



MARCO THÚLIO FERREIRA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA TRANSMISSIBILIDADE DE FITOPLASMAS E
SPIROPLASMAS VIA SEMENTES DE MILHO**

BAMBUÍ-MG

2019

MARCO THÚLIO FERREIRA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA TRANSMISSIBILIDADE DE FITOPLASMAS E
SPIROPLASMAS VIA SEMENTES DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais como parte dos requisitos para a
obtenção do Grau de Agrônomo.

Orientador: Carlos Manoel de Oliveira

BAMBUÍ-MG

2019

R484a Ribeiro, Marco Thúlio Ferreira.
2019 Avaliação da transmissibilidade de Fitoplasmas e
Spiroplasmas via
sementes de milho. / Marco Thúlio Ferreira Ribeiro. –
BambuÍ, 2019.

28 f. : il. color.

Orientador: Carlos Manoel de Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais. Campus Bambuí.

1. Milho - cultivo. I. Oliveira, Carlos Manoel de (orientador).
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais - Campus Bambuí. III. Título.

CDD: 633.15

MARCO THÚLIO FERREIRA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA TRANSMISSIBILIDADE DE FITOPLASMAS E
SPIROPLASMAS VIA SEMENTES DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Minas Gerais como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de Agrônomo.

Aprovado em 28 de novembro de 2019.

—
Prof. Dr. Carlos Manuel de oliveira (Orientador – IFMG – Campus
Bambuí)

—
Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas (IFMG – Campus Bambuí)

—
Me. Konrad Passos e Silva (IFMG – Campus Bambuí)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao grande arquiteto do universo que tudo fez com tamanha perfeição sempre buscando o equilíbrio para o bem de nosso plano.

Agradeço à minha família que muito me apoiou e compreendeu durante os anos de estudo realizados fora de casa.

Agradeço aos docentes e a todos os trabalhadores do IFMG-BambuÍ pelo empenho e sapiência sempre buscando a transmissão de conhecimentos técnicos e experiências humanas no decorrer da minha permanência da instituição.

Agradeço a todos os amigos e pessoas que diretamente e indiretamente fizeram parte dessa etapa da minha caminhada provendo experiências e contribuindo para minha formação pessoal e técnica.

“Enquanto você reza, vá fazendo.”

(Proverbio Africano)

RESUMO

RIBEIRO, M. T. F. **Avaliação da transmissibilidade de Fitoplasmas e Spiroplasmas via sementes de milho.** Bambuí: 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Bambuí: IFMG *Campus* Bambuí, 2019. 30p.

As sementes em geral possuem um grande potencial de disseminação de doenças em curtas e longas distâncias, infectando áreas até então livres de fitopatógenos específicos. As sementes de milho são responsáveis por disseminação de doenças em seu cultivo, mas se tratando dos enfezamentos pálido e vermelho, que atualmente são desafiadores ao sucesso lucrativo da cultura, a transmissão via sementes ainda é pouco estudada. O seu principal veículo de transmissão é o inseto vetor *Dalbulus maidis* (Cigarrinha do milho) e os organismos responsáveis pelos enfezamentos na cultura do milho são bactérias da classe Mollicutes, que se distinguem das demais pela ausência de parede celular, sendo o *Spiroplasma kunkelii* responsável pelo enfezamento pálido e o fitoplasma (*Maize Bushy Stunt*) responsável pelo enfezamento vermelho. Esses fitopatógenos colonizam o floema das plantas milho afetando diretamente suas funções fisiológicas, implicando no declínio da produção. Diante desse problema objetivou-se avaliar a transmissão de enfezamentos pálido e vermelho via sementes de milho. O trabalho foi conduzido no IFMG-*campus* Bambuí no período de março a julho de 2019, adotando um Delineamento Inteiramente Casualizado em esquema fatorial 4x2 sendo 04 híbridos e 2 locais de semeadura. Foram estudadas 24 plantas de milho, 12 plantas em condições de campo e 12 em ambiente protegido do inseto vetor, a fim de avaliar os sintomas dos enfezamentos oriundos das sementes possivelmente infectadas. Ao longo do ciclo produtivo foram observadas as condições sanitárias das plantas. Ao final do experimento, 139 dias após a semeadura, foram coletados os dados: número de fileiras de grãos por espiga e comprimento de espiga. Chegando a conclusão que, para comprimento de espiga e número de fileiras de grãos por espiga a cultivar SHS 7990 PRO2 da empresa Santa Helena e o ambiente de campo se diferem estatisticamente das demais cultivares e locais respectivamente. Concluiu-se também que para as condições nas quais o experimento foi conduzido, as sementes de milho não transmitiram os enfezamentos, visto que, não apresentaram sintomas foliares característicos dos enfezamentos.

Palavras-chave: Enfezamento. Mollicutes. Safrinha. Doenças. Sanidade.

ABSTRACT

RIBEIRO, M. T. F. **Evaluation of Phytoplasma and Spiroplasma transmissibility via corn seeds.** Bambuí: 2019. Course conclusion work (Bachelor of Agronomy). Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2019. 30p.

