável, promove altas rentabilidades das lavouras e agrega conhecimentos técnicos e científicos (LOGUERCIO et al., 2002).

Conforme estudo conduzido pela Embrapa Milho e Sorgo (CRUZ et al., 2013), das 479 cultivares avaliadas, 263 eram cultivares convencionais e 216 cultivares transgênicos, deste total, em torno de 61% são híbridos simples, 22% híbridos triplos, 10% híbridos duplos e 7% variedades. O estudo apresentou maior tendência do mercado brasileiro pelo uso de sementes de híbrido simples ($\geq 95\%$), cuja justificativa está associada aos fatores de produtividade e homogeneidade apresentados anteriormente.

2.3. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL

Nos últimos anos, no Brasil, tem-se utilizado várias tecnologias na produção do milho, destacando-se a melhoria da qualidade dos solos através de técnicas de manejo, correção da acidez e uso de insumos (COELHO, 2008), visto que o solo é o principal meio para o crescimento e nutrição das plantas (LOPES e GUILHERME, 2007) e, portanto, de elevada importância para o alcance de altas produtividades.

2.3.1 Avaliação da Fertilidade do Solo

A primeira etapa para condução do estudo é a análise de solo. Com base nos dados obtidos a partir dela, é possível quantificar e avaliar as necessidades quanto ao estado de fertilidade do solo e possíveis aplicações de corretivos e fertilizantes. Esta etapa de amostragem deve ser realizada de forma eficaz, com o objetivo de evitar possíveis erros, portanto, faz-se necessário uma amostragem que representem bem a área estudada. Para Anghinoni e Salet (1998) os erros contidos na amostra resultarão em recomendações subestimadas ou superestimadas dos insumos, que acarretará prejuízo ao produtor. Para a cultura do milho, em geral, recomenda-se a coleta de amostras do solo nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade (SOUZA, 2006). Os resultados da camada de 0 a 20 cm servirão para os cálculos

da necessidade de adubação e calagem e os da camada de 20 a 40 cm para os cálculos da necessidade de gessagem.

O cultivo de híbridos de milho, apesar de apresentar altas produções, são também exigentes quanto às necessidades nutricionais (AMARAL FILHO et al., 2005), portanto faz-se necessário o uso de avaliações quanto à nutrição mineral de plantas e a remoção dos nutrientes pelo híbrido a ser cultivado, com vista a fornecer às exigências nutricionais existentes e, se necessário, complementá-las por meio de adubações químicas de plantio e de cobertura, uso de compostos orgânicos e resíduos agroindustriais (OLIVEIRA et al., 2007). A análise foliar tem por objetivo conhecer o estado nutricional da cultura, a fim de planejar de forma eficiente os cultivos posteriores. Por meio dela é possível correlacionar as concentrações dos nutrientes presentes nas plantas com as produções obtidas, calculando-se as doses de fertilizantes que possibilitem as produtividades almejadas. Bem como a análise do solo, a amostragem aqui também exige que seja feita de forma criteriosa e em épocas certas, visto que, conforme citado por Souza (2006), a concentração dos nutrientes na folha de milho pode variar conforme os estágios fenológicos da cultura, portanto, recomenda-se que a coleta das folhas seja feita na fase da emissão de inflorescência feminina. O sucesso do cultivo de milho é resultado do bom planejamento da lavoura. O agricultor deve lançar mão dos resultados das análises de solo e das análises foliares como base para solução dos problemas nutricionais da cultura observados, aliados aos demais fatores, e obter ganhos significados de produtividade.

2.3.2 Calagem

Um dos fatores limitantes para o bom desempenho da lavoura de milho é o fato dos solos brasileiros, de modo geral, serem naturalmente ácidos, estes podem ainda estar associados à presença de elementos considerados tóxicos às plantas, como o Alumínio (Al) e Manganês (Mn) trocáveis no solo, bem como teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em baixas concentrações (SOUSA, 2007). Esse processo de acidificação pode ser intensificado por meio do uso de determinados fertilizantes e cultivos excessivos (RAIJ, 2011).

