

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROMONIA

RICARDO FRANCISCHINI

Cadeia produtiva e eficiências técnica e econômica de bioestimulantes,
fungicida e silício na cultura do milho verde

Maringá
2016

RICARDO FRANCISCHINI

Cadeia produtiva e eficiências técnica e econômica de bioestimulantes,
fungicida e silício na cultura do milho verde

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Área de concentração: Proteção de Plantas

Orientador: Prof. Dr. Dauri José Tessmann

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da
Silva

Maringá
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

FOLHA DE APROVAÇÃO

RICARDO FRANCISCHINI

Cadeia produtiva e eficiências técnica e econômica de bioestimulantes,
fungicida e silício na cultura do milho verde

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Dauri José Tessmann
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Universidade de Rio Verde

Prof^a.Dr^a. Edilaine Maurícia Gelinski Grabicoski
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Edison Luiz Leismann
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo André Simon
Universidade de Rio Verde

Aprovada em: 20 de dezembro de 2016.

Local da defesa: Anfiteatro n. II do Bloco J-45, Campus Universitário da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Àqueles que sempre estiveram ao meu lado e orando por mim em todos os momentos; minha querida esposa Raquel, meus filhos Letícia, Henrique e Carolina, minhas mães Wilma e Pompéia, meus pais, Rubão e João, e Cecília.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ser teu filho e me dado condições para estar onde desejei chegar;

A minha querida esposa Raquel Francischini, por ser a companheira fiel e amiga, que sempre teve palavras de incentivo e de encorajamento e por sempre me lembrar da porta que o Senhor Deus abriu em nossas vidas;

Ao professor Dr. Dauri José Tessmann, pela orientação e transmissão dos seus conhecimentos e fundamentais conselhos para chegar até este momento;

Aos demais professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva, pelo incentivo e amizade;

Aos meus colegas de Universidade, pelo apoio e incentivo;

Aos companheiros de viagem, Marcos Lima, Élcio Barbosa e Joiran Magalhães, pela amizade, companheirismo e as viagens intermináveis de Rio Verde a Maringá;

A nossa companheira Nilda, pela luta e a vontade de viver, mesmo diante de todas as dificuldades;

Aos professores membros da banca examinadora, meu muito obrigado pelas contribuições;

A Universidade de Rio Verde, por ter nos dado condições de chegar até o fim desta etapa;

A Universidade Estadual de Maringá, por ter elaborado e executado este projeto Dinter;

À secretária do Programa de Pós-Graduação Erika, pelo auxílio, pelo profissionalismo e amizade;

Ao meus estagiários, Wesley (Melancia), Toninho (Francischini), Victor Hugo, Alessandro Ribeiro, Mylena, Luis Paulo, Neilson, Rafael e vários outros, pela colaboração e apoio na condução dos trabalhos;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de auxílios para a condução dos experimentos e demais despesas.

Enfim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho de pesquisa.

Agradeço a DEUS!

BIOGRAFIA

Ricardo Francischini, filho de Rubens Antonio Francischini e Wilma de Freitas Francischini, nasceu em São Paulo, SP, aos 04 dias do mês de outubro de 1969, no arborizado bairro da Vila Mariana. Estudou nos colégios Lasar Segall e Brasília Machado, tradicionais colégios públicos do Estado, que infelizmente não são mais o que foram no passado.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, em outubro de 1998.

Concluiu curso de Mestrado em Economia Rural, na área de Gestão de Agronegócios, na Universidade Federal de Viçosa, em 2001.

Iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, na área de Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá, em agosto de 2013, completando com este trabalho, os requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Atualmente é professor adjunto da Faculdade de Agronomia da Universidade de Rio Verde, em Rio Verde, GO, lecionando as disciplinas de Fundamentos de Agronegócios e Gestão de Agronegócios e é coordenador do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Cursos, na mesma Universidade.

LISTA DE TABELAS

	CAPÍTULO 1. Revisão de literatura.	
Tabela 1	Características específicas e finalidades para a cultura do milho.	10
	CAPITULO 2. Eficiências técnica e econômica de bioestimulantes e fungicida na cultura do milho verde.	
Tabela 1	Resultados físico-químicos do solo da área experimental de condução dos ensaios com a cultura de milho verde.	37
Tabela 2	Características e composição dos produtos bioestimulantes utilizados no experimento.....	38
Tabela 3	Tratamentos realizados para cada produto utilizado na cultura de milho verde em ambas as safras.	38
Tabela 4	Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na cultura do milho verde, na primeira e segunda época	43
Tabela 5	Valores médios de altura e plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas empalhadas (PES), peso de palha (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) quando aplicados bioestimulantes em plantas de milho.	44
Tabela 6	Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas empalhadas (PES), peso de palha (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) quando aplicados fungicidas em plantas de milho, na primeira e segunda época.	47
Tabela 7	Valores médios nas características agronômicas de altura de planta (AP), peso de espigas empalhadas (PES), teor de clorofila (CLR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do milho verde.	49
Tabela 8	Valores médios e significância na interação entre bioestimulantes e aplicação de fungicidas nas características agronômicas de altura de planta (AP), vigor de plantas (VGR) e teor de clorofila (CLR), na segunda época, na cultura do milho verde.	50
Tabela 9	Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso da espiga verde empalhada (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.	52
Tabela 10	Valores médios de custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) para os tratamentos na cultura do milho verde, na primeira e segunda época.....	56
Tabela 11	Valores médios de rendimento de espigas (RND) e receita bruta total (RBT) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.	57
Tabela 12	Valores médios de renda líquida total (RLT), lucro operacional	

	(LO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (P _{eq}) e produtividade de equilíbrio (Y _{eq}) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.	58
	CAPÍTULO 3. Efeitos do silício, bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e viabilidade econômica na cultura do milho verde.	
Tabela 1	Resultados físico-químicos do solo da área experimental de condução dos ensaios com a cultura de milho verde.	70
Tabela 2	Características e composição dos bioestimulantes utilizados no experimento.	71
Tabela 3	Tratamentos realizados para cada produto utilizado na cultura de milho verde em ambas as safras.	72
Tabela 4	Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do milho verde.	77
Tabela 5	Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na segunda época, na cultura do milho verde.	78
Tabela 6	Valores de médios e significâncias para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila na folha (CLR), nota de vigor (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura de milho verde.	80
Tabela 7	Valores de médios e significâncias para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila na folha (CLR), nota de vigor (VGR) e severidade de doenças (SVR), na segunda época, na cultura de milho verde.	81
Tabela 8	Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e aplicação de fungicida para as características altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), nota de vigor (VGR) e teor de clorofila (CLR), na primeira época, na cultura do milho verde.	84
Tabela 9	Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e aplicação de fungicida para as características peso de palha (PLH) e teor de clorofila (CLR), na segunda época, na cultura do milho verde.	85
Tabela 10	Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e silício para as características diâmetro de colmo (DC), peso de palha (PLH), na primeira época, e severidade de doenças (SVR) e vigor de plantas (VGR), na segunda época, na cultura do milho verde.	87
Tabela 11	Valores médios da interação entre o uso de fungicida e silício para as características diâmetro de colmo (DC), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do	

	milho verde.	88
Tabela 12	Valores médios para as características peso de espigas verdes empalhadas (PES) e teor de clorofila nas folhas (CLR), adquiridos na presença e ausência de silício e na presença e ausência de fungicida e de bioestimulantes, na primeira época, na cultura do milho verde.	90
Tabela 13	Valores médios para a característica teor de clorofila nas folhas (CLR), verificados na presença e ausência de silício e na presença e ausência de fungicida e de bioestimulantes, na segunda época, na cultura do milho verde.	91
Tabela 14	Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR) e vigor de plantas (VGR), na primeira época, na cultura de milho verde.	92
Tabela 15	Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR) e vigor de plantas (VGR), na segunda época, na cultura de milho verde.	93
Tabela 16	Valores de custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT), em R\$ ha ⁻¹ , para os tratamentos na cultura do milho verde, na primeira e na segunda época.	98
Tabela 17	Valores médios de rendimento de espigas (RND) e receita bruta total (RBT) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.	100
Tabela 18	Valores médios de renda líquida total (RLT), renda líquida operacional (RLO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (Peq) e produtividade de equilíbrio (Yeq) para os tratamentos, na primeira época, na cultura de milho verde. ...	101
Tabela 19	Valores médios de renda líquida total (RLT), renda líquida operacional (RLO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (Peq) e produtividade de equilíbrio (Yeq) para os tratamentos, na segunda época, na cultura de milho verde. ...	102
ANEXOS		
Tabela 1a	Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015.	109
Tabela 2a	Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de adubação silicatada, bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015.	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	CAPÍTULO 1. Revisão de literatura Cadeia agroindustrial do milho verde.	7
Figura 1	CAPÍTULO 2. Eficiências técnica e econômica de bioestimulantes e fungicida na cultura do milho verde. Valores de temperaturas médias e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos com a cultura do milho verde, no período de abril/2015 a julho/2016.	36
Figura 1	CAPÍTULO 3. Efeitos do silício, bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e viabilidade econômica na cultura do milho verde. Valores de temperaturas médias e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos com a cultura do milho verde, no período de abril/2015 a julho/2016.	69

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	01
	CAPÍTULO 1- REVISAO DE LITERATURA	
1	A cadeia agroindustrial do milho verde.	06
2	Bioestimulantes no milho.....	11
3	Adubação silicatada.	16
4	Doenças de ocorrência no milho.....	19
5	REFERÊNCIAS.....	21
	CAPITULO 2. Eficiências técnica e econômica de bioestimulantes e fungicida na cultura do milho verde.	
	RESUMO	32
	ABSTRACT	33
1	INTRODUÇÃO.....	34
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1	Caracterização do local.....	35
2.2	Delineamento experimental e análise fitotécnica.....	37
2.3	Análise econômica.....	40
2.4	Análise dos dados.	41
3	RESULTADOS E DISCUSSAO.....	42
3.1.	Análise agrônômica da cultura do milho verde	42
3.2.	Contrastes ortogonais no milho verde	51
3.3.	Análise econômica do cultivo de milho verde	55
4	CONCLUSÕES.....	60
5	REFERÊNCIAS.....	60
	CAPÍTULO 3. Efeitos do silício, bioestimulantes e fungicida nos caracteres agrônômicos e viabilidade econômica na cultura do milho verde.	
	RESUMO	65
	ABSTRACT	66
1	INTRODUÇÃO.....	67
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1	Caracterização do local	69
2.2	Delineamento experimental e análise fitotécnica	70
2.3	Análise econômica	73
2.4	Análise dos dados	75
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
3.1	Análise agrônômica da cultura do milho verde	76
3.2	Contrastes ortogonais no milho verde	91
3.3	Análise econômica do cultivo de milho verde	97
4	CONCLUSÕES.....	103
5	REFERÊNCIAS.....	103
	ANEXOS	108

Cadeia produtiva e eficiências técnica e econômica de bioestimulantes, fungicida e silício na cultura do milho verde

RESUMO GERAL

O milho é uma das culturas mais produzidas em todo o mundo. No Brasil, sua produção e consumo são elevados e a atividade emprega elevada tecnologia para obter alta produtividade e é voltada para um mercado mundial. O milho verde, por outro lado, é atividade que emprega pouca tecnologia e sua produção é toda voltada ao mercado local, para atender a demanda de supermercados e pamonharias, que consomem as espigas verdes. Diante disso, a produtividade é baixa, o que compromete a renda do produtor rural. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi testar novas tecnologias que possam incrementar a produtividade de espigas verdes, pois o rendimento agrônomico da cultura está fortemente correlacionado com a rentabilidade econômica da atividade. Também foi objetivo deste trabalho avaliar o uso de bioestimulantes associados a fungicida para o controle de doenças e aumento do rendimento da lavoura no campo, pois o milho é uma cultura que apresenta muitas enfermidades que reduzem a produtividade. Foram feitos dois experimentos, sendo que no primeiro testou-se o uso de bioestimulantes acrescido de fungicida para verificar seus efeitos nos parâmetros fitotécnicos e econômicos da cultura de milho verde. Neste experimento, os bioestimulantes foram eficientes para aumentar o peso de espigas verdes, principalmente na primeira época, e o diâmetro de colmo. Esses compostos influenciaram o crescimento da planta e o peso de palha. O fungicida influenciou no aumento do teor de clorofila e no vigor das plantas de milho. A renda bruta alcançada com a produção de espigas verdes compensou todos os investimentos nos fatores produtivos, pagando todos os custos efetivos da aquisição dos insumos. A segunda época se apresentou mais rentável economicamente para o produtor rural. No segundo experimento, testou-se o uso de bioestimulantes e fungicidas na presença de agrossilício para verificar seus efeitos sobre parâmetros fitotécnicos e econômicos. Neste experimento, o silício contribuiu para ganhos em rendimentos físicos de espigas verdes. Todos os fatores juntos contribuíram para aumentos na altura de plantas, diâmetro de colmo, teor de clorofila, peso de espigas verdes e no vigor. O silício isoladamente aumenta o peso da palha e confere maior rendimento e maior lucratividade ao produtor rural. O fungicida utilizado foi o melhor tratamento para vigor de plantas. Portanto,

pode-se concluir que investimentos em insumos produtivos modernos elevam os ganhos em produtividade e aumentam a lucratividade da cultura de milho verde. Os resultados mostraram, assim, que aumentos de produtividade elevam a receita bruta da atividade, independente de aumento dos custos de produção, e são responsáveis pela eficiência econômica da cultura. Os resultados deste trabalho permitirão que novos estudos envolvendo bioestimulantes e micronutrientes sejam realizados para avaliação de outros fatores técnicos na cultura do milho, como fertilidade de solo e nutrição de plantas e sanidade da cultura.

Palavras chave: Cadeia agroindustrial. Renda Líquida. Rendimento. Sanidade. *Zea mays* L.

Production chain and technical and economic efficiency of biostimulants, fungicide and silicon in green corn

GENERAL ABSTRACT

Corn is one of the most produced crops in the world. In Brazil, its production and consumption are high and the activity employs high technology to achieve high productivity and is geared towards a world market. Green corn, on the other hand, is an activity that uses little technology and its production is all geared to the local market, to meet the demand of supermarkets and specialty store, which consume the green ears. Given this, the productivity is low, which compromises the income of the rural producer. Therefore, the objective of this research was to test new technologies that can increase the yield of green ears, because the agronomic yield of the crop is strongly correlated with the economic profitability of the activity. It was also the objective of this study to evaluate the use of fungicide - associated biostimulants for disease control and yield increase in the field, as maize is a crop that presents many diseases that reduce productivity. Two experiments were carried out, and the first one tested the use of biostimulants plus fungicide to verify their effects on the phytotechnical and economic parameters of the green maize crop. In this experiment, the biostimulants were efficient to increase the weight of green spikes, especially in the first season, and the stem diameter. These compounds influenced plant growth and straw weight. The fungicide influenced the increase of the chlorophyll content and the vigor of the maize plants. The gross income achieved through the production of green ears compensated for all investments in productive factors, paying all the actual costs of acquiring the inputs. The second season was more economically profitable for the rural producer. In the second experiment, the use of biostimulants and fungicides was tested in the presence of agrosilicon to verify their effects on phytotechnical and economic parameters. In this experiment, silicon contributed to gains in physical yields of green ears. All factors together contributed to increases in plant height, stem diameter, chlorophyll content, green ear weights and vigor. Silicon alone increases the weight of the straw and gives greater yield and greater profitability to the rural producer. The fungicide used was the best treatment for plant vigor. Therefore, it can be concluded that investments in modern productive inputs increase productivity gains and increase the profitability of the green maize crop. The results showed, therefore, that increases in productivity

increase the gross revenue of the activity, regardless of the increase in production costs, and are responsible for the economic efficiency of the crop. The results of this work will allow new studies involving biostimulants and micronutrients to be performed to evaluate other technical factors in maize crop, such as soil fertility and plant nutrition and crop health.

Keywords: Agroindustrial chain. Net income. Yield. Sanity. *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos cereais mais produzidos no mundo e sua produção está voltada para a alimentação humana e animal. Dentro desta atividade, o cereal é destinado a várias finalidades, como a produção de grãos, de doce para conservas, pipoca e milho verde.

O milho verde é destinado ao consumo humano e seu emprego se dá em diferentes formas, como uso *in natura* dos grãos verdes cozidos e/ou processados em massas. É utilizado na indústria para a fabricação de conservas, bolos, sorvetes, biscoitos e outros (PEREIRA FILHO, 2003; ZÁRATE et al., 2009).

O mercado para milho verde pode ser o de entrega em entrepostos comerciais, como os Ceasas, ou de venda direta para mercados varejistas ou casas especializadas na produção de pamonhas, massas, bolos e curais. Outra característica importante é o elevado consumo deste produto durante todo o ano, em diversas regiões do país. Desta forma, a comercialização deste produto é garantida, o que acaba gerando alta taxa de agregação de renda ao produtor rural e empregos no campo.