Seeds generally have a great potential for spreading diseases over long and short distances, infecting hitherto areas free from specific phytopathogens. Corn seeds are responsible for the spread of diseases in their cultivation, but for Corn Stunt Spiroplasm and Maize Bushy Stunt, which are currently challenging the profitable success of the crop, seed transmission is meager studied. Its main transmission route is the vector insect *Dalbulus maidis* (corn leafhopper) and the organisms responsible for corn stunt are bacteria from Mollicutes class, which distinguish from the others by the absence of cell wall. *Spiroplasma kunkelii* is responsible for Corn Stunt Spiroplasm and phytoplasma is responsible for Maize Bushy Stunt. These phytopathogens colonize the maize plant's phloem affecting directly on the production's decline. Thus, the goal was to evaluate the transmission of Corn Stunt through corn seeds. The work was conducted at IFMG-campus Bambuí from March to July, in 2019, following Completely Randomized Design in factorial scheme (4 cultivar and 2 experimental stations). Twenty-four maize plants, 12 plants under field conditions and 12 under protected environment from the vector insect have been studied in order to evaluate the symptoms of Corn Stunt from possibly infected seeds. Throughout the productive cycle, the sanitary conditions of the plants were observed. By the end of the experiment, 139 days after sowing, data were collected: amount of grain rows per ear and ear length. The conclusion was that for ear length and number of rows of grains per ear the cultivar SHS 7990 PRO2 and field environment differ statistically from the other cultivars and local, respectively. It was also concluded that for the conditions under which the experiment was conducted, the corn seeds did not transmit corn stunt, once they did not show characteristic leaf symptoms.

Keywords: Corn Stunt. Mollicutes. Second crop. Diseases. Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Implantação do experimento no setor de olericultura.....	19
Figura 2 - Isolamento das plantas no ambiente protegido.....	19
Figura 3 - Plantas após desbaste.....	20
Figura 4 - Aferição dos parâmetros referentes à espiga.....	21
Figura 5 - Cigarrinha do milho (<i>Dalbulus maidis</i>).....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26
	ANEXOS	30

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho de nome científico (*Zea mays L.*) engloba um setor da cadeia produtiva agrícola de suma importância, sendo responsável pela fomentação das indústrias alimentícias animal e humana, tendo em vista que 80% da produção brasileira é destinada ao consumo animal. O fechamento da safra 2018/2019 em agosto, segundo CONAB (2019), obteve uma produção de 99.312,3 mil toneladas.

Diariamente a cadeia produtiva do milho se depara com intempéries que muitas vezes independem diretamente da ação humana para sua ocorrência, como fatores climáticos, pragas e doenças. Se tratando de doenças, aquelas comumente encontradas no cultivo do milho, em geral, são: Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis* e *C. sorghi f. sp. maydis*), Mancha branca ou Mancha de Phaeosphaeria, Ferrugem Comum (*Puccinia sorghi*), Ferrugem Polissora (*Puccinia polysora*), Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (*Physopella zae*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), Helmintosporiose (*Bipolaris maydis*), Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*), Antracnose (*Colletotrichum graminicola*), Podridões e Enfezamentos (Pálido, Spiroplasma e Vermelho, Phytoplasma).

As doenças em plantas possuem sempre um veículo transmissor, seja pela chuva, vento, solo, ferimentos na planta ou insetos vetores. Tendo como veículo de transmissão os insetos vetores, na cultura do milho, se destaca os enfezamentos *Maize bushy stunt phytoplasma* e *Spiroplasma kunkelii*, respectivamente Fitoplasma (Enfezamento Vermelho) e Spiroplasma (Enfezamento Pálido), que são disseminados pela Cigarrinha do Milho, *Dalbulus maidis*. Essas doenças transmitidas pela cigarrinha vêm gerando grandes danos econômicos à produção de milho, visto que no mercado apenas se tem disponível variedades tolerantes ao ataque, sendo também esse ataque agravado por plantios tardios e cultivo em segunda safra.

Os danos causados pelos enfezamentos podem chegar a perca de 100% da produção e sua ocorrência extrapola as fronteiras nacionais sendo já registrada nos Estados Unidos, México, Nicarágua, Venezuela Peru e Paraguai. (JÚNIOR, 2001)

As sementes utilizadas no plantio também são veículos de transmissão de diversas doenças e podem ser veículos de transmissão dos enfezamentos, pálido e vermelho. É inegável que as interações entre hospedeiros e patógenos possuem uma grande dinamicidade diante das condições de ocorrência podendo gerar variabilidades genéticas que proporcionem diversas adaptações da genética tanto do hospedeiro quanto do patógeno (SABATO; OLIVEIRA, 2010).

A preocupação com microrganismos veiculados pelas sementes é crescente, principalmente em ambientes favoráveis a esse tipo de transmissão, como em clima tropical, que devido à diversidade climática se faz constante o aumento de problemas fitossanitários. As sementes podem veicular os fitopatógenos em sua superfície, interior ou misturado às sementes, possuindo várias formas de estruturas de sobrevivência e infecção (ARAUJO, et al. 2019).

Os fitopatógenos em sementes devem ser conhecidos e estudados, sendo essa a forma correta de buscar meios para o controle ou erradicação das doenças fitopatogênicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a transmissibilidade de Mollicutes via sementes de milho.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a transmissibilidade de Fitoplasmas e Spiroplasmas via sementes de milho quantificando os danos causados às plantas infectadas através da mensuração da porcentagem de plantas doentes, número de fileira de grãos por espiga e comprimento de espiga.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O milho é uma angiosperma pertencente à família Poaceae sendo o único táxon, *Zea mays L.*, domesticado (SILVA, 2011). É uma planta de caráter monóico cujo potencial de armazenamento energético é um dos mais eficientes da natureza, sendo capaz de gerar uma planta com em média 2 metros de altura, produzindo de 600 a 1000 sementes a partir de uma única semente de 0,3g, em média, num período médio de 9 semanas (MAGALHÃES, et al. 2002).