A prática da calagem tem sido adotada como um implemento tecnológico às lavouras, visto que tem por objetivo corrigir a acidez do solo, neutralização do alumínio tóxico, ser fonte de Ca e Mg, promover melhorias à estrutura e à atividade microbiana (BRADY, 1989). Também promove o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e disponibilidade de nutrientes como nitrogênio e fósforo (PADILHA, 2014). Castro et al. (2011) afirmam que esta

prática leva à maior produção da matéria seca das culturas e promove efeito significativo na macroporosidade da camada de 0 a 20 cm.

Para que esta atividade promova os benefícios citados, é fundamental que a dosagem aplicada do corretivo seja a adequada (ALCARDE, 1992). Comumente utilizam-se os calcários calcícticos, magnesianos e dolomíticos e os silicatos de cálcio e magnésio como corretivos de acidez do solo. Dentre os métodos para a determinação da calagem tem-se: Método da incubação, método do $Al^{3+} + (Ca^{2+} + Mg^{2+})$, Método da Saturação por bases e Método SMP (A sigla que identificam o método se referem aos seus criadores: Shoemaker, Mac Lean e Pratt). Recomenda-se, para a cultura do milho, elevar a saturação por bases para 60% e utiliza-se para o cálculo da dosagem a seguinte expressão (RAIJ, 2011):

$$QC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = [(60 - V) \times T] \div PRNT \text{ (Eq. 1)}$$

Sendo V = saturação por bases atual do solo; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; e PRNT = poder relativo de neutralização total do corretivo utilizado.

QC = quantidade de calcário

A presença do alumínio em suas formas fitotóxicas ($Al(OH)^{2+}$ e Al^{3+}) afeta a divisão celular, inibi o crescimento das raízes e se ligam fortemente ao fósforo do solo, contribuindo para a sua indisponibilidade às plantas, além de afetar os processos fotossintéticos, passagem de nutrientes pela membrana celular devido a rigidez provocada pela ligação deste elemento às formas fosfatadas da bicamada fosfolipídica, diminuição da absorção de água e, conseqüentemente, menores rendimentos da cultura (TAIZ e ZAIGER, 2016; OLIVEIRA et al., 2018). Com a aplicação do corretivo, ocorre a elevação do pH do solo e a neutralização da acidez, precipitando o alumínio e disponibilizando o fósforo para as plantas (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2018).

2.3.3 Gessagem

A gessagem é uma prática que objetiva a melhoria do ambiente radicular. Seu uso, em complemento ao calcário, diminui a toxicidade do Al, precipitando-o (SOUZA, 2007), isto se dá devido a possibilidade do SO_4^{2-} , proveniente da solubilização do $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, movimentar-se no perfil do solo e acumular-se nas camadas mais profundas, ligando-se ao Al^{3+} , formando $AlSO_4^+$. Comumente, a recomendação da gessagem é adotada quando a camada subsuperficial do solo apresentar teores de Cálcio (Ca) menores que $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e/ou Al maior que 0,5

cmol_c dm⁻³ e/ou saturação por alumínio maior que 30% (RIBEIRO et al., 1999; SOUZA, 2006). Conforme citado por Oliveira et al (2007), as dosagens de gesso baseiam-se na necessidade de calagem e textura do solo, aplicando-se 1/3 a 1/4 da recomendação da calagem.

2.3.4 Adubação Mineral de Plantio e Cobertura

A recomendação de adubação toma como base as análises de solo, conforme os resultados da amostragem feita na camada de 0 a 20 cm de profundidade, e foliar discutidas anteriormente. Recomenda-se, para o plantio de híbridos, que se façam adubações de plantio e de cobertura, suficiente para que a cultura complete o seu ciclo e com base no nível de tecnologia disponível pelo produtor (GOMES et al., 2006).

Dentre os fatores que afetam a qualidade e eficiência da produção de silagem de milho, Neumann et al. (2005) citam, para além das condições edafoclimáticas, o nível de adubação nitrogenada. Este elemento é encontrado, em grande parte na planta, sob formas orgânicas e em maior proporção por aminoácidos e proteínas (MALAVOLTA et al., 1997). Conforme citado por Amaral Filho et al. (2005), verifica-se aumento linear nos teores de N presentes na folha, bem como o número de grãos por espiga, produtividade e teor de proteína nos grãos de milho em plantas que receberam adubação de cobertura, visto que o nitrogênio é um macroelemento responsável por maiores incrementos na produtividade dos grãos (COELHO et al., 2004).