Apesar de largamente consumido, não há estimativas sobre produção e consumo de milho verde no Brasil. Algumas estatísticas mostram que na Ceasa de Minas Gerais foram comercializados aproximadamente 12 mil toneladas de espigas verdes empalhadas e, em Goiás, a Ceasa do estado registra que foram comercializados cerca de 41 mil toneladas de espigas (ALBUQUERQUE et al., 2008; ALVES et al., 2004).

Assim, a cultura do milho verde gera renda e empregos e contribui socialmente, fixando mão de obra no campo. Por ser um nicho de mercado específico, apresentar liquidez na comercialização e o produto apresentar alto valor agregado, torna-se interessante economicamente para o produtor rural a produção deste cereal (OLIVEIRA et al., 2003).

O cultivo de milho verde ainda é feito por pequenos e médios produtores, que colhem em média de 9 a 15 toneladas de espigas verdes por hectare. Lavouras mais tecnificadas podem produzir até 20 toneladas de milho verde por unidade de área. Esse reduzido padrão de produtividade ocorre ainda devido ao baixo emprego de insumos agrícolas na cultura, como adubação e produtos fitossanitários.

Por ser uma cultura não voltada ao mercado global e de exportação, há carência de estudos com uso de insumos agrícolas, que são largamente testados nas culturas

comerciais, como adubação silicatada, uso de bioestimulantes e sanidade. A maioria dos estudos com milho verde objetiva definir potencial de produção de cultivares existentes no mercado, conforme diversos trabalhos existentes.

O emprego de fatores produtivos modernos, como os bioestimulantes, pode elevar os rendimentos da cultura e aumentar a rentabilidade econômica da atividade para a empresa rural. Os bioestimulantes são compostos que podem conter hormônios vegetais, biorreguladores de plantas e substâncias diversas, como aminoácidos, vitaminas, proteínas e betaínas (CALVO et al., 2014). Alguns destes produtos podem conter ainda micro-organismos em sua composição (EUROPEAN BIOSTIMULANTS, INDUSTRY COUNCIL, 2016).

Os principais benefícios da utilização destes compostos na cultura são as alterações fisiológicas e estruturais que ocorrem na planta e que poderão aumentar a produtividade da cultura. Seu uso pode proporcionar melhor desenvolvimento do vegetal, da qualidade e do rendimento do produto final e, por conseguinte, da receita da empresa (BRACCINI et al., 2012).

A adubação silicatada também pode ser empregada como um fator a mais a contribuir para aumentos de produtividade da cultura do milho verde. A resistência a fatores bióticos e abióticos é o principal benefício da utilização deste elemento na nutrição do vegetal. Entre esses, destaca-se a sua deposição no caule, o que pode contribuir para reduzir o acamamento do vegetal. A sua concentração nas epidermes das folhas dificulta a entrada de fitopatógenos na planta e aumenta a resistência mecânica contra o ataque de pragas.

O silício pode contribuir para amenizar os efeitos de déficit hídrico e pode servir até como corretivo de solos, pois muitos dos adubos silicatados contêm cálcio e magnésio na composição (MARCHEZAN et al., 2004; SANTOS et al., 2014). Santos et al. (2014) mostraram que o emprego do silício na cultura tende a aumentar a resistência da planta ao aparecimento de doenças. Mediante isso, estudos com silicato no cultivo de milho verde podem ser interessantes por favorecer a cultura no campo.

Além da adubação silicatada, que favorece a planta, a sanidade é fator que deve ser considerado pelo produtor. Pelo fato do milho ser cultivado em praticamente todo o território nacional e em várias épocas do ano, é grande o número de enfermidades que ocorrem nessa cultura. As doenças fúngicas, como destacam Silva (2015) e Manfroi et al. (2016), são as moléstias que mais acometem a cultura do milho no campo, e que têm se constituído como um fator limitante para incrementos na produtividade da cultura no

Brasil. As doenças foliares causam necroses de folhas e deprimem a área fotossintética da planta, o que reduz a produtividade da cultura (MANFROI et al, 2016).

Diversos são os métodos de controle de doenças na cultura do milho. Entre eles estão a utilização de materiais resistentes e o uso de defensivos químicos. Os fungicidas podem ser utilizados como controle de doenças nas sementes e em diversas etapas do desenvolvimento vegetativo da planta, no pré-pendoamento, pendoamento ou no florescimento do milho. Sua aplicação pode ser via tratamentos de sementes, para o controle de doenças de solo, e na aplicação direta na planta, por via terrestre ou aérea (CUNHA et al., 2010), para o controle de enfermidades que afetam a planta.

Diversos trabalhos têm encontrado resultados positivos com a aplicação de fungicidas e respostas como o aumento de produtividade na cultura do milho (PINTO, 2004; JULIATTI et al., 2007; DUARTE et al., 2009; CUNHA et al., 2010; WISE e MUELLER, 2011; MANFROI et al., 2016). Desta forma, melhorar a sanidade das plantas durante a condução da cultura é um desafio para um maior rendimento e rentabilidade econômica da atividade.

Portanto, justificam-se estudos com o uso de adubação silicatada, utilização de bioestimulantes e aplicações de fungicida na cultura. As épocas de cultivo de milho, tanto na safra verão, quando a pressão de pragas e doenças sobre a cultura é grande, quanto na safrinha ou na safra de inverno, quando o estresse hídrico é suficiente para reduzir rendimento e afetar a viabilidade econômica da atividade, o uso de insumos agrícolas pode ser benéfico aos produtores de milho verde, para elevação de produtividade e renda (SILVA et al., 2014).

Assim, o estudo foi organizado em dois capítulos: o primeiro capítulo contempla uma introdução geral e revisão de literatura, abordando assuntos como a cadeia agroindustrial do milho verde, que desenha a relação existente entre os diversos agentes econômicos que estão envolvidos na produção e comercialização deste produto, o uso de bioestimulantes no milho, que procurar definir conceitos e aplicações destes produtos na cultura, a adubação silicatada, que estabelece os benefícios do uso deste mineral à cultura, e doenças de ocorrência na cultura do milho.

O segundo capítulo contempla estudo para avaliar o emprego de bioestimulantes e fungicida na cultura do milho, avaliando o efeito e a viabilidade econômica do emprego destes fatores na cultura, em duas épocas de cultivo. A hipótese testada foi a de que o uso de tecnologias modernas, como bioestimulantes contendo hormônios e nutrientes e fungicida, poderia aumentar o rendimento de espigas verdes e,

por isso, aumentar a receita líquida dos produtores. Por isso, o objetivo foi o de analisar o desempenho agrônomo do milho verde com o uso de bioestimulantes e fungicida e a viabilidade econômica da cultura com o uso destes insumos produtivos. Para tanto, foram empregados métodos estatísticos, como o Teste Tukey e contrastes ortogonais e a determinado a viabilidade econômica do emprego destes insumos produtivos.

O terceiro capítulo avaliou o efeito do uso de silício, bioestimulantes e fungicida em parâmetros agrônômicos da cultura do milho verde e viabilidade econômica. A hipótese testada foi a de que a adubação silicatada, por dificultar a entrada de patógenos na planta pela maior deposição do elemento na parede celular, poderá contribuir para diminuir a severidade de doenças, incrementarem o teor de clorofila nas folhas e massa de espigas verdes empalhadas. O uso dos bioestimulantes poderá proporcionar maior número de espigas verdes colhidas por área, com maior vigor e menor severidade de doenças, proporcionados pelo uso de fungicida. Assim, o objetivo deste capítulo foi avaliar o efeito do uso de silício em associação com bioestimulantes e fungicida nas características agrônômicas da cultura do milho verde e estimar a viabilidade econômica do emprego destes recursos produtivos.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. A cadeia agroindustrial do milho verde

O agronegócio do milho é um dos segmentos econômicos dentro da agropecuária que contribui social e economicamente para o país. O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. No Brasil, seu cultivo ocorre em praticamente todo o território nacional, em duas safras bem estabelecidas, no verão e em safrinha. Alguns tipos de milho podem ser cultivados em terceira safra, desde que se utilize irrigação.

Somente a produção de grãos, no ano de 2014, foi de 79,9 milhões de toneladas e o complexo do milho gerou uma receita bruta de R\$28,20 bilhões, constituindo-se como a sexta maior atividade econômica da agropecuária brasileira (CONAB, 2016a). A produção de milho é destinada ao consumo humano e animal, sendo que do total produzido, 59% é destinada à alimentação animal, 5,5% para a alimentação humana, 7,5% para a indústria e 28% para exportação (CONAB, 2016b).

A cadeia agroindustrial de milho verde está inserida dentro deste grande complexo. A produção das espigas verdes é destinada à alimentação humana e o restante da planta é enviado à alimentação animal, como silagem. Outros segmentos econômicos que fazem parte do agronegócio do milho são as cadeias de produção de milho em grãos, doce, pipoca e minimilho.

A cultura do milho verde carece de estatísticas sobre a produção e comercialização de espigas verdes e também de silagem. O crescimento da produção de milho verde no Brasil é comprovado pelo surgimento de novas cultivares de milho com características exigidas pelo consumidor para atender este mercado. A cadeia agroindustrial do milho verde, porém, é bem definida e seus agentes econômicos apresentam papéis definidos, que contribuem para alavancar e sustentar o agronegócio deste produto (Figura 1).

Os fornecedores de insumos se encontram à montante da produção primária e têm papel fundamental no estabelecimento da produção. Fornecem todos os insumos para a implantação e o desenvolvimento da cultura no campo. Muitos desses agentes executam papel secundário para o milho verde, sendo que sua atuação primária está voltada para os cultivos de soja, milho, sorgo e outros produtos, como é o caso das indústrias de fertilizantes e defensivos.

Existe cultivares que são próprias para a produção de milho verde. Contudo, há pouca disponibilidade de materiais à disposição dos produtores que podem ser empregados no processo produtivo. Há inclusive materiais híbridos com tecnologias

Bt's, que são resistentes às pragas, como as lagartas do cartucho e da espiga, e que vão atender às exigências do consumidor final.

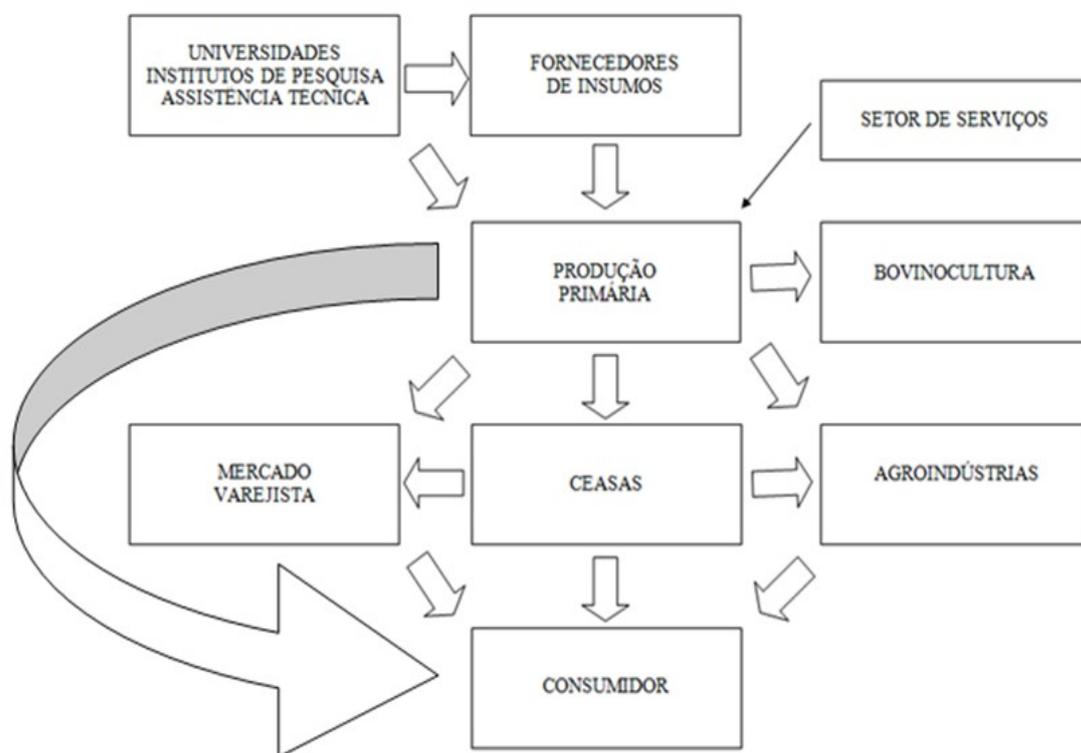


Figura 1 – Cadeia agroindustrial do milho verde.
Fonte: elaborada pelo autor.

Muitos dos insumos produtivos existentes no mercado são específicos para a produção de milho grão, como os defensivos, tratamentos de sementes e adubos. No caso de cultivares, muitos produtores ainda empregam na produção de milho verde materiais que são utilizados para a produção de grãos ou até mesmo para a produção de silagem (SANTOS et al., 2009). Em parte isso se deve à escassez de materiais disponíveis para a atividade (SILVA et al., 2015), e em parte ao desconhecimento dos produtores da existência desses materiais. Pacheco et al. (2006) destacaram que a escolha de cultivares a serem empregadas no processo produtivo torna fundamental para o bom desempenho da lavoura e que isso refletirá na sua renda final.

Neste ponto, o papel desempenhado por institutos de pesquisa, universidades e agências locais de extensão rural é fundamental para o desenvolvimento e a divulgação de novas cultivares para a produção de milho verde. Esses agentes são importantes pelo suporte dado às firmas de insumos e à produção primária. Pesquisadores de

universidades e da Embrapa, de empresas públicas estaduais de pesquisa e das Emater estaduais geram e divulgam resultados que podem ser úteis para a agregação de novas tecnologias ao processo produtivo.

À jusante das firmas fornecedoras de insumos está o setor de produção primária, responsável pela produção de espigas verdes e silagem. São constituídos de pequenos e, em algumas regiões, médios produtores rurais (PEREIRA FILHO, 2003), que cultivam o produto de forma escalonada. Atendem um mercado mais regionalizado e estão situados próximos às cidades ou aos centros consumidores, onde a comercialização do produto é garantida pelo consumo elevado durante todo o ano (ALVES et al., 2004). Bottini et al (1995) destacam que devido à perecibilidade do produto é desejável que a produção esteja próxima aos centros consumidores.

Os produtores não adotam ou utilizam pouca tecnologia no processo de produção e, geralmente, se apropriam da tecnologia que é desenvolvida para a cultura do milho grão. Muitos não fazem análise de solo e utilizam doses de adubação que podem estar abaixo do necessário para a condução da lavoura.

Outro fator que agrava a fertilidade, além do baixo incremento de adubação na cultura, ocorre com produtores que destinam o restante da planta para a silagem. Muitos minerais, como N, P e K, são extraídos e exportados com a venda da silagem, reduzindo a quantidade desses nutrientes no solo (COELHO, 2006).

Em relação ao tempo de produção, o milho verde pode ser uma opção para quem quer realizar mais duas ou três safras por ano. O período de produção da cultura pode variar em termos de região e de material semeado. Em algumas regiões, a colheita das espigas verdes ocorre em 70 a 90 dias (SILVA et al., 2004).

Outro fator importante é o tempo de pós-colheita do produto, pois há um período de tempo curto para que o milho verde atenda às suas exigências, sendo necessária rapidez no processo de colheita, devido ao alto teor de água verificado no grão leitoso (SILVA et al., 1997). Paiva Júnior (1999) destaca que o ideal para o produtor é o uso de cultivares que produzam espigas com menores perdas de qualidade comercial após a colheita e que mantenham um período maior como leitoso para atender ao mercado.

O milho verde a ser comercializado deve apresentar atributos que serão de interesse tanto da agroindústria quanto do consumo *in natura*. Para o mercado varejista, as espigas devem apresentar bom empalhamento, com espigas maiores que 15 cm de comprimento e diâmetro de 3 cm ou mais. Os grãos devem apresentar coloração

amarelo-creme ou claro, devem estar livres de pragas e doenças e injúrias no sabugo e grãos, devem ter longevidade (tempo de bandeja), alto teor nutritivo e não apresentar danos provocados por pragas e doenças (VIEIRA et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2008).

No campo, os materiais utilizados devem proporcionar elevado rendimento para que possam trazer retorno econômico aos produtores. Albuquerque et al. (2008) consideram que produtividades elevadas, acima de 12 toneladas ha⁻¹, resultam em melhor renda para o produtor e menor custo de produção. Ciclos de produção menores, de 80 a 100 dias, e tempo maior de pós-colheita também devem ser levados em consideração pelos produtores (MORAES et al., 2010).