O milho se destaca como sendo uma das culturas mais importante do mundo, tanto em âmbito social como econômico, podendo também relevar sua importância histórica possuindo indícios do seu cultivo há pelo menos cinco mil anos atrás. Seus locais estimados de origem apontam, na América Central, o México e possivelmente o sudoeste dos Estados Unidos da América (NUNES, 2017)

A cultura do milho nos últimos anos tornou-se, em importância produtiva, superior à cultura do trigo e arroz em níveis mundiais. Interligado a esse fato se destaca também sua diversidade de aplicações para diversos fins, como na alimentação humana, animal, combustível, polímeros, dentre outros, sendo já constatadas três mil e quinhentas aplicações distintas para este cereal. Devido a essa grande demanda produtiva mundial a cultura já ultrapassou a produção de um bilhão de toneladas. Trazendo informações mais claras, do período referente entre a safra 2000/01 para a safra 2017/18, a produção mundial de milho passou de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas, Evidenciando um aumento de 82% (CONTINI *et al.*, 2019).

Na safra de 2017/2018 o Brasil ocupava o terceiro lugar em produção mundial, antecedido por China e Estados Unidos da América. A produção brasileira cresceu em aproximadamente 97% em relação à safra 2000/2001. A taxa de crescimento do Brasil em área plantada, produção e produtividade foram superiores à média mundial. Sendo esses dados relacionados ao intervalo entre os anos de 2000 a 2018 (CONTINI *et al.*, 2019).

A cultura do milho, durante sua trajetória evolutiva condizente com a teoria da evolução proposta por Charles Darwin em 1859, passou por diversos estágios evolutivos até chegar no produto que temos hoje. Ocorrendo durante o período evolutivo mudança notáveis em sua parte externa, quando à arquitetura da espécie, devido às variações genéticas e dispersão geográfica após o cultivo/domesticação da cultura, tendo como abrangência de cultivo desde a latitude de 58° Norte (União Soviética) até 40° Sul (Argentina) (DIAS, *et al.* 2018).

A cultura do milho possui certa flexibilidade de período de semeadura. Outrora, era comum o seu cultivo no período da safra de verão, hoje esse período já é destinado prioritariamente ao cultivo de soja e tem-se como o pico produtivo de milho a safrinha. Esse período corresponde à produção de milho do mês de janeiro a abril (CRUZ, *et al.*, 2010).

O sucesso iminente do cultivo do milho se dá às características já apresentadas de sua importância socioeconômica, sua rusticidade e seu excelente desempenho em climas tropicais. Embora tenham tantas características positivas a favor de sua produção, é inegável a presença de intempéries no meio agropecuário. Caso não se aprimore estudos para sanar esses obstáculos produtivos, esses acontecimentos podem acometer a produção no campo, em alguns casos levando a perda de 100% da produção. Sendo assim, caso medidas curativas e/ou preventivas sejam negligenciadas, os fatores produção e produtividade são seriamente feridos e o prejuízo gerado é imensurável (SILVA *et al.* 2012).

O ato de restringir uma cultura a uma região e/ou período no qual possui uma produção em larga escala, confere também a característica de propiciar um alto desenvolvimento de pragas e doenças devido ao massivo número de hospedeiros dispostos na região. A reponsabilidade da aparição dinâmica de doenças no campo produtivo de milho a cada safra se dá pela utilização de sistemas de irrigação, ampliação do período produtivo, uso de genéticas suscetíveis, ampliação das fronteiras agrícolas e adoção de sistema de plantio direto aliado a não adoção do sistema de rotação de culturas. Assim, gerando variabilidades dos problemas ligados a incidência das doenças em campo. Ligado a esse fato, não existe doença menos importante, reafirmando a flutuação do grau de incidência e severidade de cada doença a cada safra, de acordo com as condições em particular de cada ano (SILVA *et al.* 2012).

Silva (2017), em seu trabalho, estudando a incidência da cigarrinha do milho no estado da Bahia, traz a informação que da produção brasileira de grãos, a cultura do milho corresponde a 40% desse total. Estima-se a perda de um bilhão de dólares na cultura do milho, decorrente as pragas e doenças propiciadas pelos seus fatores agravantes citados no parágrafo anterior.

A cultura do milho sofre com diversas injúrias fitossanitárias causadas por fungos, bactérias, vírus e mollicutes. Nas últimas safras tem-se observado o crescimento exponencial da aparição de dois mollicutes: o *Spiroplasma Kunkelii* e fitoplasma,

reponsáveis pelo Enfezamento Pálido, *Corn stunt spiroplasma – CSS e Maize bushy stunt phytoplasma – MBSP*, Enfezamento Vermelho, respectivamente (SILVA, 2017).

Os indivíduos da classe *Mollicutes* promovem os enfezamentos, que são de ação sistêmica e se alojam no floema da planta. Trata-se de seres procariontes, móveis, ausentes de parede celular, podendo possuir forma de espiral (OLIVEIRA, 2018).

O Phytoplasma se trata de um parasita obrigatório, gram positivo, que possui a capacidade de mudar sua forma durante seu ciclo de vida. Possui unicamente um gene RNA transportador, sendo um parasita que coloniza o floema das plantas. A primeira doença causada por phytoplasma comprovada no Brasil foi o “Cálice Gigante” no tomateiro, superbrotamento, em 1968, utilizando de microscopia eletrônica para essa detecção (BRIOSO, 2019).

O Spiroplasma é possivelmente um dos maiores gêneros da classe Mollicutes encontrados. Esse gênero é pertencente ao Reino Bactéria, Filo Tenericutes, Ordem Entomoplasmatales e Família Spiroplasmataceae. O gênero possui a característica de colonização de células de insetos e plantas, e também a capacidade de evoluir com seu hospedeiro. O destaque morfológico que o distingue dos demais mollicutes é sua forma helicoidal e a capacidade de se mover espontaneamente. Esse mollicute causa a fermentação dos açúcares do meio em que coloniza para obtenção de energia, assim, acidificando o pH por meio da formação de ácidos (CASTANHEIRA, 2005).