Para o milho destinado à silagem, a exigência quanto a adubação se diferencia devido ao processo de produção da silagem, onde toda a parte aérea é colhida, tornando a exportação de N mais acentuada (NEUMANN et al., 2005). Em estudo conduzido por Carvalho et al (2011), observou-se respostas eficientes à aplicação de doses até 160 kg de N ha⁻¹. Souza (2006) cita valores de adubação com até 200 kg de N ha⁻¹ para produções acima de 10 t ha⁻¹.

Com relação a adubação fosfatada, não sendo necessário a realização de adubação corretiva, recomenda-se que todo o P seja aplicado durante o plantio (SOUZA, 2006). Na planta, este elemento será componente de ácidos nucléicos, nucleotídeos, fosfolipídeos, sendo requisitado em reações que envolvem ATP, como respiração celular e fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2016). 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%), pressupõe-se que a porcentagem restante está armazenada nas folhas e demais órgãos da planta (COELHO e RESENDE, 2008).

O potássio (K) é um macronutriente requerido em mais de 40 enzimas e está envolvido em vários processos bioquímicos (TAIZ e ZEIGER, 2016). Para a cultura do milho, exerce

influência na qualidade do grão, em especial o peso e o número de grãos por espiga (PADILHA, 2014). É importante observar os teores deste elemento no solo, visto que, conforme citado por Pavinato et al. (2008), a aplicação de adubações potássicas em solos com altos teores de K não contribuem significativamente para o incremento na produtividade das lavouras.

2.3.5 Avaliação do Estado Nutricional

Para a avaliação do estado nutricional das plantas, após realizado a análise foliar, os dados obtidos são comparados com os recomendados pela literatura, com o objetivo de verificar se o elemento se encontra em estado de deficiência, estado nutricional ótimo ou em excesso/toxidez. Na tabela 1 estão citadas as faixas de concentrações de nutrientes, consideradas adequadas, conforme citação de pesquisadores brasileiros.

Tabela 1 - Faixas de concentração de nutrientes na folha de milho.

Autores	----- Nutrientes -----					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Malavolta et al. (1997)	27,5-32,5	2,5-3,5	17,5-22,5	2,5-4,0	2,5-4,0	1,5-2,0
Raij et al. (2011)	27-35	2,0-4,0	17-35	2,5-8,0	1,5-5,0	1,5-3,0
Autores	----- mg kg ⁻¹ -----					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Malavolta et al. (1997)	15-20	6-20	50-250	50-150	0,15-0,20	15-50
Raij et al. (2011)	10-25	6-20	30-250	20-200	0,1-0,2	15-10

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em fazenda produtora de leite localizada no município de Mercês, Zona da Mata Mineira (Figura 1), no período de agosto de 2015 a março de 2017, em um solo de textura média. A fazenda situa-se a uma altitude média de 525 m. O clima da região é tropical de altitude com chuvas durante o verão e temperatura média anual em torno de 18 °C, com variações entre 24 °C (média das máximas) e 13,8 °C (média das mínimas). A precipitação média nos últimos 30 anos foi de cerca de 1.200 mm. Os solos da região são, predominantemente, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Latossólico. Embora esses solos se caracterizem por baixa fertilidade, a atividade agrícola é possível usando-se técnicas como calagem, gessagem e fertilizações (MENDES, 2006).