Dando suporte ao setor produtivo, existe o setor de serviços, que são agentes envolvidos direta e indiretamente com a produção do milho verde. Nesta classe, há os catadores ou apanhadores de milho, os intermediários que comercializam a produção, seguranças de área, os que prestam serviços em manutenção de sistemas de irrigação, máquinas e equipamentos da propriedade rural. Estes agentes estão, basicamente, localizados nas cidades. O setor primário de produção se relaciona ainda com outras cadeias, principalmente com a bovinocultura de leite e de corte, com a venda de silagem, da planta com ou sem espigas verdes (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Após o segmento produtivo vem o processamento do milho verde e a logística. Na comercialização do milho verde, os produtores negociam diretamente com centros de abastecimento, como as Ceasas estaduais, mercados varejistas, como os supermercados e pamonharias, além das agroindústrias, que irão processar o milho verde, transformando-o em conserva. Os produtores podem também vender a produção diretamente ao consumidor final, como espigas verdes empalhadas.

O milho verde entregue para o mercado é embalado em bandejas de isopor cobertas com polietileno, contendo cinco espigas desempalhadas. Nas pamonharias ou nas agroindústrias, o milho verde empalhado é processado, retirando-se sua palha e seus grãos ralados para serem transformados em massas, bolos, pamonhas e outros produtos da culinária (PEREIRA FILHO, 2003). Uma vez entregue à Ceasa, esta também processa o milho verde empalhado e revende às casas de pamonhas, mercados e até para a agroindústria, para ser beneficiado, onde o milho será transformado em conserva (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O consumidor é o elo final da cadeia e é aquele que irá demandar o produto. Pode adquirir o produto direto do produtor ou em mercados varejistas. Seu consumo

está diretamente ligado com a satisfação. Devido a sua exigência, ele quer um produto com preço baixo, qualidade e quantidade (VIEIRA et al, 2010).

Sem dúvida alguma, a cadeia agroindustrial do milho verde é parte, ainda que de forma singela, do agronegócio do milho, que é formado, além deste segmento econômico, pelas cadeias agroindustriais do milho em grãos, pipoca, doce e minimilho. A produção de milho para grãos é o maior segmento econômico de todos, com maior participação no agronegócio total do milho, seguido do milho verde, milho doce, pipoca e minimilho, não necessariamente nesta ordem de importância.

Como se percebe, a cadeia produtiva do milho verde é muito específica e voltada para um mercado distinto do milho para grão e especiais (Tabela 1). Devido à quantidade de agentes envolvidos dentro da cadeia, o cultivo gera renda e empregos, tanto no campo quanto na cidade, seja em empresas privadas ou familiares.

Tabela 1 – Características específicas e finalidades para a cultura do milho

Finalidade	Milho		
	grão	doce/pipoca	verde
Pós-colheita (destino)	Agroindústria	Agroindústria	Agroindústria, Ceasa, feiras, pamonharia, etc.
Perfil do produtor	grande, médio e pequeno	médio e pequeno	pequeno
Abrangência do mercado	local, nacional e mundial	nacional	regional
Teor de sacarose	baixo	baixo a alto	alto
Plantio	total	total	escalonado
Época de plantio	ano todo	ano todo	ano todo
Ciclo produtivo	110 a 120	120	70 a 90
Disponibilidade de material transgênico	alta	médio-baixa	baixa
Tecnologia empregada	alta e média	média	baixa
Severidade de doenças	alta	alta	alta
Produto	grãos	grãos	espigas verdes e plantas
Potencial produtivo	15 toneladas	2-4 toneladas	20 toneladas
Consumo	humano e animal	humano	humano e animal
Valor agregado	baixo	baixo	alto
Qualidade final exigida	baixa	média	alta
Emprego familiar	médio a baixo	baixo	alto

Fonte: elaborada pelo autor.

A comparação acima demonstra que há muitos contrastes entre a produção de milho verde e a produção de grãos, por exemplo, cujos sistemas de cultivo são bem distintos. Na finalidade grão, o sistema é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores que fazem uso de tecnologias modernas, voltando a produção para atender um mercado local, regional, nacional e até mundial (BAMPI et al., 2016). Milhos especiais, destinados a pipoca e doce, enfrentam o problema de contar com poucas variedades para atender o produtor rural, cuja demanda é crescente (SCAPIM et al. 2010), e são totalmente destinados ao processamento agroindustrial (KWIATKOWSKI e CLEMENTE, 2007).

Por outro lado, o milho verde é cultivado por pequenos produtores, com baixo padrão tecnológico e o produto é entregue para consumo local, ou no máximo, na cidade vizinha. Não pode ser comercializado longe do centro produtor devido à rápida transformação da sacarose em amido, o que acaba inviabilizando o produto para consumo verde, e o custo elevado de transporte. Porém, pela sua peculiaridade, pode ter seu valor agregado ainda na propriedade rural, aumentando o emprego e a renda do produtor.

2. Bioestimulantes no milho

O uso de bioestimulantes na cultura de milho tem sido muito estudado. Atualmente, os estudos estão voltados para a produção de milho para grão, conforme trabalhos de Braccini et al. (2012), Santos et al. (2013) e Dourado Neto et al. (2014), verificando-se a carência de pesquisa com a cultura do milho verde.

Na primeira definição de bioestimulantes, Kauffman et al. (2007) relataram que eram substâncias que promoviam o crescimento das plantas quando aplicadas em baixas quantidades e não tinham características de fertilizantes. Para Du Jardin (2015), bioestimulantes não podem ser considerados fertilizantes ou pesticidas, mas sim compostos que quando aplicados em plantas, sementes ou substratos, em formulações específicas, têm a função de modificar processos fisiológicos nos vegetais, promovendo benefícios para o crescimento, desenvolvimento ou respostas aos estresses bióticos e abióticos. Dessa definição, pode-se entender que os bioestimulantes promovem alterações fisiológicas e estruturais na planta, com a finalidade de aumentar o rendimento e a qualidade da lavoura (ÁVILA et al., 2008).

Atualmente, os bioestimulantes podem conter hormônios vegetais sintéticos ou naturais, ou até mesmo uma mistura de reguladores de crescimento vegetal, composta

de um ou mais reguladores vegetais associados ou não com outras substâncias, como os aminoácidos, nutrientes e vitaminas (SILVA et al., 2008). Esses bioestimulantes podem estar associados a outros compostos bioquímicos, como aminoácidos, betaínas, nutrientes, vitaminas e outros (KOLLING et al., 2016).

Alguns bioestimulantes contêm substâncias húmicas e algas marinhas, que têm certas quantidades desses hormônios, e que quando aplicados promovem o crescimento do vegetal e afetam a fisiologia da planta (ZHANG e ERVIN, 2004; ERTANI et al., 2009). Ertani et al. (2009) relatam que algas marinhas, associadas ou não a ácidos húmicos, podem promover o crescimento dos vegetais, principalmente quando se encontram sob estresse abiótico.

Calvo et al. (2014) relataram que o conceito de bioestimulantes ainda não está definido, em virtude da quantidade diversa de substâncias, ou fatores produtivos, que compõem este produto. Citam que na Europa o conceito de bioestimulantes é amplo e que pode ser compreendido como produto que contém substâncias diversas e micro-organismos que quando aplicado às plantas estimula a absorção de nutrientes. Ainda afirmam que a eficiência desses elementos absorvidos capacita o vegetal a suportar certos fatores bióticos e abióticos, como o estresse salino, por exemplo.

Os bioestimulantes podem ser utilizados durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, estimulando tanto o crescimento quanto o desenvolvimento de plantas. Por isso, podem ser utilizados no tratamento de sementes para sua atuação na germinação, no desenvolvimento vegetativo e na maturação. Seus benefícios podem ser observados pela melhoria da eficiência do metabolismo da planta, na assimilação, translocação e uso dos nutrientes, tolerância a estresses abióticos, da qualidade do produto, como dos fatores bioquímicos, no aproveitamento da água disponível no solo e até como promotor do desenvolvimento de micro-organismos no solo, que irá refletir em aumento de produtividade e qualidade das culturas (EUROPEAN BIOSTIMULANTS INDUSTRY COUNCIL, 2016).

Os hormônios encontrados na maioria dos bioestimulantes são a auxina, o ácido giberélico e a citocinina, cada um com funções estabelecidas fisiologicamente, e que quando aplicados nos tecidos vegetais favorecem a expressão do potencial genético destas plantas. A auxina é o hormônio do crescimento. Este fito-hormônio é sintetizado em tecidos jovens em divisão, em especial em partes aéreas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Essas substâncias atuam no alongamento celular, promovendo o crescimento de caules e

coleóptilos e, por outro lado, inibindo o crescimento de raízes, e nos tropismos vegetais, como o fototropismo, o gravitropismo e o tigmotropismo.

Exercem efeitos no desenvolvimento vegetal, como na dominância apical, no desenvolvimento das gemas florais, na formação de raízes laterais e adventícias, na diferenciação vascular, no retardo do início da abscisão foliar e no desenvolvimento do fruto (TAIZ e ZEIGER, 2009). Seu emprego na agricultura tem papel fundamental para o aumento dos rendimentos das lavouras. Povh (2008) relata que, em plantas medicinais, as auxinas estão relacionadas com a síntese e composição de óleos essenciais e que esse hormônio é responsável pelo aumento da produção de óleo.

A giberelina é descrita como o hormônio responsável pela germinação de sementes e regulador da altura das plantas; pode estimular o crescimento do caule e da raiz, regula a transição da fase juvenil para a adulta, influencia a iniciação floral, promove o desenvolvimento do pólen e o crescimento do tubo polínico e também o estabelecimento do fruto e a partenocarpia e, por fim, o desenvolvimento inicial da semente (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A citocinina é o hormônio regulador da divisão celular e do desenvolvimento da planta. Uma função importante deste hormônio é sua atuação como influenciador na mobilidade de nutrientes de parte das plantas para as folhas, o chamado fonte-dreno (TAIZ e ZEIGER, 2009). Essa distribuição é importante para a produção de fotoassimilados e enchimento dos grãos. Detalhe interessante é o fato de que a condição nutricional da planta regula os níveis de citocinina, de tal forma que o nutriente influencia diretamente a concentração deste hormônio na planta; assim, se a planta está deficiente nutricionalmente, a quantidade deste fito-hormônio também é reduzida.

Outras substâncias podem compor os bioestimulantes, como compostos químicos, macro e micronutrientes, aminoácidos, proteínas e até micro-organismos (DU JARDIN, 2015). A betaina, por exemplo, é uma substância presente em muitos bioestimulantes e são compostos doadores de radicais metílicos que podem ser utilizados em vários processos bioquímicos nas células, como na síntese de reações metabólicas, como a metilação de DNA e RNA, na formação de aminoácidos, como a carnitina, creatina e metionina. Estes radicais podem estar presentes em membranas celulares lipídicas, conferindo à planta maior capacidade de suportar os efeitos bióticos e abióticos adversos ao crescimento e desenvolvimento do vegetal (PEREIRA et al., 2010).

As betainas presentes na composição destes bioestimulantes têm função osmoprotetora. Essa função mantém a integridade das atividades fisiológicas vitais da célula, o que permite ao vegetal continuar seu processo produtivo (ABDUL JALEEL et al., 2007). Pode também aumentar a eficiência da atividade fotossintética da planta, protegendo as membranas do tilacóide. Esse incremento pode resultar em ganhos de produtividade, pela maior produção de fotoassimilados para os grãos (ASHRAF e FOOLAD, 2007; CARLIN e SANTOS, 2009).

Em alguns biorreguladores de plantas são incorporados macro e micronutrientes, para que possam suprir a planta e minimizar problemas de deficiência existentes no solo ou quando da adubação. A planta de milho necessita de muitos minerais, principalmente no estágio vegetativo. O aporte com bioestimulante com nutrientes no estágio V3 é desejável, pois permite maior desenvolvimento da planta e reflete no seu potencial produtivo (RITCHIE et al., 2003; MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Quando incorporam micronutrientes, podem beneficiar a planta de milho, pois a deficiência de molibdênio, por exemplo, pode interferir na absorção de nitrato pela planta e comprometer o metabolismo e a dinâmica do nitrogênio no vegetal (FERREIRA et al., 2001).

O emprego de biorreguladores na cultura de milho pode ocorrer tanto em tratamento de sementes quanto em distintos estádios de desenvolvimento da planta, em associações com bactérias e micronutrientes e até no solo (ARAGÃO et al., 2003; BRACCINI et al., 2012; FERREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2013; CALVO et al., 2014). Trabalho de Dourado Neto et al. (2014) avaliou o desempenho agrônômico das plantas e o seu rendimento com uso de bioestimulante em três etapas: no tratamento de sementes, pulverização na fileira de semeadura e pulverização foliar. Concluíram que a aplicação do composto $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ácido indolbutírico, $0,9 \text{ g L}^{-1}$ de cinetina e $0,5 \text{ g L}^{-1}$ de ácido giberélico afetava positivamente no aumento do diâmetro de colmo, no número de grãos por fileira e no número de grãos por espiga, sem, contudo, afetar o rendimento da cultura.

Santos et al. (2013) também constataram que o uso de bioestimulante da empresa Nutral Urbana, linha 2009, tanto em tratamento de sementes quanto em pulverização foliar, apresentaram efeitos positivos sobre a cultura de milho, principalmente no crescimento e no desenvolvimento radicular. Resultados puderam ser comprovados na recuperação da plântula de milho quando esta foi submetida a algum estresse durante esta fase, principalmente o hídrico, muito comum de ocorrência em

milho cultivado em safrinha. O mesmo foi verificado nos trabalhos de Lana et al. (2009) e Oliveira et al. (2016). Dourado Neto et al. (2004) verificaram que a aplicação de Stimulate[®] em tratamento de sementes afetou a produtividade da cultura e que esta forma de tratamento é mais eficiente que em pulverização foliar.

Oliveira et al. (2016) observaram que o tratamento de sementes com Stimulate[®] permitiu que plantas de milho crescessem em um ambiente com estresse salino, mostrando o efeito benéfico do produto aplicado na semente antes da semeadura. Esse produto pode também, quando aplicado via tratamento de semente, auxiliar no desenvolvimento de plântulas mais vigorosas e permitir que a cultura se estabeleça mais rápida no campo. Santos et al. (2005) observaram que sementes tratadas com bioestimulantes propiciaram plântulas de algodoeiro mais fortes, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência. Evangelista et al. (2010) verificaram que o uso de enraizante Wiser associado a adubação foliar promoveram aumentos no número de espigas por planta e incrementou a produtividade da cultura.

O uso de hormônios vegetais na cultura, de forma exógena, tem tido a finalidade de incrementar o rendimento das lavouras no campo e, por conseguinte, aumentar o rendimento econômico da atividade (CASTRO, 2006). O produto tem um baixo custo no mercado e pode ser compensador o incremento da produção com seu uso. Contudo, para ter o efeito desejado na planta (promotor de crescimento ou inibição de atividade metabólica indesejada) é necessário que seja utilizado o produto adequado à cultura, na dose e no estágio ideal e na forma correta de aplicação (CATO, 2006).

Muitos trabalhos também constataram não terem encontrado efeito do uso de bioestimulantes na produtividade das lavouras. Entre os fatores, a ação do produto na cultura na qual está sendo aplicado o bioestimulante, a composição do produto que se está utilizando, as condições nutricionais da planta, a fertilidade do solo e, também, as condições edafoclimáticas (KOLLING et al., 2016; TAIZ e ZEIGER, 2009).

Para que os bioestimulantes aplicados exogenamente no vegetal tenham o efeito desejado, seja ele promoção de crescimento, inibição de alguma atividade fisiológica ou de alteração metabólica, é necessário que primeiramente sejam depositados na quantidade de efeito e de forma correta para sua absorção pelas células; devem ainda ser reconhecidos e capturados por receptores presentes na membrana plasmática (CATO, 2006).

Os benefícios do uso de bioestimulantes ocorrem nas plantas e nos solos. Tejada et al. (2011) verificaram que os bioestimulantes testados, provenientes de quatro

materiais orgânicos, favoreceram a propagação de micro-organismos no solo e o estabelecimento da planta, contribuindo, inclusive, com a sua restauração. Chen et al. (2002), estudando efeitos de dois bioestimulantes sobre a dinâmica de micro-organismos e ciclagem de nutrientes no solo, verificaram aumentos de N no solo pela maior mineralização da matéria orgânica.

Portanto, o uso de bioestimulantes e reguladores vegetais vêm crescendo significativamente e diversos trabalhos têm corroborado a eficiência destas substâncias para que estes produtos tenham aceitação como fator tecnológico a ser incorporado na condução das mais diversas lavouras (MILLÉO et al., 2000; ALLEONI et al., 2000; VIEIRA e CASTRO, 2001; BRACCINI et al., 2005; ALBRECHT et al., 2009; MIGUEL et al., 2009; BERTOLIN et al., 2010; ABRANTES et al., 2011).