Segundo JUNQUEIRA (2003), o fluxo de fotoassimilados das folhas até os outros órgãos da planta fica prejudicado a partir do momento da colonização do floema. Tendo em vista que durante o processo de contaminação as células vegetais desencadeiam reações bioquímicas produzindo compostos fenólicos e fitoalexinas altamente nocivos com o intuito de inibir a proliferação do patógeno, as reservas energéticas da planta são desviadas de suas funções fisiológicas regulares resultando em decadência do seu perfil produtivo.

Os enfezamentos na fase de atuação infecciosa causam debilitação na sanidade radicular da planta de milho levando à diminuição dos internódios, gerando assim, plantas pequenas e sem capacidade de produção ou plantas com tamanho semelhante ao normal, mas com má formação de espiga e enchimentos de grãos comprometido. Assim, produzindo espigas de tamanho reduzido, mal granadas e possuindo “grãos chochos”. São também sintomas comuns desses enfezamentos, o perfilhamento da planta, má formação de palha nas espigas, proliferação de espigas e radículas. Com o mecanismo sistemático e morfológico comprometido, a aparição de outros patógenos é favorecida, debilitando ainda mais a sanidade da planta (OLIVEIRA, 2018).

As plantas injuriadas pela atuação dos enfezamentos em seu sistema, apresentam coloração avermelhada e seca principalmente no terço superior da planta. Esses sintomas são antecedidos por descoloração marginal e apical das folhas (OLIVEIRA, 2018). Essa descoloração marginal consiste em um estriamento esbranquiçado provindo da base foliar. Algumas plantas eventualmente apresentam um quadro de amarelecimento, vermelhidão, ou seca, da parte aérea (SABATO; OLIVEIRA 2010).

Existem diversos fatores que favorecem a proliferação da doença na lavoura, tais como: índices térmicos, noturnos acima de 17 °C e diurnos acima de 27°C, talhões da mesma lavoura em diferentes fases fenológicas (Escalonamento de plantio), presença de tiguera no campo produtivo e plantio de cultivares susceptíveis (OLIVEIRA, 2018).

Os enfezamentos, assim como todas as doenças em plantas, possuem um vetor de transmissão. A Cigarrinha do Milho, *Dalbulus maidis*, é o inseto responsável pela disseminação do enfezamento pálido e vermelho. Sendo um inseto de hábito alimentar sugador, ou seja, para se alimentar introduz seu aparelho bucal no tecido da planta até atingir o floema, sugando os fotoassimilados do vegetal, o inseto portador desses mollicutes, transmite essas doenças de uma planta a outra no seu ato de alimentar, podendo ser encontradas especialmente no cartucho das plantas de milho (OLIVEIRA, 2018).

A permanência desse fitopatógeno entre as safras no campo decorre da presença de “tiguera”, plantas remanescentes da brotação de grãos acidentalmente caídos no campo de produção. Essas plantas de origem acidental se tornam um reduto para a sobrevivência de adultos da cigarrinha do milho e permanência do fitopatógeno, favorecendo assim um ciclo infeccioso entre safras. Esse processo dificulta o controle das doenças decorrentes, pois, a infecção das plantas se dá no estágio inicial da cultura e seu quadro sintomático apenas se faz presente na fase final, tendo em vista que a infecção ocorre após o contato de em média uma hora da cigarrinha portadora dos mollicutes com a planta a ser infectada (SABATO et al. 2018).

Ainda não foi constatado cientificamente o período no qual o inseto vetor é capaz de sobreviver em outras plantas que circundam o campo produtivo do milho, tendo como exemplo as braquiárias, milheto e sorgo. A averiguação dessa ideia foi proposta por SABATO et al. no ano de 2018, que no trabalho desenvolvido obtiveram baixos resultados testando a sobrevivência da cigarrinha do milho em milheto, sorgo e *braquiária ruziziensis*. Os autores chegaram à conclusão de que a baixa taxa de sobrevivência da cigarrinha do milho se deu pelo tratamento de sementes aplicado a essas plantas. À partir daí pode se

concluir que o tratamento de sementes possui eficácia na diminuição da população de adultos da espécie.

No mercado de sementes de milho podem-se encontrar diversos materiais com variados níveis de resistência aos enfezamentos. Todavia, surtos epidêmicos e a presença dos enfezamentos na lavoura estão sempre se fazendo presentes em variados graus de intensidade. Sendo assim, evidencia-se a dinâmica que existe na interação entre o vetor, patógeno e hospedeiro (SABATO; OLIVEIRA, 2010).

O controle do patógeno por meio de genéticas resistentes é responsivo positivamente e, aliado às outras práticas do manejo integrado de pragas, é fundamental na manutenção da sanidade da lavoura. SILVA et al., 2008, obteve resultados promissores em seu trabalho onde objetivou verificar a herança da resistência ao enfezamento através de cruzamentos genéticos. Ou seja, pode-se constatar que os genes que conferem resistência ao enfezamento possuem característica de perpetuação genética.

A aplicação do manejo integrado de pragas e doenças é uma forte ferramenta para o controle da cigarrinha e dos enfezamentos, podendo apontar tais práticas como: utilização de genéticas resistentes, rotação de cultivares, evitar plantio em épocas de pico de produção regional, evitar o escalonamento de plantio dentro da propriedade, eliminação da tigueria, utilização de inseticidas na lavoura para o controle do vetor, tratamento químico de sementes e evitar plantio em áreas com histórico de enfezamentos (SILVA, 2017).