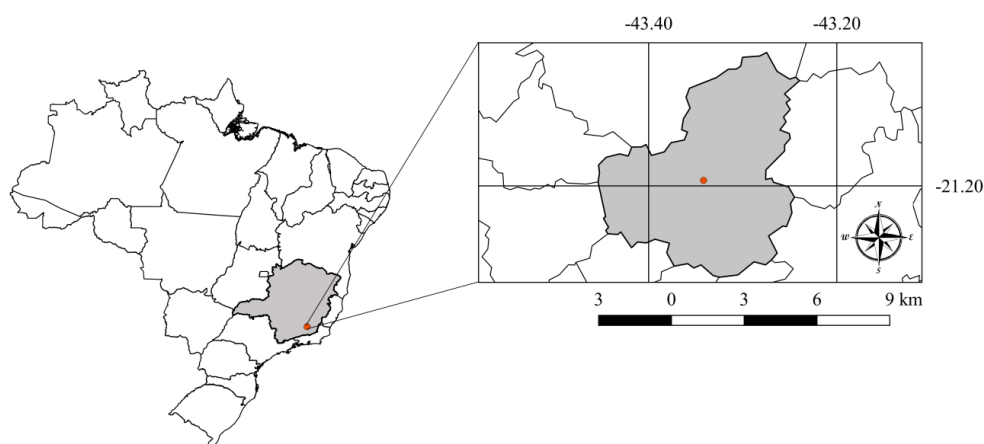


Figura 1 - Localização geográfica do município de Mercês-MG, local de condução do estudo.

Antecedendo a implantação do estudo, foram coletadas amostras de solo de uma área de produção de forragem da fazenda, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm. Os resultados da análise estão dispostos em anexo. De posse dos resultados da análise química dessas amostras de solo, foi avaliada a necessidade de aplicação de calcário e de gesso, visando elevar a saturação por bases a 60% na camada arável e, reduzir a saturação por alumínio na camada de 20 a 40 cm, conforme proposto por Oliveira et al. (2007) e Raij (2011).

Em setembro de 2015, aplicou-se o calcário dolomítico e o gesso, arando e gradeando-se o solo após a distribuição do corretivo de acidez e do gesso. O produtor optou pelo uso do calcário dolomítico baseando nos trabalhos conduzidos por Oliveira (1993); Oliveira et al. (2007) e Raij (2011) que estabeleceram o teor de $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ como valor crítico. Nos estudos conduzidos por Oliveira (1993) constatou-se que variações na relação Ca:Mg do solo

de 1:1 a 12:1 em solos com teores de Ca e Mg trocáveis acima de 2,32 e 0,40 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, não afetaram o rendimento nem a produção de matéria seca do milho.

Na primeira semana de outubro de 2015, o solo foi novamente gradeado. Três dias após, realizou-se a semeadura do milho, híbrido BR9308YG. Na adubação de plantio, utilizou-se o adubo na formulação 10-30-10 (para N, P, K, respectivamente) na dose de 450 kg por hectare. O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando-se herbicida pré-emergente a base de atrazina. No estágio fenológico de três pares de folhas, realizou-se a adubação em cobertura utilizando-se 1.000 kg do adubo 20-00-20 por hectare. O adubo foi enterrado na entrelinha do milho para evitar possíveis perdas por volatilização (OLIVEIRA et al., 2017).

Na fase da emissão de inflorescência feminina, avaliou-se o estado nutricional das plantas, seguindo-se métodos descritos por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011), amostrando-se de forma sistemática, em sete áreas de 10,0 m^2 cada. O limbo foliar foi analisado quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Os teores de nitrogênio foram obtidos pelo método de Kjeldahl, o fósforo por colorimetria e potássio por fotometria de chama. O cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco, ferro foram determinados por meio da espectrofotometria de absorção atômica.

Em meados de janeiro de 2015, quando a biomassa aérea das plantas apresentou em média 33% de matéria seca, avaliou-se a produção de forragem da lavoura, amostrando-se, de forma sistemática, sete áreas de 10,0 m^2 cada, nas mesmas áreas utilizadas para avaliação do estado nutricional das plantas. O milho foi cortado a cerca de 20 cm acima do solo e o material vegetal foi pesado e passado em picadeira de forragem. Subamostras desse material foram secas em estufa e analisadas quanto aos teores de nutrientes minerais e proteína, seguindo-se métodos descritos por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011).

A semeadura do segundo ano de estudo foi realizada na primeira semana de outubro de 2016. Não houve necessidade de nova aplicação de calcário e gesso. O solo foi novamente gradeado e três dias após realizou-se a semeadura do milho, híbrido BR9308YG. Nas adubações, controle de plantas daninhas e nas amostragens para avaliação do estado nutricional e produção de forragem foram adotados os mesmos procedimentos descritos para o primeiro ano de avaliação. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011), para verificar a variabilidade experimental em cada ano (coeficiente de variação) e o efeito do ano de cultivo sobre o estado nutricional, produção de forragem da lavoura e remoção de nutrientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, será apresentada uma discussão sobre os resultados obtidos com o estado nutricional das plantas, discorrendo-se posteriormente sobre a produção de forragem e a remoção de nutrientes do híbrido de milho BR9308YG, em duas safras.