Contudo, deve-se deixar evidente que os bioestimulantes não se enquadram como fertilizantes e defensivos agrícolas, para controle de doenças e pragas das plantas (CALVO et al., 2014). Seu uso pode ser uma nova alternativa nos sistemas de produção, visando aumentos de produtividade na cultura do milho verde.

3. Adubação silicatada

Não se encontrou na literatura estudos sobre o uso de adubação silicatada associada com o uso de bioestimulantes na cultura do milho verde. Apesar de não ser um micronutriente essencial, a sua deposição na parede celular aumenta a resistência da planta ao acamamento e cria uma resistência mecânica ao ataque de doenças e pragas (EPSTEIN, 2001; GOUSSAIN et al., 2002; COSTA et al., 2009; NOLLA et al., 2009; FREITAS et al., 2011; SANTOS et al., 2014). Pode também atuar no crescimento e no desenvolvimento das plantas expostas a fatores abióticos e atua na regulação fotossintética da planta na sua absorção iônica e nas relações hídricas (SAVVAS e NTATSI, 2015). Ma e Yamaji (2006) destacam que um dos benefícios do silício (Si) está na sua capacidade de se depositar em tecidos vegetais e estimular mecanismos de resistência às doenças de plantas.

Entre as formas de fornecimento de silício às culturas, destacam-se aquelas aplicadas no sulco de plantio, pouco solúvel, como as escórias de siderurgia, na forma de silicatos de cálcio e magnésio, e aplicação foliar. Carvalho Filho et al. (2007), trabalhando com silicato aplicado em sulco de plantio para reduzir efeito salino da adubação química na germinação de sementes de milho, verificaram que o agrossilicato

afetou positivamente o desenvolvimento radicular da cultura, porém não alterou o pH do solo.

Chaves e Vasconcelos (2006), trabalhando com xisto retornado (cuja composição contém cerca de 60% de silício), também constataram não haver alteração de pH de solo com o emprego deste composto. Castro e Crusciol (2013), utilizando escórias de siderurgia, concluíram que este material silicatado é eficiente para aumentar a produtividade de milho.

Uma vez aplicada em solução nutritiva, a adubação silicatada poderá favorecer a planta, atenuando os efeitos tóxicos do estresse salino. Trabalhos como o de Lima et al. (2011), estudando a aplicação de adubação silicatada na cultura do milho, verificaram que o silício minimizou esses efeitos deletérios da salinidade no crescimento das plântulas de milho. Rashad e Hussien (2014) encontraram que o Si foi eficiente em reduzir a salinidade nas plantas de milho, através da redução da quantidade de íons Na^+ que deixaram de ser absorvidos pelo vegetal.

A aplicação do silício no solo pode favorecer tanto o desenvolvimento da parte aérea quanto do sistema radicular do milho (CARVALHO FILHO et al., 2007; NOLLA et al., 2009). Chaves e Vasconcelos (2006), entretanto, aplicando xisto retornado no solo, concluíram que as plantas de milho não responderam positivamente quanto aos parâmetros de crescimento vegetativo, como a altura das plantas e o diâmetro de caule.

Contudo, alguns trabalhos têm mostrado que fontes de fornecimento de silício aplicados ao solo podem aumentar o pH do ambiente e disponibilizar o mineral para a planta (CAMARGO et al., 2007; PEREIRA et al., 2004; KORNDÖFER et al., 1999). Kaya et al (2006) verificaram que aplicação de silício aumentou a concentração de cálcio e potássio na cultura do milho sob estresse hídrico, favorecendo o potencial hídrico da planta e impedindo a perda de água pela transpiração. Miranda et al. (2002) mostraram que a adição de Si no solo elevou os teores de K e de Ca nas folhas das plantas, reduzindo os valores de Na e as relações entre Na/Ca, Na/Mg e Na/K. Pulz (2007) mostrou que a aplicação de silício promoveu aumentos de absorção de P, Ca e Mg pelas plantas.

Esse efeito corretivo dos silicatos pode favorecer o aumento do pH no solo próximo à região da rizosfera e promover a absorção de nutrientes essenciais pela raiz, aumentando a eficiência nutricional da planta (POZZA, 2004). Sandim et al. (2014) verificaram que o uso de silicatos aumentaram os teores de P no solo para a cultura do

milho e concluíram que o Si e P apresentam interação positiva entre ambos em termos de eficiência de absorção de nutrientes pela planta.

Gomes et al. (2009), estudando injúrias foliares causadas por insetos em batata, após aplicação de silício, verificaram que, apesar deste mineral não ter efeito sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura, as plantas apresentaram menores danos foliares em relação à testemunha. Em outros trabalhos, contudo, foram verificados ganhos em produtividade, como o de Nojosa et al. (2006) e Korndöfer et al. (1999).

O Si depositado na epiderme pode contribuir para reduzir injúrias nas folhas e colmos causadas por insetos. Dalastra et al. (2011) constataram que uma única aplicação foliar com agrossilício reduziu número de adultos e ninfas de tripés na cultura do amendoineiro e ainda proporcionou aumentos significativos no rendimento final desta cultura. Mauad et al. (2003) verificaram que a adubação silicatada foi fundamental para reduzir o número de espiguetas chochas por panícula e aumentar a massa de grãos. Contudo, não foi fundamental para elevar o rendimento de grãos de arroz.

O silício também tem sido estudado como fator para atenuar os efeitos do estresse hídrico. Kaya et al. (2006), estudando Si em milho, concluíram que a aplicação deste mineral melhora o crescimento da planta e aumenta a sua produção em áreas onde a água é escassa. Dantas Júnior et al. (2013) verificaram que a produção de grãos de milho foi significativamente influenciada pelo uso de silicatos de cálcio e magnésio na cultura em conjunto com irrigação.

Pelo fato do milho ser uma cultura muito cultivada no país, e em várias épocas do ano, a ocorrência de doenças é bastante elevada. Por conta disso, a utilização de defensivos tem sido intensa na produção deste cereal, o que tem elevado os custos de produção e a contaminação do meio ambiente (BARBOSA FILHO et al., 2000; MARCHEZAN et al., 2004). O silício, como fator para aumentar a resistência da planta a diversos fatores abióticos, pode contribuir para amenizar as enfermidades que incidem sobre a planta. Pode ser também uma alternativa viável no controle de pragas e doenças e para a redução das despesas com insumos na propriedade rural, o que pode elevar a renda do produtor. BOTELHO et al. (2005) observaram que, em cafeeiro, houve decréscimo de cercosporiose quando as plantas foram tratadas com silício, devido à concentração de cálcio existente no silicato utilizado, e que houve aumento da lignina nas folhas e silício nos caules.

Diante disso, o uso de agrossilício pode ser uma alternativa para controlar algumas enfermidades e pragas que acometem a cultura do milho verde e reduzir o uso

de fungicidas e inseticidas para que o produtor possa colher espigas verdes com maior rendimento e mais qualidade (SILVA et al., 2010).

4. Doenças de ocorrência no milho

O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. No Brasil, seu cultivo ocorre em praticamente todo o território nacional, em duas safras bem estabelecidas, no verão e em safrinha. Para a região do Brasil Central, o milho abastece complexos agroindustriais importantes, como o de carnes de aves e suínos e também os da bovinocultura de corte e de leite, cujas agroindústrias apresentam demandas crescentes pelo grão (SILVA et al., 2014).

Devido ao volume de produção, em diversas áreas do país e em quase todas as épocas do ano, a cultura apresenta uma série de doenças que acometem a atividade no campo, em praticamente todos os estádios de desenvolvimento da planta. Silva (2015) enfatiza que, embora a segunda safra de milho (ou safrinha) seja importante economicamente para os agricultores e para todo o complexo milho, esse cultivo nesta época do ano tem trazido implicações importantes em relação à sanidade das lavouras, favorecendo o aumento de danos causados por doenças.

Diversas são as doenças que acometem a cultura de milho no Brasil. Há as (i) doenças foliares, que podem ser a cercosporiose, a mancha-branca (ou mancha-de-feosféria), a ferrugem-polissora, a ferrugem-comum, a ferrugem-tropical, as helmintosporioses, a mancha-de-diplodia e a antracnose; as (ii) doenças de colmo, como as podridões de *Sternocarpella*, a de *Fusarium*, a seca do colmo e a causada por *Pythium*, a antracnose do colmo e as podridões bacterianas; (iii) doenças causadas por vírus e mollicutes, como o raiado fino, o mosaico comum do milho e os enfezamentos e (iv) as doenças causadas por nematóides (CASELA et al., 2006). As doenças causadas por fungos são aquelas que têm comprometido realmente o potencial produtivo da cultura no campo (WHITE, 1999).

Diversas doenças foram observadas no cultivo de milho produzido na região central do país, como a ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), cercosporiose (*Cercosporazeae-maydis*), podridões-do-colmo (*Colletotrichum*, *Diplodia*, *Fusarium* e *Macrophomina*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e pinta-branca (*Pantoea ananatis*) (CECCON et al., 2014; SILVA e FRANCISCHINI, 2013).

No milho, vários são os fatores que vêm contribuindo para o aparecimento de doenças na cultura. Destacam-se o aumento da área cultivada, manejo inadequado,

plantios consecutivos, resistência dos patógenos e o uso de diferentes híbridos com diferentes resistências às doenças (PINTO, 2004).

A expansão da área cultivada de milho em sistema de plantio direto tem sido responsável pelo aparecimento de muitas enfermidades no milho. A presença de restos culturais, como a palha de soja em muitas regiões do país, beneficia a sobrevivência de doenças, principalmente das fúngicas (CASA et al., 2006).

A prática de uso de fungicidas na cultura do milho é bem estudada e a literatura é extensa. Porém, em milho verde também há carência de estudos relacionando a cultura ao seu controle fitossanitário. Bampi et al. (2012) e Costa et al. (2008) utilizaram vários fungicidas para controlar doenças em milho e verificaram que as moléculas aplicadas, como os triazóis + estrobilurinas, estrobilurinas, benzimidazóis e os triazóis foram bastante eficientes para reduzir a severidade de doenças. Da mesma forma, Stefanello et al. (2012) também verificaram redução de inóculos em grãos de milho colhidos quando foram aplicados via foliar o fungicida azoxistrobina + ciproconazol químico em milho no pré-pendoamento.

O controle químico de doenças e o uso de variedades resistentes a determinadas doenças têm impactado o rendimento final da cultura de milho (JULIATTI et al., 2007; DUARTE et al., 2009). Verificou-se, também, que a aplicação de fungicidas favorece o desenvolvimento das plantas e acaba afetando positivamente as características agronômicas da planta (JARDINE e LACA-BUENDIA, 2009; COSTA et al., 2012; GONÇALVES et al., 2012).

Uma das doenças que ocorrem na cultura do milho é a mancha-de-feosféria. É uma enfermidade que tem acometido lavouras por todo o território nacional e sido responsável pela redução de produtividade da cultura no Brasil (LOPES et al., 2007). O uso de híbridos mais resistentes a doenças também tem sido empregado no setor produtivo. Seleções de híbridos também são pesquisadas para entregar ao produtor sementes mais tolerantes às doenças com o intuito de se aumentar a produtividade no campo (NICOLI et al., 2016). Santos et al (2002) encontraram genótipos de milho resistentes a *Phaeosphaeria maydys*. Casa et al. (2006), contudo, relataram que não há uma descrição precisa da reação dos materiais genéticos especificamente para cada espécie de patógeno na cultura do milho.

Contudo, por ser mais utilizado na cultura do milho, o controle químico tem se mostrado benéfico à produção na redução da severidade de doenças. No milho verde o

uso de fungicidas pode ser uma opção viável para aumentos de produtividade da cultura no campo e incremento de renda para o produtor rural.

2. REFERÊNCIAS

ABDUL JALEEL, C.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR,A.; SANKAR, B.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in osmoregulations, antioxidantenzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.59, p.150-157, 2007.

ABRANTES, F.L.; SÁ, M.E.; SOUZA, L.C.D.; SILVA, M.P.; SIMIDU, H.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, V.V.; ARRUDA, N. Uso de regulador decrescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.148-154, 2011.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.D.L.; ÁVILA, M.R.; BARBOSA, M.C.;RICCI,T.T.; ALBRECHT, A.J.P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, v.10, p.191-198, 2009.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; SOUZA FILHO, A.X.; DIORINI, I.V.A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.768-775, 2008.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Estudo dos reguladores vegetais de Stimulatenno desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Publicatio**, v.6, n.1, p. 23-35, 2000.

ALVES, S.M.F.; SILVA, A.E.; SERAPHIN, J.C.; VERA, R.; SOUZA, E.R.B.; ROLIM, H.V.; XIMENES, P.A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.1, p.39-43, 2004.

ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; ALVES, A.; CATANEO, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho superdoce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.43-48, 2003.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p. 206-216, 2007.

ÁVILA, M.R. ; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v.65, n.6, p.604-612, 2008.

BAMPI, D.; CASA, R.T.; BOGO, A.; SANGOI, L.; SACHS, C.; BOLZAN, J.M.; PILETTI, G. Desempenho de fungicidas no controle da mancha-de-macrospora na cultura do milho. **Summa Phytopathological**, v.38, n.4, p.319-322, 2012.

BAMPI, S.L.; PAULA, C.V.; ZILLI, J.B.A. Competitividade das exportações de milho do Brasil para a União Europeia período de 2000 a 2014. **tiempo&economia**, v.3, n.2, p.115-136, 2016.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; PRABHU, A.S.; DATNOFF, L.E.; KORNDÖRFER, G.H. Importância do silício para a cultura do arroz (uma revisão de literatura). **Informações Agrônômicas**, n.89, p.1-8, 2000. Encarte Técnico.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; FURLANI JÚNIOR, E.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v.69, n.2, p.339-347, 2010.

BOTELHO, D.M.S.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; CARVALHO, J. G.; BOTELHO, C.E.; SOUZA, P.E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, p.582-588, 2005.

BOTTINI, P.R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F.A.G. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações Econômicas**, v.35, p.1039-1042, 1995.

BRACCINI, A.L.; MONFERDINI, M.A.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BRAMBILLA, D.; ARAGÃO, R.M.; BRAMBILLA, T. Emergência das plântulas e componentes da produção de sementes em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate10X na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27, Cornélio Procópio, 2005. **Resumos Expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.565-566.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Feed inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, v.25, n.2, p.58-64, 2012.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v.383, n.1, p.3-41, 2014.

CAMARGO, M.S.; PEREIRA, H.S.; KORNDÖRFER, G.H.; QUEIROZ, A.A.; REIS, C.B. Soil reaction and absorption of silicon by rice. **Scientia Agrícola**, v.64, p.176-180, 2007.

CARLIN, S.D.; SANTOS, D.M.M. Indicadores fisiológicos da interação entre déficit hídrico e acidez do solo em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1106-1113, 2009.

CARVALHO FILHO, A.; PEREIRA, L.J.; CORTEZ, J.W.; CARVALHO, L.C.C.; DRUMOND, L.C.D. Agressividade da adubação com silicato sobre a germinação do milho. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.199-208, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.5, p.16-20, 2006.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; PINTO, N.F.J.A. **Doenças na cultura do milho**. In: EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, (Circular Técnica) 2006.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba, 2006.46p. (Série Produtor Rural, n.32).

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and Congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.673-681, 2013.

CATO, S.C. **Ação de bioestimulantes nas culturas do amendoim, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 73 f. 2006. Tese (Doutorado) - Esalq, Piracicaba, 2006.

CECCON, G.; KAPPES, C.; SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R. Sistemas de produção de milho e sorgo safrinha na região Centro-Oeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 30, 2014. Salvador. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Salvador: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.

CHAVES, L.H.G.; VASCONCELOS, A.C.F. Alterações de atributos químicos do solo e do crescimento de plantas de milho pela aplicação de xisto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.84-88, 2006.

CHEN, S.K.; SUBLER, S.; EDWARDS, C.A. Effects of agricultural biostimulants on soil microbial activity and nitrogen dynamics. **Applied Soil Ecology**, v.19, p.249-259, 2002.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Embrapa: Circular Técnica. n. 76. 2006.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Receita bruta dos produtores rurais brasileiros**. Caderno Estatístico da Safra 2013-2014. Brasília, v.7, p. 1-236, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 de novembro de 2016a.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Análise dos custos de produção e rentabilidade da cultura do milho**. Compêndio de Estudos Conab. Brasília, v. 3, p. 1-36, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 de novembro de 2016b.

COSTA, F.M.; BARRETO, M.; KOSHIKUMO, É.S.M.; ALMEIDA, F.A. Progresso da ferrugem tropical do milho (*Zea mays*L.), sob diferentes tratamentos fungicidas. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.3, p.248-252, 2008.

COSTA, R.R.; MORAES, J.C.; COSTA, R.R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.455-460, 2009.

COSTA, D.F.; VIEIRA, B.S.; LOPES, E.A.; MOREIRA, L.C.B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p.98-105, 2012.

CUNHA, J.P.A.R.; SILVA, L.L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J.F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.3, p.366-372, 2010.