As sementes em geral são potencialmente um veículo transmissor de fitopatógenos, podendo ser as responsáveis pela dispersão de doenças em áreas até então sem registro de doenças, levando até quadros de surtos do mesmo nessas regiões. Tendo em conta essa informação, uma prática eficiente e quase que indispensável para todas as culturas é o tratamento químico de sementes (TRENTIN, 2016).

As sementes são organismos potencialmente capazes de gerar uma nova planta cumprindo com seu papel de transmissão da genética, germinação, longevidade e vigor. A sanidade das sementes pode acometer essas características, não permitindo assim a produção esperada da cultura. A sanidade das sementes é principalmente comprometida pela presença de agentes fitopatógenos e predadores. Dentre os agentes fitopatógenos que são comumente presentes nas sementes de milho, se destacam os fungos (PORTO, 2019). A presença de microrganismos indesejáveis nas sementes gera danos não somente à cultura, sendo possível a contaminação de seus consumidores, o que comumente acontece na pecuária. Sendo assim, os danos causados por fitopatógenos vão além do campo produtivo da cultura (SOUZA, 2017).

Os vírus que transmitem as “doenças amarelas” são parecidos em comportamento com os fitoplasmas. Devido a esse fato, no século XX enfermidades causadas por fitoplasma eram diagnosticadas como enfermidades virais (BRIOSO, 2019).

NARITA, YUKI & PAVAN no ano de 2011 já se atentaram à possibilidade de transmissão de vírus veiculados pelas sementes, esse assunto foi abordado no trabalho. Foi avaliada a transmissibilidade do vírus *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV).

HENNING e colaboradores em 1997 relata a transmissão do *Lettuce mosaic virus* – LMV por meio das sementes reafirmando a importância do estado sanitário do material a ser plantado e pontuando as condições biofísicas que favorecem a transmissão viral em questão.

As sementes já foram diagnosticadas com fitoplasma em mais de 100 espécies de plantas diferentes de Gimnospermas, monocotiledóneas e dicotiledóneas. Fugindo também do âmbito da agricultura comercial e de países expressivamente produtores de grãos, possuindo relatos partindo da África Central até os Estados Unidos. A Europa, por exemplo, sofre como a infestação de fitoplasma no setor de viticultura (TEIXEIRA, 2016).

SOUZA & MELLO em 2018 já citaram as sementes de boa qualidade como uma das formas possíveis de se evitar a entrada de fitoplasmas em plantas. Tendo essa informação em vista, pode se apontar as sementes como veículo de transmissão dos causadores dos enfezamentos no milho.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no IFMG- *campus* Bambuí-MG do dia 01 de março de 2019 ao dia 18 de julho de 2019.

Foram utilizados quatro híbridos de milho em duas estações experimentais, esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 cultivares híbridas e 2 locais de semeadura (Ambiente Protegido e Campo) em Delineamento Inteiramente Casualizado, onde ambas as estações foram compostas por 3 repetições de cada cultivar.

Parte do experimento contendo 12 plantas em estudo foi alocada no setor de Olericultura (Figura1) e a outra parte também contendo 12 plantas em estudo foi alocada na estufa de biotecnologia (Figura 2).

Figura1- Implantação do experimento no campo.



Fonte: O autor (2019).

Figura 2 - Isolamento das Plantas no Ambiente Protegido.



Fonte: O autor (2019).

Os híbridos utilizados foram:

SHS 7930 PRO 2: Híbrido de ciclo precoce, recomendada para grãos, silagem de planta inteira e silagem de grão úmido, grãos semidentados amarelos, tolerante a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida Glifosato.

SHS 7920 PRO3: Híbrido de ciclo precoce, recomendada para grãos e silagem de planta inteira, grãos dentados amarelos, proteção radicular contra o ataque da *Diabrotica Speciosa* (Larva alfinete), tolerante a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida Glifosato.

Pioneer 30F53 VYHR: Híbrido Convencional de ciclo precoce, elevado potencial produtivo, qualidade de grãos, não indicado para plantios tardios em safrinha.

SHS 7990 PRO2: Híbrido de ciclo precoce, altamente produtiva, recomendada para grãos, silagem de planta inteira, e silagem de grão úmido, grãos semidentados amarelos, tolerante a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida Glifosato.

A semeadura foi realizada em vasos de vinte litros, com a abertura superior possuindo um raio de 16 cm e 35 cm de altura. Foram semeadas três sementes por vasos, no dia 1 de março de 2019. Após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, selecionando para dar seguimento ao teste a plântula mais vigorosa (Figura 3).

Figura3 - Plantas após desbaste



Fonte: O autor (2019).

O substrato utilizado na experimentação foi latossolo vermelho, coletado de uma área de plantio de soja. Foram supridas as necessidades nutricionais da cultura de acordo com interpretação da análise de solo do local, que segue no anexo.

Visitas periódicas a cada 10 dias foram realizadas em ambos os locais a fim de realizar todos os tratos culturais e reduzir a incidência de pragas e doenças nas áreas experimentais.

Após 139 dias a partir da semeadura foi avaliada a incidência sintomatológica de todas as plantas, uma a uma, e mensurada a virulência do ataque por meio de parâmetros comparativos que quantificam a severidade fitopatológica.