4.1 Estado Nutricional das Plantas

Na Tabela 2 são apresentados o quadrado médio das análises de variância e coeficiente de variação dos teores de macro e micronutrientes na folha diagnose do milho em função das duas safras analisadas. Pela análise desta tabela, verifica-se que não houve efeito significativo de ano para nenhum dos elementos analisados. A ausência de resposta não se deveu a variabilidade experimental, uma vez que, somente para o teor de magnésio, enxofre e cobre, o coeficiente de variação foi superior a 10%.

Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância e médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha diagnose, do híbrido de milho BR9308YG, em função das duas safras analisadas.

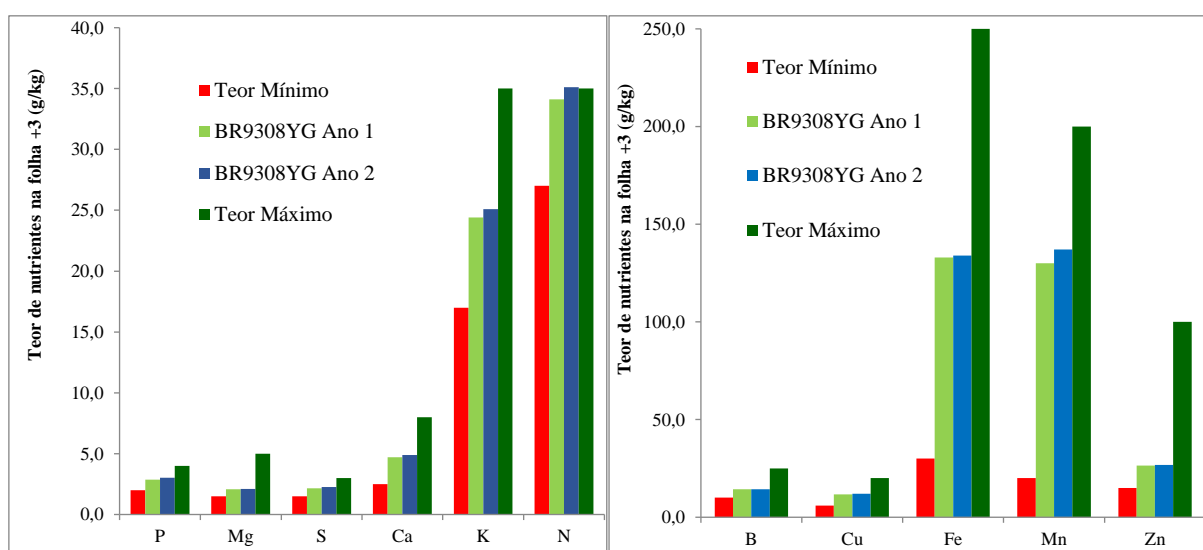
Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- Quadrados médios -----					
	3,500 ^{ns}	0,102 ^{ns}	1,715 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,057 ^{ns}
Ano	----- Média geral (g kg ⁻¹) -----					
	34,64	2,94	24,73	4,78	2,09	2,20
C.V.(%)	5,77	7,81	6,97	6,37	11,77	10,74
Fonte de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- Quadrados médios -----					
	0,256 ^{ns}	0,285 ^{ns}	124,56 ^{ns}	164,571 ^{ns}	0,071 ^{ns}	
Ano	----- Média geral (mg kg ⁻¹) -----					
	14,42	11,85	133,28	133,85	26,64	
C.V.(%)	8,00	11,78	4,37	9,27	5,82	

^{ns}, não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Para facilitar a visualização dos valores médios obtidos no estudo com o BR9308YG, comparativamente àqueles considerados como mínimo e máximo, é apresentado na figura 2 os

teores foliares do BR9308YG para os dois anos de colheita e os de referência (mínimo e máximo), baseando-se nos autores: Malavolta et al. (1997) e Raij (2011). Pela análise destas figuras verifica-se que as plantas estavam bem supridas, tanto para os macronutrientes, quanto para os micronutrientes. Verificou-se que para N o teor obtido no segundo ano foi pouco maior que o teor máximo citado na literatura.