DALASTRA, C.; CAMPOS, A.R.; FERNANDES, F.M.; MARTINS, G.L.M.; CAMPOS, Z.R. Silício como indutor de resistência no controle do tripses do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoineiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.531-538, 2011.

DANTAS JÚNIOR, E.E.; CHAVES, L.H.G.; COSTA, F.A.M., GHEYI, H.R. Silicate fertilizer and irrigation depth in corn production. **Revista Ceres**, v.60, n.4, p.563-568, 2013.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTINS, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.1-9, 2004.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, supplement1, p.371-379, 2014.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.3-14, 2015.

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

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. (Eds.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.

ERTANI, A.; CAVANI, L.; PIZZEGHELLO, D.; BRANDELLERO, E.; ALTISSIMO, A.; CIAVATTA, C.; NARDI, D. Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, p.237-244, 2009.

EUROPEAN BIOSTIMULANTS INDUSTRY COUNCIL. About biostimulants and the benefits of using them. Disponível em: <<http://www.biostimulants.eu/about/what-arebiostimulants/>> Acesso em: 24 de novembro de 2016.

EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, J.A.; BOTELHO, F.J.E.; VILELA, F.L.; CARVALHO, B.O.; OLIVEIRA, G.E. Tratamento de sementes com enraizante e adubação foliar e seus efeitos sobre o desempenho da cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.109-113, 2010.

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

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

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.80-89, 2012.

FREITAS, L.B.; COELHO, E.M.; MAIA, S.C.M.; SILVA, T.R.B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, v.58, n.2, p.262-267, 2011.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a inseto-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.18-23, 2009.

GONÇALVES, M.E.M.P.; GONÇALVES JÚNIOR, D.; SILVA, A.G.; CAMPOS, H.D.; SIMON, G.A.; SANTOS, C.J.L.; SOUSA, M.A. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. **Nucleus**, v.9, n.1, p.49-62, 2012.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.305-310, 2002.

JARDINE, D.F.; LACA-BUENDÍA, J.P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, n.6, p.11-52, 2009.

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

KAUFFFMAN, G.L.; KNEIVEL, D.P.; WATSCHKE, T.L. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. **Crop Science**, v.47, p.261-267, 2007.

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v.29, n.8, p.1469-1480, 2006.

KOLLING, D.F.; SANGOI, L.; SOUZA, C.A.; SCHENATTOL, D.E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C.M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v.46, n.2, p.248-253, 2016.

KORNDÖFER, G.H.; ARANTES, V.A.; CORRÊA, G.F.; SYDER, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p.643-650, 1999.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, n.2, p.93-103, 2007.

LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GOZUEN, C.F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L.R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v.25, n.1, p.13-20, 2009.

LIMA, M.A.; CASTRO, V.F.; VIDAL, J.B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.398-403, 2011.

LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; BRUNELLIM, K.R.; SILVA, H.P.; MATIELLOV, R.R.; CAMARGO, L.E.A. Controle genético da resistência à mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.605-611, 2007.

MA, J.F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Sciences**, v.11, n.8, p.393-397, 2006.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Embrapa: Circular Técnica. Nº 76. 2006.

MANFROI, E.; LANGHINOTTI, C.; DANELLI, A.; PARIZA, G. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p.357-365, 2016.

MARCHEZAN, E.; VILLA, S.C.C.; MARZARI, V.; KORNDÖRFER, G.H.; SANTOS, F.M. Aplicação de silício em arroz irrigado: efeito nos componentes da produção. **Bioscience Journal**, v.20, n.3, p.125-131, 2004.

MAUAD, M.; CRUSCIOL, C.A.C.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J.C. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. **Scientia Agrícola**, v.60, n.4, p.761-765, 2003.

MIGUEL, F.B.; SILVA, J.A.A.; BÁRBARO, I.M.; ESPERANCINI, M.S.T.; TICELLI, M.; COSTA, A.G.F. Viabilidade econômica na utilização de um regulador vegetal em cana-planta. **Informações Econômicas**. v.39, p.53-59. 2009.

MILLÉO, M.V.R.; VENÂNCIO, W.S.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Arquivos Instituto Biológico**, v.67, p.1-145, 2000.

MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; BERTONI, J.C.; MELO, J.R.M.; CALDAS, A.L. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* LAM.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.4, p.957-965. 2002.

MORAES, A.R.A.; RAMOS JÚNIOR, E.U.R.; GALLO, P.B.; PATERNIANI, M.E.A.G. Z.; SAWASAKI, E.; DUARTE, A.P.; BERNINI, C.S.; GUIMARÃES, P.S. Desempenho de oito cultivares de milho verde na safrinha, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p.79-91, 2010.

NICOLI, A.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; LANZA, F.E.; SILVA, D.D.; COTA, L.V. Identification of sources of resistance to anthracnoses talkrot in maize. **Ciência Rural**, v.46, n.11, p.1885-1890, 2016.

NOLLA, A.; PALMA, I.P.; SANDER, G.; VOLK, L.B.S.; SILVA, T.R.B. Desenvolvimento de milho submetido à aplicação de calcário e silicato de cálcio em um argissolo arenoso do noroeste paranaense. **Cultivando o Saber**, v.2, n.4, p.154-162, 2009.

NOJOSA, G.B.A.; RESENDE, M.L.V.; RESENDE, A.V. **Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência**. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Eds.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ. 2006. 263 p.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P.R.M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.223-227, 2003.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agrônômica**, v.47, n.2, p.307-315, 2016.

PACHECO, C.A.P.; GUIMARÃES, P.E.O.; GARCIA, J.C.; GAMA, E.E.G.; MEIRELLES, W.F. **Avaliação do efeito econômico da substituição de variedades por híbridos, na Região Central do Brasil**. Embrapa: Sete Lagoas, Documento n. 57. 2006.

PAIVA JÚNIOR, M.C. **Desempenho de cultivares para produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura**. 1999. 66 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

PEREIRA FILHO, I.A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília-DF: Embrapa, Informações tecnológicas, 2003. 204p.

PEREIRA, H.S.; KORNDÖFER, G.H.; VIDAL, A.A.V.; CAMARGO, M.S. Silicon sources for rice crop. **Scientia Agrícola**, v.61, n.5, p.522-528, 2004.

PEREIRA, P.W.Z.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALDI, A.B.; SILVA, C.S.; RIZZO, P.V. Avaliação de complexo enzimático e betaína natural em rações para frangos de corte criados em aviário comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2230-2236, 2010.

PINTO, N.F.J.A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

POVH, J. A. **Reguladores vegetais e bioestimulantes no desenvolvimento de *Salvia officinalis* L.: avaliações fisiológicas, bioquímicas e fitoquímicas.** 108 f. 2008. Tese (Doutorado) – Unesp, Botucatu, 2008.

POZZA, A.A.A.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.185-188, 2004.

PULZ, A.L. **Estresse hídrico e adubação silicatada em batata (*Solanum tuberosum*L.) cv Bintje.** 56 f. 2007. Dissertação (Mestrado) – Unesp, Botucatu. 2007.

RASHAD, R.T.; HUSSIEN, R.A. A comparison study on the effect of some growth regulators on the nutrients content of maize plant under salinity conditions. **Annals of Agricultural Science**, v.59, n.1, p.89-94, 2014.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve.** Potafos: Arquivo do Agrônomo. n.103. 2003.

SANDIM, A.S.; BÜLL, L.T.; FURIM, A.R.; LIMA, G.S.; GARCIA, J.L.N. Phosphorus availability in oxidic soils treated with lime and silicate applications. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38, n.4, p.1215-1222, 2014.

SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. Efeito de bioestimulante na germinação de grãos, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, v.17, p. 124-130, 2005.

SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.597-602, 2002.

SANTOS, I.C.; MIRANDA, G.V.; MELO, A.V.; MATTOS, R.N.; OLIVEIRA, L.R.; LIMA, J.S.; GALVÃO, J.C.C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlação entre características das espigas colhidas no estágio verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.45-53, 2005.

SANTOS, N.C.B.; TARSITANO, M.A.A.; ARF, O.; MATEUS, G.P. Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho-verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.1, p.1-12, 2009.

SANTOS, V.M.; MELO, A.V.; CARDOSO, D.P.; GONÇALVES, A.H.; VARANDA, M.A.F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulante no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.307-318, 2013.

SANTOS, G.R.; RODRIGUES, A.C.; BONIFÁCIO, A.; CHAGAS JÚNIOR, A.F. Severidade de antracnose em folhas de sorgo submetido a doses crescentes de silício. **Revista Ciência Agrônoma**, v.45, n.2, p.403-408, 2014.

SAVVAS, D.; NTATSI, G. Biostimulant activity of silicon in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, n.30, p.66-81, 2015.

SCAPIM, C.A.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; VIEIRA, R.A.; MOTERLE, L.M.; TEIXEIRA, L.R.; VIGANÓ, J.; SANDOVAL JÚNIOR, G.B. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Semina**, v.31, n.2, p.321-330, 2010.

SILVA, C.N. Estrutura genética e agressividade de espécies de *Fusarium* no milho. 2015. 137 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

SILVA, P.S.L.; BARRETO, H.E.P.; SANTOS, M.X. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.1, p.63-69, 1997.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P.S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K.M. efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.326-331, 2004.

SILVA, T.T.A.; VON PINHO, É.V.R.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.840-846, 2008.

SILVA, V.F.; MORAES, J.C.; MELO, B.A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p.1465-1469, 2010.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R. Sistemas de produção de milho safrinha em Goiás. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12. 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013.

SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; MARTINS, P.D.S.; SIMON, G.A.; FRANCISCHINI, R. Desempenho agrônomo e econômico de híbridos de milho na safrinha. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.8, n.2, p.261-271, 2014.

SILVA, G.C.; SCHMITZ, R.; SILVA, L.C.; CARPANINI, G.G.; MAGALHÃES, R.C. Desempenho de cultivares para produção de milho verde na agricultura familiar do sul de Roraima. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.2, p.273-282, 2015.

STEFANELLO, J.; BACHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; HIRATA, L.M.; PONTIM, B.C.A. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.476-481, 2012.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEJADA, M.; BENÍTEZ, C.; GOMEZ, I.; PARRADOC, J. Use of biostimulants on soil restoration: effects on soil biochemical properties and microbial community. **Applied Soil Ecology**, v.49, p.11-17, 2011.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, M.A.; CAMARGO, M.K.; DAROS, E.; ZAGONEL, J.; KOEHLER, H.S. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.1, p.81-86, 2010.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3rd edition. Saint Paul MN. American Phytopathological Society. APS Press. 1999.

WISE, K.; MUELLER, D. Are fungicides no longer just for fungi? An analysis of foliar fungicide use in corn. **APSnet Features**, 2011.

ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; SOUSA, T.M.; RAMOS, D.D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina**, v.30, p.95-100, 2009.

ZHANG, X.; ERVIN, E.H. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinin and drought resistance. **Crop Science**, v.44, p.1737–1745, 2004.

CAPÍTULO 2

Eficiências técnica e econômica de bioestimulantes e fungicida na cultura
do milho verde

Eficiências técnica e econômica de bioestimulantes e fungicida na cultura do milho verde

RESUMO

A utilização de insumos modernos na produção agrícola, como bioestimulantes e fungicida, tem proporcionado incrementos na produtividade, embora na cultura do milho verde não estejam sendo utilizados pelos produtores rurais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar os desempenhos agrônomo e econômico da cultura de milho verde com o uso de bioestimulantes e fungicida no seu processo produtivo. Foram realizados experimentos em duas épocas: o primeiro, em maio de 2015, e o segundo, em fevereiro de 2016, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (4x2) referente ao uso de dois bioestimulantes, MC Cream e MC Extra, e o fungicida piraclostrobina+epoxiconazole. Foram avaliadas características agrônomicas, bem como levantamento dos custos de produção e rendimento para estimar a viabilidade econômica. Bioestimulantes foram eficientes para aumentar o peso das espigas verdes, o vigor de plantas e o diâmetro de colmo, na primeira época; na segunda época, os bioestimulantes elevaram a altura das plantas, o vigor e o teor de clorofila. O fungicida não reduziu severidade de doenças. Na primeira época, aumentou o vigor de plantas e na segunda época, o teor de clorofila. A segunda época apresentou rentabilidade econômica maior, devido a maiores preços de mercado e rendimentos mais elevados. Os investimentos em insumos produtivos incrementam os custos de produção, porém a rentabilidade é compensada pelo aumento da renda bruta. Os elevados rendimentos gerados com o uso de bioestimulantes e fungicida geraram rentabilidades econômicas para o milho verde.

Palavras-chave: Fitossanidade. Produtividade. Renda líquida. *Zea mays* L.

Technical and economic efficiency of biostimulants and fungicide in green corn

ABSTRACT

The use of modern inputs in agricultural production, such as biostimulants and fungicides, has provided increases in productivity, although in the green corn crop they are not being used by farmers. Thus, the objective of this study was to analyze the agronomic and economic performance of the green corn crop with the use of biostimulants and fungicide in its production process. Experiments were carried out in two seasons, the first one in May 2015 and the second in February 2016, in a randomized complete block design with three replications, in a factorial scheme (4x2) for the use of two biostimulants, MC Cream and MC Extra, and the fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole. Agronomic characteristics were evaluated, as well as a survey of production costs and yield to estimate economic viability. Biostimulants were efficient to increase green ear weight, plant vigor and stalk diameter in the first season; in the second season, biostimulants increased plant height, vigor and chlorophyll content. The fungicide did not reduce disease severity. In the first season, it increased the vigor of plants and in the second season, it increased the chlorophyll content. The second season showed higher economic profitability, due to higher market prices and higher yields. Investments in production inputs increase production costs, but profitability is offset by the increase in gross income. The high yields generated by the use of biostimulants and fungicides generated economic returns for green corn.

Keywords: Plant health. Productivity. Net income. *Zea mays* L..

1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais produzidos no mundo e no Brasil, devido à sua larga utilização na alimentação humana e animal e à demanda crescente do cereal pelas agroindústrias. O agronegócio do milho é a sexta atividade de maior geração de renda na economia agropecuária nacional (CONAB, 2016). A cadeia agroindustrial do milho verde se insere dentro deste complexo como um segmento econômico que contribui para geração de renda e empregos.

Apesar de ser uma atividade regionalizada, o milho verde gera um produto com alto valor agregado e possui um mercado consumidor dinâmico. A demanda por este produto se dá o ano todo (ALVES et al., 2004). Contudo, não há dados efetivos sobre produção e consumo de espigas verdes de milho, mas sabe-se que o consumo deste cereal é elevado, sendo consumido como grãos verdes cozidos ou processados, como curau, bolos e pamonhas. Seu potencial de consumo é alto e muitos estão destinando parte da área da propriedade para produção de milho verde (PEREIRA FILHO et al., 2016).

A produção de milho verde está restrita a pequenos e médios produtores rurais (PEREIRA FILHO, 2003), que fazem uso de baixo padrão tecnológico na condução da atividade. Utilizam sementes destinadas à produção de grãos no cultivo da cultura. Por isso, a produtividade atual não expressa o potencial de produção que a atividade pode alcançar no campo.

O uso de insumos agrícolas na produção agrícola, como os bioestimulantes e fungicida, pode incrementar ganhos em produtividade e contribuir para um aumento da renda do produtor rural que cultiva milho verde. Em outras culturas, como a soja, milho grão, horticultura e floricultura, esses insumos se mostraram eficientes no desenvolvimento dos vegetais, no crescimento radicular e no incremento de rendimento (BERTOLIN et al., 2010; SANTOS et al., 2013; BULGARI et al., 2015).

O uso de bioestimulante vem crescendo rapidamente em culturas, como é o caso da soja e do milho, mas no milho verde não há estudos do efeito destes produtos nos parâmetros agrônômicos da cultura. As espigas verdes possuem características que devem ser levadas em consideração para que tenham qualidade, como tamanho das espigas, coloração dos grãos, teor de sacarose, empalhamento e sanidade (PEREIRA FILHO et al., 2016). Os biorreguladores podem contribuir para se ter um produto com as características desejadas.

Os bioestimulantes são compostos formados por diversos produtos, como hormônios, biorreguladores de crescimento, macro e micronutrientes, aminoácidos e proteínas e até micro-organismos (CALVO et al. 2014). Eles promovem alterações fisiológicas e estruturais na planta, com a finalidade de aumentar o rendimento e a qualidade da lavoura (ÁVILA et al., 2008).

No cultivo de milho verde não há muita incidência de doenças de final de ciclo. As doenças de viés econômico são aquelas que ocorrem na planta até próximo do ponto de colheita e, neste contexto, as doenças foliares causadas por fungos são as mais importantes, afetando a folha e reduzindo sua área fotossintética e, conseqüentemente, afetando o enchimento de grãos e a produtividade final da cultura.