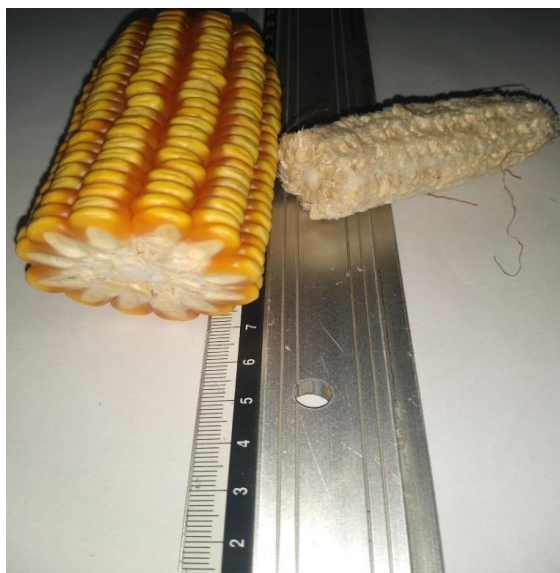
Os parâmetros analisados foram:

- Porcentagem de Plantas Doentes dentro de Cada Estação Experimental
- Porcentagem de Folhas Infectadas por Planta
- Números de Fileiras de Grãos por Espiga e Comprimento de Espiga

A avaliação de porcentagem de folhas infectadas é proposta por MORAES (2007) que, trabalhando com quantificação de doenças em plantas, afirma que a mensuração da intensidade de infecção através da porcentagem de órgão das plantas infectadas é válida e restrita a patógenos que colonizam a planta por inteiro. Sendo assim, compatível ao comportamento infeccioso do spiroplasma e fitoplasma.

A colheita das espigas aferindo o número de linhas por espiga, comprimento da espiga são parâmetros comparativos com base nas informações de OLIVEIRA (2018), que fala sobre problemas morfológicos nas espigas de plantas de milho portadoras do enfezamento.

Figura 4 - Aferição dos parâmetros referentes à espiga



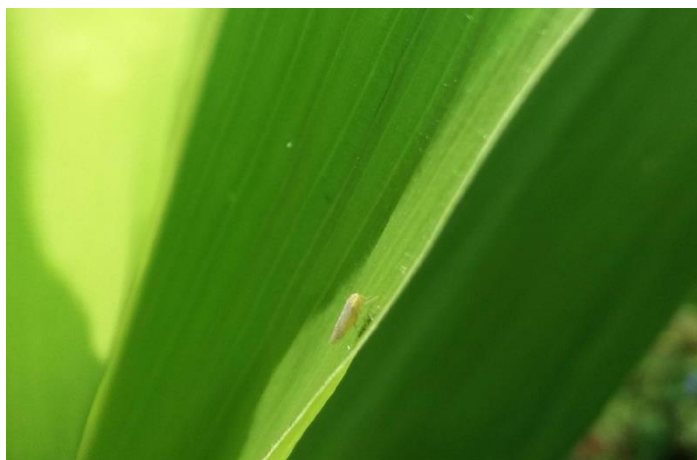
Fonte: O autor (2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as devidas condições nas quais o experimento foi conduzido, não foram identificados sintomas visuais de enfezamentos pálido e vermelho, spiroplasma e fitoplasma. A instalação no setor de olericultura submetendo as plantas de milho ao contato direto ao campo foi alocada a 20°02'17.7"S 46°00'33.1"W a uma distância de aproximadamente 220 metros em linha reta até o campo efetivo de produção de grãos da propriedade onde foi realizado o experimento, com uma barreira vegetal densa de aproximadamente 70 metros de largura. O que pode ser justificado por SOUZA *et al.* (2018), que trabalhando com manejo de pragas e doenças pautado na agroecologia, afirma a eficácia de barreiras e faixas de preservação de massa verde no controle de pragas e doenças. JÚNIOR *et al.* (2011) afirma a importância da preservação de refúgios naturais como medida de preservação de inimigos naturais dos insetos praga, também, a diversificação cultural de uma área de produção gera um balanço biológico essencial na diminuição da população de pragas culturais.

Nas adjacências do milho em estudo no ambiente de campo se encontravam outros tipos de cultivos agrícolas. Possivelmente a não aparição dos sintomas de enfezamento transmitido pela cigarrinha portadoras de fitoplasma e/ou spiroplasma se deve aos fatores barreira vegetal somada a distância da área de foco e a diversidade cultural da locação da Estação experimental em estudo. Visto que, a partir do estágio V3 foi observada a presença de Cigarrinhas no cartucho das plantas de milho (Figura 4).

Figura 5 - Cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*)



Fonte: O autor (2019).

Ao analisar os dados da tabela 1, referente à interação de todas as cultivares e o ambiente de implantação do experimento no campo, pode-se observar ao nível de significância de 1% que houve diferença estatística significativa ao analisar diferentes cultivares e diferentes locais, tanto para número de fileiras de grãos na espiga quanto para comprimento de espiga.

Não houve interação significativa entre híbrido e local ao analisar o número de fileiras de grãos por espiga e comprimento de espiga pelo teste F a 5% de significância.

TABELA 1 - Análise de Variância da Interação Híbrido x Local. Bambuí, MG. 2019

FV	GL	QM	
		Número de Fileiras de Grãos por Espiga	Comprimento de Espiga
Cultivar (C)	3	3,1*	60,2**
Local (L)	1	16,6**	48,1*
C x L	3	0,2	1,4
Erro	16	0,6	7,4
Total	23		
CV		6,12	19,89

*; ** Significativo a 5% e 1% respectivamente pelo teste de F.

A Tabela 2 se refere aos dados da avaliação do número de fileiras de grãos por espiga e do comprimento de espiga. Nota-se que para esses parâmetros o híbrido SHS 7990 PRO2 se destaca com a maior média, se diferindo das demais. Possivelmente por fatores particulares de sua genética informados pela empresa desenvolvedora que enfatiza a superioridade produtiva desse híbrido em relação aos demais.