Figura 2 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha diagnose do milho BR9308YG, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011).



Com base nos estudos e citações mais antigas como as de Bull e Cantarella (1993), Raij et al. (1996), Fancelli (2000), com citações mais recentes (RAIJ, 2011) verificam-se que não há muita diferença entre os valores máximos e mínimos citados por esses autores, para os teores foliares adequados. Segundo esses autores as plantas de milho estariam bem supridas quando seus teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S, em gramas por kg de matéria seca do limbo foliar, situam-se, respectivamente, entre 27 e 40; 1,9 e 4,0; 17 e 35; 2,3 e 8,0; 1,5 e 5,0; e, 1,5 e 3,0.

4.2 Produção e Concentração de Nutrientes na Biomassa

Na Tabela 3 estão apresentados os quadrados médios das análises de variância e os coeficientes de variação para a produção de forragem, com base na matéria natural (Prod. MN) e na matéria seca (Prod. MS) e percentual de matéria seca na forragem (% de MS) na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos dois anos agrícolas.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância e médias da produção de forragem, com base na matéria natural (Prod. MN) e na matéria seca (Prod. MS) e percentual de matéria seca na forragem (% de MS) na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos dois anos agrícolas.

Fonte de variação	Prod. MN	Prod. MS	% de MS
	----- Quadrados médios -----		
	1,382 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,600 ^{ns}
	----- Média geral -----		
Ano	----- t ha ⁻¹ -----		%
	61,70	20,08	32,55
C.V. (%)	5,60	6,65	2,96

^{ns}, não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Analisando-se a tabela 3, verifica-se que não houve efeito dos anos agrícolas em nenhuma das variáveis analisadas. Novamente, a ausência de resposta não se deveu a variabilidade experimental, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 10%. A produção de forragem, da ordem de 60 t de matéria natural por hectare, com 32,55% de matéria seca, o equivalente a 20,08 t de matéria seca por hectare, caracteriza um sistema de alta produtividade (OLIVEIRA et al., 2017).

Em estudo conduzido pelo Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da região de Viçosa - MG (PDPL, 2017), avaliando a produtividade de 18 híbridos de milho recomendados para a ensilagem, cultivados em solo de alta fertilidade (Saturação por bases de 62,07 % e, teores de fósforo e potássio extraídos com Melhich, respectivamente de 33 e 108 mg dm⁻³) obtiveram produtividade média dos quatro híbridos mais produtivos de 19,0 t de matéria seca por hectare, valores muito próximos aos do presente estudo.

Produtividades médias de biomassa aérea do milho da mesma ordem da obtida no presente estudo foram relatadas por Dias (2002), Neumann (2006), Zopollatto (2007) e Turco (2011) em sistemas de produção mais tecnificados. O percentual médio de matéria seca da forragem, por ocasião da colheita foi de 32,55%, com coeficiente de variação de 2,96%, portanto dentro da faixa recomendada por Neumann (2006), Zopollatto (2007) e Turco (2011), que é de 30 a 35%.

4.3 Acúmulo de Nutrientes na Biomassa

Os teores de nutrientes na biomassa aérea, multiplicados pela produção de matéria seca, resultaram nos valores de acúmulo de nutrientes na biomassa da parte aérea, apresentados na tabela 4. Nesta tabela estão descritos os quadrados médios das análises de variância e os coeficientes de variação para o acúmulo de nitrogênio (Ac. N), acúmulo de proteína bruta (Ac. Proteína), acúmulo de fósforo (Ac. P), acúmulo de potássio (Ac. K), acúmulo de cálcio (Ac. Ca), acúmulo de magnésio (Ac. Mg) e a acúmulo de enxofre (Ac. S) na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos anos agrícolas. Não foi verificado efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas. Os maiores coeficientes de variação observados para essas variáveis, comparativamente, ao estado nutricional e a concentração de nutrientes deve-se ao acúmulo de variabilidade quando se multiplica a concentração de nutrientes pelo acúmulo de matéria seca.