Para o controle dessas doenças, podem ser adotadas medidas de manejo da cultura, como uso de híbridos resistentes e certificados, rotação de culturas, manejos de palhada e o uso de fungicidas, que é o mais recomendado, devido ao baixo custo e à facilidade de manejo, além de permitir incrementos significativos na produtividade de grãos (PINTO et al., 2004; MANFROI et al. (2016).

Assim, estudos de efeito destes produtos podem ser interessantes para o produtor. Os bioestimulantes e fungicida são insumos que podem auxiliar o vegetal a expressar seu potencial de produção e contribuir para aumentos de rendimento. Desta forma, esses fatores poderão aumentar a produtividade da lavoura no campo e implicar em maior rendimento e incremento na receita final da atividade, gerando maiores ganhos ao produtor rural.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar o desempenho agrônômico e a viabilidade econômica do uso de bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local

Os experimentos foram conduzidos a campo, no Sudoeste de Goiás (17,783255 S; 50,958878 W; com altitude média de 715 metros), em duas épocas de semeadura, sendo a primeira época semeada em maio/2015, caracterizada como sendo terceira safra ou safra de inverno, e a segunda época semeada em fevereiro de 2016, denominada segunda safra ou safrinha.

As precipitações e temperaturas médias para a região do estudo nos dois períodos em que os experimentos foram conduzidos podem ser visualizadas abaixo (Figura 1), sendo necessária irrigação por aspersão para a condução somente do ensaio na primeira época, com turno de rega a cada três dias e em média por 4 horas, com lâmina de 10 mm hora⁻¹.

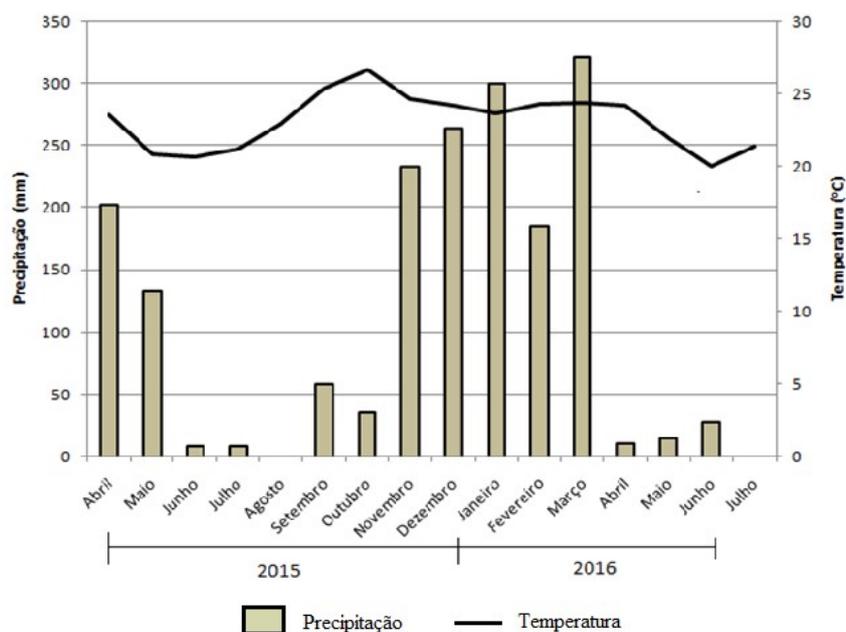


Figura 1 - Valores de temperaturas médias e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos com a cultura do milho verde, no período de abril/2015 a julho/2016.

Fonte: Estação Meteorológica da UNIRV-Universidade de Rio Verde/INMET-Instituto Nacional de Meteorologia.

O solo foi amostrado na profundidade de 0 a 10 e de 10 a 20 cm para a caracterização físico-química nas duas épocas do experimento antes da semeadura da cultura (Tabela 1).

O solo é classificado como latossolo vermelho distroférico, cujo teor de P está elevado, o de K e o de Mg se encontram de médio a adequado, o de Ca é médio e os valores de Al⁺ e matéria orgânica estão baixos. A saturação de bases está adequada, assim como o pH deste solo.

Tabela 1 – Resultados físico-químicos do solo da área experimental de condução dos ensaios com a cultura de milho verde.

Elementos	Época 1		Época 2		
	0 – 10	10 – 20	0 – 10	10 – 20	
	--- cm ---				
Textura	Areia (%)	38,00	38,00	38,00	38,00
	Silte (%)	8,00	8,00	8,00	8,00
	Argila (%)	54,00	54,00	54,00	54,00
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)		3,29	2,91	2,45	2,45
Ca (cmol _c dm ⁻³)		2,31	1,90	1,76	1,81
K (cmol _c dm ⁻³)		0,27	0,49	0,12	0,19
Mg (cmol _c dm ⁻³)		0,97	1,01	0,69	0,63
Al (cmol _c dm ⁻³)		0,05	0,10	0,10	0,15
H + Al (cmol _c dm ⁻³)		3,60	4,60	4,00	4,60
K (mg dm ⁻³)		103,62	191,04	47,16	74,1
P (Mel) (mg dm ⁻³)		18,07	23,64	10,54	9,62
M.O. (g kg ⁻¹)		22,24	17,33	19,14	18,10
Fe (mg dm ⁻³)		111,20	124,50	95,80	115,9
Mn (mg dm ⁻³)		34,90	21,90	31,5	23,6
Cu (mg dm ⁻³)		0,80	0,80	0,90	0,90
Zn (mg dm ⁻³)		3,00	9,60	2,00	4,30
pH CaCl ₂		5,04	4,93	4,96	4,88
m (%)		1,39	2,86	3,74	5,38
V (%)		49,45	42,37	39,38	36,33
CTC (cmol _c dm ⁻³)		7,18	8,02	6,53	7,26
SB (cmol _c dm ⁻³)		3,55	3,40	2,57	2,64

Fonte: Laboratório de Análises de Solos e Folhas da UNIRV-Universidade de Rio Verde.

2.2. Delineamento experimental e análise fitotécnica

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (4x2), referentes ao uso de dois bioestimulantes (MC Cream e MC Extra), utilizados de forma isolada e em combinação e associados ao uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole, 133 + 50 g L⁻¹i.a.). Os bioestimulantes foram aplicados via foliar no estágio V4, em que a maioria das plantas de milho se encontrava com quatro folhas completamente desenvolvidas, nas seguintes doses: (0, 1,0 L ha⁻¹do bioestimulante MC Cream, 1,0 L ha⁻¹do bioestimulante MC Extra, 1,0 + 1,0 L ha⁻¹do bioestimulante MC Cream+bioestimulante MC Extra). O fungicida foi pulverizado aos 45 dias após a emergência (DAE), nas doses 0 e 0,75 L ha⁻¹do defensivo. As aplicações foram feitas por meio de pulverizador pressurizado por CO₂ com barra de 3,0 m de largura, bico tipo leque, com vazão de calda de 150 L ha⁻¹.

Os bioestimulantes utilizados são da empresa Valagro[®] e suas composições estão apresentadas na Tabela 2. O bioestimulante MC Cream é um creme com uma

concentração elevada de fitoingredientes ativos, incluindo betainas, aminoácidos e fatores de crescimento de origem natural (citocininas, auxinas e giberelinas). O bioestimulante MC Extra é um concentrado de fácil e total solubilidade baseado em fitoingredientes ativos incluindo betainas, proteínas, aminoácidos e fatores de crescimento de origem natural (citocininas). Ambos são extraídos de algas do gênero *Ascophyllum nodosum*(VALAGRO, 2016).

Tabela 2 – Características e composição dos bioestimulantes utilizados no experimento.

	Bioestimulantes	
	MC Cream	MC Extra
Composição:		
Hormônios	auxina, giberelina, citocinina	auxina e citocinina
Macronutrientes*	K, Mg	N (1%), K ₂ O (20%) e C (20%)
Micronutrientes	Mn, Zn, B	Zn
Betaínas	presentes	presentes
Aminoácidos	presentes	presentes
Proteínas	não presentes	presentes

Fonte: VALAGRO (2016).

*O N e o K₂O são solúveis em água e C se apresenta como orgânico total.

As parcelas foram constituídas de seis fileiras de 12,0 m de comprimento, semeadas mecanicamente com espaçamento de 0,9 m, sendo considerada área útil as duas fileiras centrais, desconsiderando-se 1,0 m de cada extremidade. A combinação destes fatores gerou 8 tratamentos, em cada época de plantio (Tabela 3).

Tabela 3 – Tratamentos realizados para cada produto utilizado na cultura de milho verde em ambas as safras.

Tratamentos	Bioestimulante	Bioestimulante + nutrientes	Fungicida
1 BIO	COM	SEM	SEM
2 BM	SEM	COM	SEM
3 FUNG	SEM	SEM	COM
4 BIO+BM	COM	COM	SEM
5 BIO+FUNG	COM	SEM	COM
6 BM+FUNG	SEM	COM	COM
7 BIO+BM+FUNG	COM	COM	COM
8 TESTEMUNHA	SEM	SEM	SEM

BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; FUNG: fungicida; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido de bioestimulante MC Extra; BIO+FUNG: bioestimulante MC Cream acrescido de fungicida; BM+FUNG: bioestimulante MC Extra acrescido com fungicida; BIO+BM+FUNG: bioestimulantes MC Cream e MC Extra acrescido com fungicida; e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Foi utilizado o híbrido AG1051 (híbrido duplo, precoce de grãos dentados e coloração amarela, elevada resistência a doenças), por se tratar de material muito utilizado e preferido para produção de milho verde (BLANCO et al., 2011). Utilizou-se o equivalente a 50.000 sementes ha^{-1} , para se ter no momento da colheita 40.000 plantas, população recomendada para a cultivar. As sementes foram tratadas com inseticida (Imidacloprido + Tiodicarbe; 150 + 450 g L^{-1} do i.a.) na dose recomendada para a cultura, de 350 ml ha^{-1} . Foi empregada adubação de plantio recomendada para a cultura conforme resultados da análise química da amostra do solo, com dose de 450 kg ha^{-1} de 08-20-18.

Os tratos culturais realizados foram idênticos nas duas épocas de condução do experimento, conforme a necessidade da cultura. Foi utilizado pós-emergente na cultura (Atrazina + Tembotriona 400 + 420 g L^{-1} i.a.) aos 20 DAE e duas aplicações de inseticida (Flubendiamida 480 g L^{-1} i.a.), para controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Foi feita adubação de cobertura na cultura quando esta se encontrava com 35 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas de milho se encontrava com seis a oito folhas completamente desenvolvidas, entre os estádios V6 e V8, com dose de 100 kg N ha^{-1} , na forma de uréia, em uma única aplicação a lanço. A colheita manual do milho verde foi realizada quando a maioria das plantas estava no estágio reprodutivo R3, em que os grãos se encontravam pastosos.

As características avaliadas, na área útil das parcelas, foram: a) peso de espigas verde e da palha: na colheita das espigas verdes, com posterior pesagem com e sem palha, transformando os dados para toneladas por hectare (ton ha^{-1}); b) alturas de plantas e de inserção de espiga: medição do colo da planta até a extremidade do pendão e da inserção da espiga, respectivamente, em metros; c) diâmetro do colmo: medição do diâmetro de colmo, na inserção da espiga, em dez plantas com uso de um paquímetro digital, em cm; d) teor de clorofila na folha: medido o teor de clorofila em dez plantas com realização de duas leituras em partes distintas da folha da espiga, com o uso de clorofilômetro digital Konica Minolta (SPAD – 502 Plus); e) vigor: atribuição de notas de vigor para plantas de milho, em que foram atribuídas notas de zero a cinco sendo zero para baixo vigor, três para o valor da testemunha e cinco como alto vigor; e f) severidade de doenças: avaliação visual em dez plantas da severidade de doenças foliares na folha da espiga, no estágio VT ou de pendoamento. A escala de notas utilizada seguiu a mesma orientada pela Agrocerec (1994), na qual as notas são

aplicadas segundo a porcentagem da área foliar afetada, como segue: (0): para plantas altamente resistentes, sem doenças (0%); (20): para plantas muito resistentes (1%);(30): plantas resistentes (10%); (40): pouco resistentes (20%); (50): pouco susceptível (30%); (60): medianamente suscetível (40%); (70): suscetível (60%); (80): muito suscetível (80%) e (90): altamente suscetível (>80%).

2.3. Análise econômica

As características econômicas foram analisadas para a produção de milho verde. Inicialmente foram levantados os custos de produção e, em seguida, a análise de viabilidade econômica para cada parcela.

Para determinação dos custos de cada tratamento (T_i) foi utilizado o conceito de custo operacional, descrito por Matsunaga et al. (1976), calculados da seguinte forma: a) custo operacional efetivo do tratamento (COE_i), que compreende todas as despesas explícitas ou aquelas em que ocorrerão gastos monetários, como as despesas com defensivos, sementes, fertilizantes e outros; a colheita do milho verde foi cobrada de acordo com o mercado local, e é feita pelos próprios compradores; b) o custo operacional total (COT_i) do tratamento, que compreende o COE acrescido dos gastos com as depreciações, os encargos sociais (33% sobre despesas com mão de obra), encargos financeiros (2,2% sobre a receita bruta total), assistência técnica (2,0% da RBT, com o preço do milho verde cotado no mercado local) e a remuneração do empresário rural; e c) o custo total do tratamento (CT_i), que é o resultado da soma entre o COT e os custos de oportunidade do capital (tratores, pulverizadores e plantadeiras) e da terra empregados no processo produtivo.

Os indicadores de análise de resultados de rentabilidade para os tratamentos utilizados no trabalho foram (MARTIN et al., 1998): a) Receita Bruta Total (RBT_i) do tratamento: receita obtida com a venda da produção, resultado do somatório entre o produto do volume de espigas verdes (Ye_i) produzido no tratamento i , em toneladas por hectare, e o preço efetivamente recebido no mercado pelo milho verde (P), em reais por tonelada, dada pela seguinte expressão: $RBT_i = Ye_i * P$; b) Receita Líquida Operacional (RLO_i) do tratamento: é o lucro operacional e é o resultado da diferença entre a RBT_i e o custo operacional total (COT_i) em cada tratamento, obtida pela seguinte expressão: $RLO_i = RBT_i - COT_i$; c) Margem Bruta (MB_i) do tratamento: margem (índice) que avalia o retorno obtido após a receita cobrir o COT, em porcentagem, em relação ao próprio COT, dada pela seguinte expressão: $MB_i = [(RBT_i - COT_i) / COT_i] * 100$; d)

Índice de Lucratividade (IL_i) do tratamento, obtido pela relação entre a RLO e a RBT, expresso em porcentagem, obtido pela seguinte expressão: $IL_i = (RLO_i / RBT_i) * 100$, que expressa a parte da receita que ficará disponível para futuros investimentos após o pagamento dos custos operacionais (KANEKO et al., 2016); e) Produtividade de equilíbrio (Y_{eq_i}): relação entre o COT e o custo unitário do produto (P_u), que determina quantas unidades ha^{-1} são necessárias serem produzidas para custear o COT, segundo a expressão: $PN_i = COT_i / P_u$; f) Preço de Equilíbrio (PE_i): preço mínimo a ser obtido para se cobrir o custo operacional total, levando em consideração a produtividade média da atividade em cada tratamento (Y_i), por unidade de área, obtido pela expressão: $PE_i = COT_i / Y_i$; e g) Renda líquida total (RLT), que é o lucro líquido, calculado como a diferença entre a RBT e o CT, como sendo: $RLT_i = RBT_i - CT_i$, e a relação benefício/custo (B/C), que indica, em porcentagem, a quantidade de receita que está retornando para cada real gasto, obtida pela expressão: $IBC_i = (RBT_i / CT_i) * 100$.

Os preços dos insumos de produção e das vendas de espigas de milho verde foram obtidos no mercado de Rio Verde-GO, na colheita, adotando-se os seguintes valores: R\$350,00 ton^{-1} e R\$650,00 ton^{-1} para espigas verdes, na primeira e segunda época, respectivamente. O tratamento viável economicamente é aquele que apresentar lucro operacional positivo. O melhor tratamento é aquele que apresentar maior LO, IL e MB e menor PN e PE.

2.4. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando constatada significância entre os tratamentos, foi empregado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as características agronômicas da produção do milho verde.

Foram empregados contrastes ortogonais entre os tratamentos, estabelecendo-se 7 contrastes ortogonais, para cada época: C1=BIO+BM vs FUNG (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados a fungicida); C2=BIO vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream comparado à testemunha); C3=BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Extra comparado à testemunha); C4=FUNG vs TESTEMUNHA (fungicida comparado à testemunha); C5=BIO+BM vs TESTEMUNHA (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados à testemunha); C6=BIO+BM+FUNG vs TESTEMUNHA (bioestimulantes MC Cream e MC Extra

acrescidos de fungicida e comparados à testemunha); e C7=BIO vs BM (bioestimulante MC Cream comparado ao MC Extra).