O híbrido 30F53 VYHR possivelmente apresentou inferior aos demais para o parâmetro comprimento de espiga devido à contraindicação para plantios tardios, alertada pela empresa responsável pelo seu desenvolvimento, Pioneer. O experimento foi implantado no mês de março, sendo assim considerado um plantio tardio em relação ao período regular do plantio do milho safrinha.

TABELA 2 - Média de dados de número de fileiras de espigas de milho e do comprimento de espigas de 4 híbridos estudados objetivando estudar a transmissibilidade dos enfezamentos Pálido e Vermelho via sementes de milho. Bambuí, MG. 2019.

Cultivares	Número de Fileiras de Grãos por Espiga	Comprimento de Espiga (cm)
(SHS 7930)	13,33 B	13,8 B
(SHS 7920)	13,00 B	13,9 B
(P. 30F53)	12,67 B	9,6 C
(SHS 7990)	14,33 A	17,4 A

¹Médias seguidas por letras maiúsculas seguidas na coluna diferem entre si a 5% de significância pelo teste Scott Knott.

Perante o resultado do método de comparação estatística utilizado, pode-se interpretar que os locais em estudo se diferem a 5% de significância. Ambos os dados comparativos (Número de Fileiras de Grãos por Espiga e Comprimento de Espiga) dos híbridos implantados no campo são estatisticamente superiores aos híbridos implantadas em ambiente protegido.

TABELA 3 - Média de dados de Número de Fileiras de Espiga e Comprimento de Espigas de dois locais avaliados visando identificar a transmissibilidade dos enfezamentos, Pálido e Vermelho, via sementes de milho. Bambuí, MG. 2019.

Local	Número de Fileiras de Grãos por Espiga	Comprimento de Espiga (cm)
Campo	14,1 A	15,1 A
Isolado	12,5 B	12,2 B

¹Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna diferem entre si a 5% de significância pelo teste Scott knott.

A precipitação correspondente ao período em que o experimento estava instalado foi de 309 mm, a temperatura média 24,2 °C (CLIMATE-DATE, 2019) e evapotranspiração média diária de 3,66 mm (INMET. 2019).

6 CONCLUSÃO

As sementes dos híbridos em estudo não transmitiram enfezamento em nenhum dos locais estudados

O melhor híbrido observado para os parâmetros Número de Fileiras de Grãos por Espiga e Comprimento de espiga foi o SHS 7990 PRO2 da empresa Santa Helena e o melhor local para os mesmos parâmetros citados anteriormente foi o ambiente de campo, instalado no setor de olericultura.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJU, A. K. O. *et al.* **Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia Glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais.** Ciênc. Florest. Vol.29 n°.2. Santa Maria. Apr./june 2019.
- BRIOSO, P. S. T. **Brasil Fitoplasma (“Phitoplasma”).** Histórico. Disponível em: <<http://www.fito2009.com/fitop/fitoplasmasindex.html>>. Acesso em 03 nov. 2019.
- CASTANHEIRA, A. L. M. **Diversidade genética de isolados de *Spiroplasma kunkelii* e reações em genótipos de milho.** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3280/1/TESE_Diversidade%20gen%C3%A9tica%20de%20isolados%20de%20Spiroplasma%20kunkelii%20e%20rea%C3%A7%C3%B5es%20em%20gen%C3%B3tipos%20de%20milho.pdf>.
- CLIMA BAMBUÍ. CLIMA-DATE. 2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/bambui-24989/>>. Acesso em 25 de outubro de 2019.
- CONAB. Conab | ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | v. 6 - Safra 2018/19, n.11 - Décimo primeiro levantamento, agosto 2019. Disponível em: <<file:///D:/Users/Cliente/Downloads/BoletimZGraosZagostoZ-ZresumoZ2019.pdf>>. Acesso em 25 de outubro de 2019.
- CONTINI, E. *et al.* **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos.** Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT2). EMBRAPA, 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>>.
- CRUZ, J. C. *et al.* **Cultivo do Milho.** EMBRAPA MILHO E SORGO SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Setembro, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>>.
- DIAS, J. P. T. *et al.* **Ecofisiologia de Culturas Agrícolas.** Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, p. 150. 2018.
- HENNING, A. A.; *et al.* **Doenças das Plantas Cultivadas.** Manual de Fitopatologia. Volume 2. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo – SP, 1997. Disponível em: <<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/06-39-18-manualfitopatologia.pdf#page=40>>.
- JUNQUEIRA, A. C. B. **Alterações bioquímicas em plantas de milho infectadas pelo fitoplasma do enfezamento vermelho.** Dissertação (apresentada a Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz”). Piracicaba estado de São Paulo, setembro de 2003. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-17122003-102742/publico/ana.pdf>>.

MAPAS DO BOLETIM AGROCLIMATOLÓGICO. INMET. 2019 . Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletimAgroclimatologico>> . Acesso em 25 de outubro de 2019.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do milho**. CIRCULAR TÉCNICA 22. EMBRAPA MILHO E SORGO. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2002. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>>.

MASSOLA JÚNIOR, N. S. **Enfezamentos vermelho e pálido: Doenças em milho causadas por mollicutes**. Semina: Ci. Agrárias, Londrina, v. 22, n.2, p. 237-243, jul./dez. 2001.

MORAES, S.A. de **Quantificação de doenças de plantas**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm>. Acesso em: 11/11/2019.

NARITA, N.; YUKI, V. A.; PAVAN, M. A. **Não transmissibilidade do CABMV do maracujazeiro por sementes**. SUMMA PHYTOPATHOL. Vol.37 n°.4. Botucatu. Oct./Dec. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052011000400013>>.

NUNES, J. L. S.; **Importância Econômica**. Publicado em agosto de 2017. Acesso em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/importancia_361402.html>.