Tabela 4 - Quadrados médios das análises de variância e os coeficientes de variação para o acúmulo de nitrogênio (Ac. N), acúmulo de proteína bruta (Ac. Prot.), acúmulo de fósforo (Ac. P), acúmulo de potássio (Ac. K), acúmulo de cálcio (Ac. Ca), acúmulo de magnésio (Ac. Mg) e a acúmulo de enxofre (Ac. S) na biomassa aérea do híbrido de milho BR9308YG, em função dos dois anos agrícolas

Fonte de variação	Ac. N	Ac. Prot.	Ac. P	Ac. K	Ac. Ca	Ac. Mg	Ac. S
	----- Quadrados médios -----						
Anos	243,61 ^{ns}	9523,37 ^{ns}	0,840 ^{ns}	299,19 ^{ns}	2,328 ^{ns}	3,177 ^{ns}	0,028 ^{ns}
	----- Média geral (kg/ha) -----						
	253,78	1.586	38,83	240,32	43,35	25,97	25,42
C.V. (%)	10,35	10,35	8,64	11,78	8,36	13,59	11,06

^{ns}, não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Resende et al. (2016), em estudo conduzido em Latossolo Vermelho muito argiloso, em Sete Lagoas, avaliaram a produção de produção de matéria seca e a remoção de nutrientes por quatro híbridos simples de milho transgênicos: AG8088 PRO X, DKB 310 PRO 2, DKB 390 PRO e Pionner 30F53YH e dois híbridos simples convencionais, de ciclo semiprecoce (BRS 1040) e um híbrido experimental 1L873. O híbrido DKB 310 PRO 2 destacou-se quanto a produtividade de matéria seca, alcançando valores da ordem de 19 t de matéria seca por hectare. O segundo híbrido mais produtivo foi o BRS 1040, com produtividade de matéria seca na

biomassa aérea de aproximadamente 17 t por hectare. Para o DKB 310 PRO 2 os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S foram respectivamente de 358, 33, 160, 60, 48 e 25 kg ha⁻¹. Para o BRS 1040 os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S foram respectivamente de 309, 30, 213, 59, 46 e 23 kg ha⁻¹. Resende et al. (2016) citam que houve diferença significativa (Scoot-Knott a 5%) para os acúmulos apenas para N e K. Pelo exposto, nesses sistemas de alta produtividade há grande remoção de nutrientes pela colheita da forragem para a ensilagem e deve-se repor esses nutrientes, pela adubação química ou dejetos de bovinos, para não comprometer a fertilidade do solo e as futuras safras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve efeito do ano de cultivo sobre os teores foliares de macro e micronutrientes, nos dois anos de cultivo as plantas tiveram teores foliares adequados para todos os nutrientes. Para a produção de forragem e acúmulo de nutrientes na biomassa aérea do milho também não houve efeito do ano de cultivo. Na média dos dois anos, o acúmulo de matéria natural e de matéria seca na biomassa aérea do milho foi respectivamente de 61,7 e 20,0 t por hectare. O acúmulo médio de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa aérea foi respectivamente de 253; 39; 240; 43; 25 e 25 kg por hectare. A variabilidade experimental foi pequena e na quase totalidade das variáveis analisadas o coeficiente de variação foi inferior a 10%. O sistema de produção adotado permitiu obter alta produtividade de forragem e grande estabilidade nos dois anos de cultivo, contudo, nesses sistemas de produção intensiva de forragem há grande remoção de nutrientes pela colheita do milho para a ensilagem e deve-se estar atento às adubações, para que decréscimo na fertilidade do solo não venham a comprometer a produtividades das safras futuras.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C. **Corretivo de acidez dos solos:** características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992, p. 26. (Boletim Técnico, 6).

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.

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Amostragem de solo e as recomendações de adubação e calagem para o sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N.J., ed. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, Núcleo Regional Sul/SBCS, 1998. p.27-52.

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.

BRADY. N.C. **Natureza e Propriedade dos solos**. 7ed. New York: John Willey, 1989. 898p.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1993.

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.

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.

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.; 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.; 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 da safra brasileira: Acomp. safra bras. grãos.**, v. 5 Safra 2017/18 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-140, fev. 2018.

CRUZ, J.C.; QUEIROZ, L.R. e PEREIRA FILHO I.A. **Milho – Cultivares**: Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 20 set. 2018

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 em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/mandireto.htm> Acessado em: set. 2018.

DEMATTE, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Informações Agronômicas**, n 111, set., 2005.