Os contrastes foram elaborados no intuito de se obter uma informação mais refinada com as médias obtidas, através da comparação destas médias ou grupos de médias (GILL, 1978; BERTOLDO et al., 2008). A significância estatística foi avaliada pelo teste F.

Foi utilizado o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), tanto para o teste de comparação de médias quanto para estimar os contrastes ortogonais. Para a análise econômica não foram empregados testes estatísticos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise agrônômica da cultura de milho verde

Os resultados da análise de variância apresentaram significâncias para os fatores isolados para as características diâmetro de colmo, peso de espigas verdes empalhadas, peso de palha, teor de clorofila, vigor e severidade de doenças, na primeira época. Na segunda época, o efeito foi sobre a altura de planta, o vigor e o teor de clorofila (Tabela 4).

As características que se apresentaram significativas na interação entre bioestimulantes e fungicida, na primeira época, foram altura de planta, peso de espigas empalhadas, teor de clorofila e severidade de doenças. Na segunda época, os tratamentos apresentaram diferença significativa para altura de planta, teor de clorofila e vigor de plantas.

Em relação ao aparecimento de doenças na cultura, verificou-se que a incidência de patógenos foi maior na primeira época. Isso pode ter ocorrido devido ao uso do sistema de irrigação para a condução da lavoura. Esse era frequentemente ligado devido à época seca e à necessidade de água ser intensa. Havia um maior excesso de água, o que pode ter favorecido o maior aparecimento da doença nesta época na cultura. Santos et al. (2002), trabalhando com híbridos de milho, salientaram que o que contribuiu para o aparecimento de doenças foi o excesso de água, provida pela elevada frequência de chuvas, principalmente no período após a floração da cultura.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na cultura do milho verde, na primeira e segunda época.

FV ¹	GL ²	Fc						
		AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
		-m-	-cm-	--- ton ha ⁻¹ ---		-SPAD-	-nota-	-- % --
--- 1ª época ---								
BIOS	3	0,665	5,379*	4,200*	2,777	0,401	3,103	5,255*
FUNG	1	0,179	5,748*	17,218*	6,816*	7,935*	19,733*	0,464
BIOS*FUNG	3	10,790*	1,890	6,050*	0,178	21,543*	2,158	4,111*
Bloco	2	0,696	2,073	0,036	0,412	4,143	0,092	0,510
Resíduo	14							
Total	23							
Média geral		2,00	2,57	10,68	4,35	45,32	3,48	33,46
C.V. (%)		4,84	5,95	4,74	12,72	2,42	16,89	9,86
--- 2ª época ---								
BIOS	3	3,922*	0,576	0,133	1,612	3,316*	4,154*	2,652
FUNG	1	0,393	1,488	0,007	0,334	5,032*	2,735	2,785
BIOS*FUNG	3	3,684*	0,580	2,716	2,576	4,610*	9,291*	1,460
Bloco	2	0,973	3,729	2,346	0,292	0,298	4,587	0,548
Resíduo	14							
Total	23							
Média geral		1,98	4,64	12,35	4,96	41,75	4,05	24,88
C.V. (%)		3,33	5,54	14,10	11,52	3,52	9,46	50,40

¹ Fontes de Variação, em que: BIOS, uso de bioestimulantes; FUNG, uso de fungicida. ² Graus de liberdade.

*Valores significativos a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados referentes ao desempenho agrônômico de plantas de milho verde quando submetidas à aplicação de bioestimulantes, na primeira e segunda época.

Tabela 5 – Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas empalhadas (PES), peso de palha (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) quando aplicados bioestimulantes em plantas de milho.

Tratamentos	AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
	-- m --	-- cm --	--- ton ha ⁻¹ ---		- SPAD -	- nota -	-- % --
Bioestimulantes	--- 1 ^a época ---						
BIO	1,97 a	2,76 a	10,5 ab	4,9a	45,57 a	4,0 a	33,3 ab
BM	2,05 a	2,62 ab	11,3 a	4,4a	45,28a	3,6 ab	34,3 ab
BIO+BM	2,01 a	2,45 b	10,6 ab	4,1a	44,93a	3,3 ab	29,2 a
TEST	1,99 a	2,45 b	10,3 b	4,1a	45,48a	3,0 b	36,5 b
Média	2,00	2,57	10,7	4,35	45,32	3,48	33,46
C.V. (%)	4,84	5,95	4,74	12,72	2,42	16,89	9,86
Bioestimulantes	--- 2 ^a época ---						
BIO	1,95 ab	4,63 a	12,4 a	5,2 a	40,48 ab	3,7 b	20,3 a
BM	2,01 ab	4,72 a	12,1 a	4,6 a	42,25 ab	4,7 a	13,3 a
BIO+BM	2,05 a	4,68 a	12,7 a	4,8 a	42,98 a	4,1 ab	38,7 a
TEST	1,93 b	4,54 a	12,1 a	5,2 a	41,98 b	3,0 c	42,7 a
Média	1,98	4,64	12,4	5,0	41,75	4,05	29,9
C.V. (%)	3,33	5,54	14,1	11,5	3,52	9,46	74,03

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. BIO, bioestimulante MC Cream; BM, bioestimulante MC Extra; TEST, testemunha em que não foi aplicado nenhum fator.

Os resultados mostraram comportamentos distintos das características avaliadas com a aplicação dos produtos em relação às duas épocas testadas. Essas diferenças de efeitos em ambas as épocas e sobre as características podem estar associadas às especificidades dos próprios produtos e suas formas de ação na planta e a interação com as características climáticas observadas na condução dos experimentos. Também a composição dos produtos pode estar contribuindo para maior efeito em uma característica que em outra. Albrecht (2009), trabalhando com aplicação de bioestimulantes em três épocas distintas, concluiu que resultados diversos podem estar associados a fatores ecofisiológicos que, em conjunto ou isoladamente, podem interferir no desempenho deste produto.

O diâmetro de colmo é um fator que confere resistência ao acamamento. É desejável que plantas de milho tenham um diâmetro de colmo espesso. Plantas tratadas com os bioestimulantes MC Cream ou MC Extra apresentaram médias maiores para

esta característica, na primeira época, em relação à testemunha (Tabela 5). Na segunda época, não houve diferença estatística entre os tratamentos, mas aqueles que receberam bioestimulantes apresentaram valores superiores em relação à testemunha.

Dourado Neto et al. (2014) também encontraram efeito positivo do uso de bioestimulantes sobre o diâmetro de colmo em milho, em relação à testemunha. O ácido giberélico, presente no produto, pode ter favorecido o espessamento do caule, pela maior absorção de água e nutrientes, devido à planta ter desenvolvido um maior e mais fasciculado sistema radicular (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Pode se constatar também que quando os bioestimulantes promovem efeitos positivos sobre o diâmetro de colmo, que é região de crescimento ativo, ocorre menor teor de clorofila nas folhas dos tratamentos. Isso indica que possa estar havendo degradação do nitrogênio dos cloroplastos para translocá-lo a essas partes do vegetal (FURLANI JÚNIOR et al., 1996). Essa deterioração ocorreu devido em parte esse macronutriente compor enzimas que estão associadas aos cloroplastos (REINBOTHE et al., 2010; SINGH et al., 2010). Pode-se concluir que plantas tratadas com bioestimulantes devem ser adubadas com doses maiores de fertilizantes nitrogenados, uma vez que o N é translocado de uma região a outra e para que não haja degradação de cloroplastos, que são responsáveis pela síntese de fotoassimilados.

Em relação ao ganho de peso de espigas verdes empalhadas, o bioestimulante MC Extra foi mais eficiente para incrementar o rendimento, apresentando maior média de produtividade, ainda que significativamente não diferisse do MC Cream e do uso associado entre os dois bioestimulantes (Tabela 5). Contudo, em relação à testemunha, o ganho foi de 1,0 ton ha⁻¹ a mais, o que pode garantir maior renda ao produtor com a utilização deste produto. Ainda, essa maior média de ganho de peso em relação à testemunha revelou que o bioestimulante pode ser mais efetivo onde há déficit hídrico.

Outro fator que pode ter contribuído para o ganho de peso das espigas verdes foi a disponibilidade de macronutrientes em grande concentração para a planta, principalmente porque esses elementos são essenciais ao seu metabolismo. A planta de milho, principalmente para a produção de silagem, apresenta elevada demanda por nutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (COELHO e FRANÇA, 1995; COELHO, 2006). Como o bioestimulante MC Extra contém estes nutrientes essenciais em sua composição, a associação dos elementos do produto com o disponibilizado pela adubação pode ter refletido nos resultados verificados na produtividade da cultura.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos, na segunda época, as parcelas pulverizadas com MC Extra acrescido de MC Cream apresentaram ganhos de rendimento em 0,6 ton ha⁻¹ a mais em relação à testemunha, demonstrando que estes produtos podem ser interessantes para ganhos de produtividade no peso das espigas verdes.

Apesar de não ter havido diferença entre os bioestimulantes na redução da severidade de doenças, o uso associado entre os dois produtos foi mais eficiente na redução de incidência de patógenos em plantas de milho verde na primeira época (Tabela 5). A presença de micronutrientes na composição, como o zinco, pode ter auxiliado no controle de enfermidades.

O uso do bioestimulante MC Cream acrescido de MC Extra mostrou-se mais eficiente para aumentar a altura de plantas e teor de clorofila, na segunda época, apresentando maior eficiência em relação à testemunha (Tabela 5). O crescimento da parte aérea está relacionado à presença do ácido giberélico e auxinas que promovem o crescimento celular pela diferenciação de células meristemáticas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Como ambos os bioestimulantes possuem auxina e giberelina, esses hormônios podem contribuir para maior efeito na alongação da planta. O teor de clorofila reflete a quantidade de cloroplastos existentes no tecido vegetal e os bioestimulantes aplicados podem ter aumentado a quantidade dessas organelas, devido à adição de elementos como os micronutrientes e aminoácidos às plantas.

Em relação ao vigor de plantas, o uso de bioestimulantes se mostrou eficiente em relação à testemunha, em ambas as épocas de cultivo de milho verde. Os compostos orgânicos presentes nos produtos podem ter trazido benefícios aos vegetais que receberam aporte dos bioestimulantes.

Na Tabela 6 estão expostos resultados referentes ao desempenho agrônomico de plantas de milho verde quando submetidas à aplicação de fungicida, na primeira época e na segunda época.

Não houve diferença entre os tratamentos para as características altura de planta e para severidade de doenças em ambas as épocas de cultivo. Isoladamente, o fungicida não teve efeito sobre o crescimento do vegetal. No controle de fitopatógenos, o defensivo não promoveu qualquer efeito sobre a severidade de doenças, talvez porque não seja seletivo para a enfermidade que apareceu na cultura, daí seu baixo efeito na redução da enfermidade. Ou ainda devido ao momento em que o produto foi aplicado não havia pressão de doença para controlar a enfermidade.

Tabela 6 – Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas empalhadas (PES), peso de palha (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) quando aplicados fungicidas em plantas de milho, na primeira e segunda época.

Tratamentos	AP -- m --	DC -- cm --	PES --- ton ha ⁻¹ ---	PLH ---	CLR - SPAD -	VGR - nota -	SVR --- % ---
--- 1ª época ---							
Fungicida							
Sem	2,01 a	2,65 a	11,1 a	4,64 a	45,95 a	2,95 b	33,0 a
Com	2,00 a	2,50 b	10,3 b	4,05 b	44,69 b	4,02 a	33,9 a
Média	2,00	2,57	10,68	4,35	45,32	3,48	33,5
C.V. (%)	4,84	5,95	4,74	12,72	2,42	16,89	9,86
--- 2ª época ---							
Fungicida							
Sem	1,99 a	4,71 a	12,3 a	5,03 a	41,08 b	3,92 a	36,0 a
Com	1,98 a	4,58 a	12,4 a	4,90 a	42,42 a	4,18 a	22,0 a
Média	1,98	4,64	12,4	5,00	41,75	4,05	24,80
C.V. (%)	3,33	5,54	14,1	11,50	3,52	9,46	50,40

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. BIO, bioestimulante MC Cream; BM, bioestimulante MC Extra; TEST, testemunha em que não foi aplicado nenhum fator.

Na primeira época, o tratamento com fungicida foi eficiente somente para aumentar o vigor das plantas de milho verde. Na segunda época, não apresentou diferença com a testemunha para esta característica (Tabela 6). Ainda no primeiro experimento, as características diâmetro de colmo, o peso de espigas verdes empalhadas e o peso de palha apresentaram médias superiores para a testemunha, ou seja, o defensivo não teve efeito sobre estas características. No segundo experimento, não houve diferença entre os tratamentos para estas características.

Isoladamente, o fungicida contribuiu para aumentar o teor de clorofila na segunda época (Tabela 6), em virtude de atuar sobre as doenças foliares, permitindo que a área fotossintética fosse maior. Na primeira época, o teor de clorofila com aplicação de fungicida foi menor que o sem defensivo, contudo, esse teor observado foi superior ao da segunda época, indicando que vale a pena aplicar o produto, para melhorar a ação fotossintética na folha. A concentração de clorofila se correlaciona positivamente com o teor de N na folha e este com o rendimento da lavoura (SILVA et al., 2012; LEONARDO et. al., 2013).

Apesar deste limitado efeito do fungicida, o uso de defensivo não pode ser desprezado. Por apresentar custos e impactar significativamente o resultado final da

cultura, a aplicação de agrotóxico deve sempre ser recomendada, pois reduz o risco de aparecimento de doenças que podem afetar o rendimento final. Uma vez controlado o fitopatógeno, haverá efeito positivo sobre a produtividade.

Na Tabela 7 consta o efeito da interação entre bioestimulantes e fungicida na primeira época de condução dos experimentos e os tratamentos que diferiram significativamente nas características altura de plantas, peso de espigas empalhadas, teor de clorofila e severidade de doenças. Na segunda época, as diferenças foram na altura de planta, teor de clorofila e vigor de plantas (Tabela 8).

Os resultados mostraram que o bioestimulante MC Extra e a associação dos dois (MC Cream acrescido de MC Extra) na ausência de fungicida apresentaram melhores resultados no aumento do porte das plantas de milho, na primeira época (Tabela 7). Na segunda época, os mesmos bioestimulantes afetaram o crescimento do vegetal, com destaque para o MC Extra na presença de fungicida (Tabela 8). Assim, pode-se inferir que independentemente de haver ou não o defensivo, o crescimento da planta é influenciado pelos bioestimulantes, porque possuem hormônios que agem sobre as regiões de crescimento, afetando a altura do vegetal. Contudo, quando o defensivo está presente, poderá haver melhoria da sanidade da planta e isso proporcionará sinergia para promover o efeito do bioestimulante no aporte do vegetal. Em plantas com melhor sanidade, há maior eficiência dos hormônios e dos produtos presentes no biorregulador.

Na primeira época, os resultados mostraram que somente o fungicida e a combinação de bioestimulantes (MC Cream acrescido de MC Extra) na presença do defensivo foram os melhores tratamentos para se aumentar o teor de clorofila (Tabela 7). O fungicida controla doenças das folhas, principalmente manchas foliares, como manchas-de-feosféria, cercosporiose e ferrugem-polissora. Esse efeito permite à planta aumentar sua área fotossintética, o que evidencia estes teores de clorofila na leitura. Quando da ausência do agrotóxico, tanto o bioestimulante MC Cream quanto o MC Extra apresentaram comportamentos semelhantes estatisticamente para elevar o teor desta característica nas folhas de milho, principalmente pelo fato de conterem giberelina na sua composição. Bergamin et al. (1999) relataram que este hormônio pode elevar o teor de clorofila nas folhas.

Tabela 7 - Valores médios nas características agrônômicas de altura de planta (AP), peso de espigas empalhadas (PES), teor de clorofila (CLR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Fungicida		Média
	COM	SEM	
AP (metros)			
BIO	2,07 aA	1,88 bB	1,98
BM	1,89 aB	2,20 a A	2,05
BIO+BM	1,92 aB	2,10 abA	2,01
SEM	2,10 aA	1,88 bB	1,99
Média	2,00	2,02	
PES (ton ha ⁻¹)			
BIO	10,4 abA	10,6 abA	10,5
BM	10,8 a B	11,8 a A	11,3
BIO+BM	9,5 bB	11,8 a A	10,7
SEM	10,3 abA	10,3 bA	10,3
Média	10,3	11,1	
CLR (SPAD)			
BIO	43,7 cB	47,4 a A	45,6
BM	45,2 bcA	45,4 ab A	45,3
BIO+BM	46,4 ab A	43,5 bcB	45,0
SEM	48,5 a A	42,5 cB	45,5
Média	46,0	44,7	
SVR (%)			
BIO	38,3 bB	29,3 aA	33,8
BM	33,7 abA	35,0 aA	34,4
BIO+BM	27,7 a A	30,7 aA	29,2
SEM	36,0 bA	37,0 aA	36,5
Média	33,9	33,0	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Na segunda época, houve destaque para o produto composto pelos bioestimulantes (MC Cream + MC Extra) no teor de clorofila, na presença de fungicida (Tabela 8). O fungicida permitiu uma melhor sanidade das folhas, permitindo ao vegetal aumentar sua área fotossinteticamente ativa enquanto os bioestimulantes promovem modificações fisiológicas na planta, como melhoria na formação de proteínas, pelo fornecimento de aminoácidos, e acelerando o processo enzimático.