OLIVEIRA, A. **Cigarrinha do Milho**. INFORMATIVO TÉCNICO. Nortox. Edição 06. Março, 2018. Disponível em: <<http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2018/03/informativo-artigo-06-Alessandro.pdf>>.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. **Tratamento de Sementes**. INSTITUTO AGRONÔMICO - IAC, CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE FITOSSANIDADE. Av. Barão de Itapura, 1481, 13020-902, Campinas, SP. 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf>.

PORTO, H. C. **Atividade antifúngica de extratos vegetais e análise fisiológica em sementes de milho crioulo (zea mays l.)**. Universidade Federal de Campina Grande Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento Curso Superior De Tecnologia Em Agroecologia. SUMÉ - PB 2019. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/7389/1/HALANNA%20CAMPOS%20PORTO%20-%20TCC%20AGROECOLOGIA%202019.pdf>>.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* **Agroecologia: manejo de pragas e doenças de plantas**. EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. 2011. Disponível em: <<file:///D:/Users/Cliente/Desktop/Agroecologiamanejo-de-pragas-edoencas-de-plantas.pdf>>.

SABATO, E. de O.; **Manejo do Risco de Enfezamentos e da Cigarrinha no Milho**. COMUNICADO TÉCNICO 226. EMBRAPA MILHO E SORGO. Maio, 2018. Disponível em: <http://coopercitrus.com.br/inscricao/uploads/downloads/2/Comunicado-Tecnico_226-Enfezamentos.pdf>.

- SABATO, E. de O.; OLIVEIRA, C. M. **Enfezamentos: doenças do milho disseminadas por inseto**. 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/865538/1/Enfezamentosdoencas.pdf>>
- SABATO, E. de O.; KARAM, D.; OLIVEIRA, C. M. **Sobrevivência da Cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera Cicadellidae) em Espécies de Plantas da Família Poaceae**. BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 175. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA MILHO E SORGO. 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1100098/1/bol175.pdf>>.
- SILVA, A da. **Comportamento da cultura do milho (*Zea mays*) em função da matéria orgânica e do biofertilizante aplicado via foliar**. Universidade Estadual da Paraíba Centro de Ciências Humanas e Agrárias. Catolé da Rocha-PB, 2011. Disponível em: <<file:///D:/Users/Cliente/Desktop/Desktop/IFMG/TCC%20ENFEZAMENTO/PDF%20-%20Aldemir%20da%20Silva.pdf>>.
- SILVA, D. D. da. *et al.* **Cultivo do Milho; Doenças**. 8º Edição EMBRAPA MILHO E SORGO, Sistemas de Produção. Outubro, 2012. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-1&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3821&p_r_p_-996514994_topicoId=3723&p_p_mode=view>.
- SILVA, F. T.; MORO, J. R.; SILVA, H. P.; OLIVEIRA, J. A.; PERECIN, D. **Herança da resistência ao enfezamento em milho**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – SP. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n12/v43n12a11.pdf>>.
- SILVA, L. B. **Ocorrência da Cigarrinha-do-milho e Incidência do Enfezamento no Oeste Baiano**. Curso Superior de Tecnologia em Produção de Grãos. Universidade Estadual de Goiás. Posse – GO 2017.
- SOUZA, A. C. & MELLO, A. P. O. A. **Incidência de fitoplasmas em plantas alimentícias não convencionais no Brasil**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, Nº 1, Jul. 2018. Disponível em: <[file:///D:/Users/Cliente/Downloads/1766-Texto%20do%20resumo-2190-1-10-20180815%20\(1\).pdf](file:///D:/Users/Cliente/Downloads/1766-Texto%20do%20resumo-2190-1-10-20180815%20(1).pdf)>.
- SOUZA, L. M. et al. **Práticas de redesenho dos agroecossistemas para o manejo ecológico de pragas e doenças**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, Nº 1, Jul. 2018. Disponível em: <<file:///D:/Users/Cliente/Downloads/1401-Texto%20do%20resumo-3758-1-10-20180823.pdf>>.
- SOUZA, R. R. **Incidência de *fusarium verticillioides* em sementes de milho e métodos de inoculação em diferentes genótipos e estágios fenológicos**. Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Gurupi. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Gurupi - to dezembro de 2017. Disponível em:

<<http://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/1020/1/Ros%20a2ngela%20Ribeiro%20de%20Souza%20-%20Disserta%20a7%20a3o.pdf>>.

TEIXEIRA, I. M. M. de S. **Estudo de expressão génica em *Vitis vinifera* em presença do fitoplasma Flavescência Dourada.** Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia). Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2016. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/12952/1/Tese_In%20aas_20160727_Vers%20a3o%20final.pdf>.

TRENTIN, D. **Tecnologia e sanidade de sementes de feijão crioulo submetidas a tratamento químico e biológico.** Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Erechim. Erechim, 2016. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/961/1/TRENTIN.PDF>>.

ANEXOS

ANEXO A - Análise do solo utilizado.

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS IFMG-BAMBUÍ										
Proprietário:		IFMG-CAMPUS BAMBUI		Propriedade:		Fazenda Varginha		Município: Bambuí		
Descrição Amostra	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	Al	H+Al			
	H2O	mg/dm ³		Cmolc/dm ³						
Vale das Creusas	5,7	54,1	140,0	7,76	1,38	0,0	3,01			
SB	t	T	V	m	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	P(rem)
cmolc/dm ³			%		Relações Entre Bases (T)%					mg/L
9,5	9,5	12,5	75,9	0,0	62	11	3	24	73	17,8

Fonte: Laboratório de análise de solos, IFMG-Bambuí (2016).