DIAS, F. N. **Avaliação de parâmetros agronômicos e nutricionais em híbridos de milho para silagem**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.95 p. 2002

FANCELLI, A.L. Nutrição e adubação do milho. Piracicaba: Departamento de Agricultura/ESALQ/USP, 2000.

FANCELLI, A.L. Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho. **Visão Agrícola**. n.13 jul. – dez., USP/ESALQ. 2015. p.20-23.

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

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas: bases genéticas da seleção e da hibridação**. 1. ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas- EDUFAL, 2006. v. 2. 80 p.

FRITSCHÉ, R; MÔRO, G.V. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. **Visão Agrícola**. n.13 jul. – dez., USP/ESALQ. 2015. p.12-15.

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J.; DUARTE, J.O. Importância do milho em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n.233, p. 7-12, 2006.

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.

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, A. S.; GUILHERME L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas – Princípios e Aplicações** (2ª Edição). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006, 46p. Dissertação (Mestrado.) – UFV-Viçosa, 2006.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E. ; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSERA, E. R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 418-427, 2005.

NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre perdas, valor nutritivo de silagens e desempenho de novilhos confinados.** 2006, 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

OLIVEIRA, E.L. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação cálcio/magnésio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.383-388, 1993.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. In: **Informe Agropecuário**, v. 28, n.239, 2007. Belo Horizonte. p. 30-43.

OLIVEIRA, M. W.; MACÊDO, G. A. R.; MARTINS, J. A.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, A. B. **Mineral Nutrition and Fertilization of Sugarcane.** In: Alexandre Bosco de Oliveira. (Org.). Sugarcane - Technology and Research. 1ed. Londres: INTECH - Open Science, v. 1, p. 169-191, 2018.

OLIVEIRA, T.B.A; OLIVEIRA, M.W.; NASCIF, C.; RODRIGUES, T.C.; LIMA JÚNIOR, D. M.; BRITO, F.S.; FRANCO JÚNIOR, C.L. Maize quality for silage and cost of production. In: **V International Symposium on Forage Quality and Conservation.** ESALQ, Piracicaba, 2017. CD ROM.

PADILHA, F. A. **Desempenho de híbridos de milho em dois níveis de investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG.** 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em 2014) Universidade Federal de São João del Rey. São João del Rey. 2014.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C.A.; GIROTTI, 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. M. A evolução da produtividade do milho no Brasil. **Informativo da Pioneer**, Santa Cruz do Sul. n. 33, p. 35–39, 2011.

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

Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da região de Viçosa- MG, (2017) <http://www.pdpl.ufv.br/pdpl/files/jornais/bf7f6c09d3936558114aaad806569390.pdf>, acessado em 10 de setembro de 2018.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

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.

RESENDE, A.V.; SILVA, G.M.; GUTIÉRREZ, A.M.; SIMÃO, E.P.; GUIMARÃES, J.M.; MOREIRA, S.G.; BORGHI, E. **Indicadores de demanda de macro e micronutrientes por híbridos modernos de milho**. Circular técnica 220. EMBRAPA, Sete Lagoas -MG. 9 p. 2016.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

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.; 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.

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.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão Agrícola**. n.13 jul. – dez., USP/ESALQ. 2015.

SOUSA, D.M.G. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205 - 274.

SOUZA, J.A. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 27, n. 233 p. 26-40, jul./ago.2006

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Editora Artmed. 2016.

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).

TURCO, G.M.S. **Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio**. Dissertação, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. 2011. 65 p.

ZOPOLLATTO, M. **Avaliação do efeito da maturidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem sobre a produtividade, composição morfológica e valor nutritivo da**

planta e seus componentes. 2007. 210f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007

ANEXO

Anexo 1. Resultados da Análise de Solo para estudo conduzido em fazenda produtora de leite localizada no município de Mercês - MG

Identif.	pH	P	K	Na	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m
camada	H ₂ O	.---- mg dm ³ ---.			.----- cmol _c dm ³ -----.					.---- (%) -----.			
0 a 20 cm	4,9	6,0	20,0	0,0	0,75	3,50	1,20	0,38	1,63	2,38	5,13	31,79	31,50
20 a 40 cm	4,4	3,0	8,0	0,0	0,60	2,80	0,34	0,19	0,55	1,15	3,35	16,43	52,15