Tabela 8 - Valores médios e significância na interação entre bioestimulantes e aplicação de fungicidas nas características agrônômicas de altura de planta (AP), vigor de plantas (VGR) e teor de clorofila (CLR), na segunda época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Fungicida		Média
	COM	SEM	
AP (metros)			
BIO	1,89 bA	2,01aA	
BM	2,07a A	1,95aB	
BIO+BM	2,03abA	2,06aA	
SEM	1,90 bA	1,96aA	
Média	1,97	2,00	
CLR (SPAD)			
BIO	39,8 bA	41,2aA	
BM	42,4abA	42,1aA	
BIO+BM	45,3a A	40,6aB	
SEM	42,2abA	40,4aA	
Média	42,4	41,1	
VGR (nota)			
BIO	3,3 bB	4,2abA	
BM	4,4a A	4,5a A	
BIO+BM	4,5a A	3,7abB	
SEM	4,5a A	3,0 bB	
Média	4,2	3,9	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Para a característica peso das espigas verdes empalhadas, na primeira época, os bioestimulantes isolados ou em associação na ausência de fungicida foram superiores à testemunha (Tabela 7). Quando, porém, se faz o desdobramento dentro da classe do defensivo, MC Extra e a associação entre os bioestimulantes (MC Cream + MC Extra), ainda na inexistência de agrotóxico, apresentaram-se como melhores alternativas para elevar rendimento na cultura do milho verde. Possivelmente, a quantidade adequada de nutrientes no solo disponíveis para a planta e a composição do produto, contendo macronutrientes, hormônios e outras substâncias, podem ter contribuído para que este produto tivesse bom desempenho nesta característica. Ainda no primeiro experimento, a testemunha não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento que usou

fungicida para elevar produtividade, contudo, é sempre conveniente a aplicação para prevenção contra os fitopatógenos.

Na característica severidade de doenças, o tratamento com MC Extra e aquele com o uso de bioestimulantes MC Cream associado a MC Extra, acrescidos com fungicida, mostraram-se mais eficientes para reduzir o nível de enfermidades nas plantas de milho, na primeira época (Tabela 7). A aplicação de fungicida não diferiu estatisticamente da testemunha. Essa ausência de efeito superior isoladamente pode ter ocorrido devido ao fato do produto não ser específico para as moléstias que ocorreram na cultura ou o tempo de aplicação não ter sido o mais apropriado e também pelo fato da cultivar ser tolerante às doenças. Para o material utilizado, o uso de fungicida é recomendado, pela empresa, em regiões onde há alta de pressão de ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*) (AGROCERES, 2016). O bioestimulante MC Cream foi mais eficiente quando pulverizado sem defensivo no vegetal, ainda que sem o agrotóxico não diferisse da testemunha.

Na ausência de fungicida, os bioestimulantes MC Cream e MC Extra e a associação entre eles (MC Cream + MC Extra) promoveram incrementos no vigor de plantas, na segunda época (Tabela 8). Na presença de fungicida, os tratamentos com MC Extra e MC Cream + MC Extra foram eficientes para aumentar o vigor das plantas de milho, assim como o tratamento em que havia somente o defensivo. Inclusive o uso conjunto entre os bioestimulantes (MC Cream acrescido de MC Extra) e o agrotóxico utilizado propiciou maior vigor que sem o defensivo, evidenciando haver sinergia entre os produtos.

O uso conjunto desses fatores demonstrou ser favorável ao desenvolvimento da cultura e resultar em um acréscimo significativo na produtividade, sempre pela melhoria da sanidade do vegetal e também pelas promoções na fisiologia da planta. Portanto, ficou evidente a boa sinergia entre fungicida e bioestimulantes.

3.2. Contrastes ortogonais no milho verde

Os desdobramentos dos contrastes foram estimados (Tabela 9) e percebeu-se os incrementos que houve na comparação entre os tratamentos na primeira e na segunda época.

Tabela 9 – Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso da espiga verde empalhada (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR) na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.

Contrastes	AP - metros -	DC --- cm ---	PES --- ton ha ⁻¹ --- --- 1 ^a época ---	PLH	CLR -- SPAD --	VGR -- nota --	SVR --- % ---
C1	<0,00	0,20	1,46*	0,54	-5,02*	-1,27*	-5,33
C2	<0,00	0,13	0,38	0,75	4,93*	1,80*	-7,67*
C3	0,32*	0,02	1,51*	0,51	2,93*	1,00	-2,00
C4	0,22*	-0,40*	0,03	-0,49	6,02*	1,73*	-1,00
C5	0,22*	-0,20	1,50*	0,06	1,00	0,47	-6,33*
C6	0,04	-0,22	-0,74	0,57	3,92*	1,93*	-9,33*
C7	-0,32*	0,11	-1,13*	0,24	2,00	0,80	-5,67
			--- 2 ^a época ---				
C1	0,15*	0,22	0,40	-0,57	-1,52	-0,80*	3,67
C2	0,05	0,25	2,15	0,61	0,75	0,90*	-3,73*
C3	-0,01	0,16	-0,89	-0,77	1,65	1,20*	-4,33*
C4	-0,05	-0,05	0,96	0,05	1,72	1,17*	-3,33
C5	0,10	0,17	1,36	-0,52	0,20	0,37	0,33
C6	0,07	0,07	0,67	-0,24	4,90*	1,23*	-2,87
C7	0,06	0,09	3,04	1,39*	-0,90	-0,30	0,60

* Incrementos médios significativos a menos de 5% de probabilidade pelo Teste F. C1=BIO+BM vs FUNG (bioestimulantes comparado a fungicida); C2=BIO vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream comparado à testemunha); C3=BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Extra comparado à testemunha); C4=FUNG vs TESTEMUNHA (fungicida comparado à testemunha); C5=BIO+BM vs TESTEMUNHA (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados à testemunha); C6=BIO+BM+FUNG vs TESTEMUNHA (bioestimulantes MC Cream e MC Extra acrescidos de fungicida e comparados à testemunha); e C7=BIO vs BM (bioestimulante MC Cream comparado ao MC Extra).

O uso de bioestimulantes, isolado ou em conjunto, promoveu aumentos na altura de plantas de milho, na primeira época, em relação à testemunha, em 0,32 e 0,22 metros quando aplicados MC Extra e MC Cream acrescido de MC Extra, respectivamente (Tabela 9). Santos et al. (2002) encontraram forte correlação entre altura de plantas e o rendimento de milho. Esses resultados superiores mostraram que houve resposta positiva e incremento na característica avaliada. A contribuição dos bioestimulantes para o aumento da altura de planta está associada à ação da citocinina e à nutrição favorável do vegetal. Níveis altos deste hormônio promovem o crescimento da parte aérea (TAIZ e ZEIGER, 2009). O bioestimulante com nutrientes (MC Extra) gerou um maior incremento no crescimento vegetal, inclusive superior ao MC Cream, em 0,32 metros. Isso ocorreu devido à presença mais concentrada de auxinas e proteínas, que podem estar auxiliando na elevação da estatura da planta.

Na segunda época, o uso de ambos os bioestimulantes combinados foi superior ao tratamento com fungicida, para promover aumento na altura das plantas de milho em 0,15 metros (Tabela 9). A presença de hormônios responsáveis pelo desenvolvimento de regiões meristemáticas promoveu o crescimento da parte aérea do vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2009), ao contrário do fungicida, que não apresenta esta capacidade. Não houve superioridade de um bioestimulante em relação ao outro, ambos apresentaram comportamentos semelhantes no crescimento vegetal.

O diâmetro de colmo não foi afetado por nenhum tratamento, em ambas as épocas. Inclusive o resultado mostrou que o tratamento testemunha foi superior em 0,40 cm àquele em que foi aplicado fungicida (Tabela 9).

Contudo, incrementos no peso de espigas empalhadas foram influenciados pelo uso dos bioestimulantes somente na primeira época. A utilização do bioestimulante MC Cream associado ao MC Extra, quando comparada com o uso de fungicida e a testemunha, verificou-se um incremento na produtividade de 1,46 e 1,50 toneladas por hectare, respectivamente (Tabela 9). Esse resultado é interessante economicamente para o produtor rural, pois o incremento na produtividade eleva seus rendimentos econômicos, uma vez que a receita alcançada com o uso dos produtos é maior que o custo com a utilização destes fatores.

Dourado Neto et al. (2014) encontraram efeito positivo do uso de bioestimulantes nas características agrônômicas de milho e feijão. Santos et al. (2013) mostraram que os bioestimulantes resultam em efeitos positivos na maioria das

características fisiológicas das plantas, principalmente para aumentos da massa seca das raízes. Albrecht (2009) verificou aumento de produtividade da cultura quando sementes foram tratadas com bioestimulantes.

Na comparação entre os bioestimulantes utilizados, o MC Extra incrementou em 1,13 e 1,51 ton ha⁻¹ o peso de espigas verdes em relação ao MC Cream e a testemunha, respectivamente (Tabela 9). O déficit hídrico ocorrido pode ter promovido um efeito maior desses produtos na produtividade final da cultura. As betaínas presentes na composição destas substâncias têm função osmoprotetora e de manter a eficiência fotossintética, o que pode ter compensando o déficit hídrico e contribuído para maior produção de fotoassimilados, o que refletiu em incrementos de produtividade (ABDUL JALEEL et al., 2007; ASHRAF e FOOLAD, 2007; CARLIN e SANTOS, 2009). Porém, os dois biorreguladores foram eficientes para aumentos de produtividade na cultura do milho verde. Como os custos destes produtos são menores que o retorno que geram, compensa economicamente o emprego destes fatores no processo produtivo.

O bioestimulante MC Cream foi mais eficiente em aumentar o peso da palha das espigas verdes, conforme verificado pelos resultados encontrados, em 1,39 ton ha⁻¹, em relação ao outro produto, o MC Extra, na segunda época (Tabela 9). Apesar de não ter apresentado significância na primeira época, foi verificado o mesmo efeito, e o MC Cream foi efetivo em incrementar o peso da palha em relação ao MC Extra.

O fungicida foi eficiente em incrementar o teor de clorofila na folha em relação aos bioestimulantes e à testemunha (Tabela 9), pois o controle de doenças, principalmente manchas foliares, permitiu à planta ter maior área foliar. Ambos os biorreguladores elevaram o teor de clorofila em relação à testemunha, pois possuem substâncias que melhoram a ativação dos cloroplastos e aumentam a eficiência fotossintética, como alguns nutrientes, aminoácidos e proteínas. Hormônios, como a giberelina, também podem ter promovido aumento do teor de clorofila nas folhas, pela maior absorção do nitrogênio (BERGAMIN et al., 1999). Os resultados mostraram que a aplicação de fungicida é boa alternativa para incrementar teor de clorofila nas folhas em qualquer época de cultivo.

Os resultados também mostraram que o uso de bioestimulantes acrescidos de fungicida incrementou em 1,93 e 1,23 a nota de vigor das plantas de milho, na primeira e na segunda época, respectivamente (Tabela 9), devido à capacidade que os produtos têm de melhorar a fisiologia da planta e a sua sanidade. O fungicida aplicado isoladamente é mais interessante para aumentar nota de vigor que os bioestimulantes

MC Cream e MC Extra, em ambas as épocas e foi superior em relação à testemunha. Contudo, esses produtos incrementam nota de vigor das plantas de milho verde, conforme visto pelos resultados levantados.

No que diz respeito à sanidade das plantas, o uso conjunto de bioestimulantes reduziu a severidade de doenças em relação à testemunha em 6,33%, na primeira época (Tabela 9). Quando adicionado fungicida aos biorreguladores, a redução foi ainda maior, em 9,33%, também na primeira época. Assim, o uso de insumos produtivos se mostrou eficiente para controlar doenças na planta, elevar o rendimento final da cultura e aumentar a renda final na cultura do milho verde.

3.3. Análise econômica do cultivo de milho verde

Para a análise econômica, foram levantados os custos operacionais efetivo e total e o custo total de produção de milho verde para todos os tratamentos na primeira e na segunda época (Tabela 10). (Detalhamento maior dos custos de produção está apresentado no anexo desta obra, na Tabela 1a). Os resultados mostraram que os maiores custos estão associados aos maiores investimentos na cultura. Portanto, empregar novos insumos na atividade exige maiores despesas, principalmente com os custos operacionais efetivos.

Fungicidas elevaram os custos de produção e talvez não tenha sido necessária a aplicação deste produto na lavoura, conforme discutido anteriormente, devido à limitada eficiência do produto na redução da severidade de doenças. Contudo, a utilização do produto é um seguro para a lavoura e a despesa a mais com o fator é recompensada com o aumento de rendimento e a proteção contra fitopatógenos que poderão aparecer na lavoura e reduzir produtividade.

Os bioestimulantes também elevaram os custos de produção em relação à testemunha (Tabela 10). Os tratamentos que apresentaram maior custo de produção foram aqueles que incorporaram todos os insumos ao processo produtivo. Apesar dos investimentos em tecnologia e o aumento do uso de recursos produtivos elevarem os custos, esses fatores são responsáveis pelo incremento de rendimento no campo.

Tabela 10 – Valores médios de custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) para os tratamentos na cultura do milho verde, na primeira e na segunda época.

Tratamentos	COE	COT	CT	Tratamentos	COE	COT	CT
	--- 1ª época --- --- R\$ ha ⁻¹ ---				--- 2ª época --- --- R\$ ha ⁻¹ ---		
BIO+BM+FUNG	3.057,99	3.677,33	4.098,66	BIO+BM+FUNG	3.447,35	4.100,76	4.522,09
BIO+BM	2.975,49	3.624,14	4.045,47	BIO+BM	3.354,85	4.036,69	4.458,02
BM+FUNG	2.946,79	3.578,48	3.999,81	BM+FUNG	3.336,15	4.001,90	4.423,23
BIO+FUNG	2.925,19	3.547,98	3.969,31	BIO+FUNG	3.314,55	3.971,41	4.392,74
BM	2.864,29	3.503,36	3.924,69	BM	3.243,65	3.915,92	4.337,25
BIO	2.842,69	3.459,53	3.880,86	BIO	3.222,05	3.872,09	4.293,42
FUNG	2.813,99	3.427,02	3.848,35	FUNG	3.203,35	3.850,45	4.271,78
TESTEMUNHA	2.731,49	3.336,80	3.758,13	TESTEMUNHA	3.110,85	3.749,35	4.170,68
Média	2.894,74	3.519,33	3.940,66	Média	3.279,10	3.937,32	4.358,65

BIO: bioestimulante; BM:bioestimulante com nutrientes; FUNG: fungicida; BIO+BM:bioestimulante acrescido de bioestimulante com nutrientes; BIO+FUNG:bioestimulante com adição de fungicida; BM+FUNG:bioestimulante acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG:bioestimulante com adição de bioestimulante com nutriente e fungicida; TESTEMUNHA, sem qualquer fator.

A elevação de produtividade ocorreu com o aporte de investimentos na cultura do milho verde (Tabela 11). Os tratamentos com uso de bioestimulantes e fungicida elevaram o rendimento em relação à testemunha e aumentaram a receita final. Os bioestimulantes, acrescidos ou não de fungicida, responderam pelos maiores incrementos de produtividade na cultura do milho verde. O bioestimulante MC Extra foi o de melhor desempenho na primeira época e o MC Cream na segunda época. O tratamento com bioestimulantes MC Cream +MC Extra apresentou quase o mesmo valor de produtividade em ambas as épocas.

Investimentos em insumos que aumentam a produtividade são importantes, pois a rentabilidade econômica está diretamente relacionada ao rendimento da lavoura. Forsthofer et al. (2006) verificaram que a melhoria do nível de manejo visando incremento nas características de produtividade do milho está diretamente ligada a aumentos no rendimento da lavoura no campo. Silva et al (2014) verificaram que o maior valor de rendimento de grãos de híbridos de milho proporcionou maior rentabilidade econômica da cultura, na safrinha.

Tabela 11 - Valores médios de rendimento de espigas (RND) e receita bruta total (RBT) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.

Tratamentos	1ª época		2ª época	
	RND	RBT	RND	RBT
	-ton ha ⁻¹ -	- R\$ ha ⁻¹ -	-ton ha ⁻¹ -	- R\$ ha ⁻¹ -
BM	11,76	4.116,00	10,77	7.000,50
BIO+BM	11,76	4.116,00	11,67	7.585,50
BM+FUNG	10,76	3.766,00	13,51	8.781,50
BIO	10,40	3.640,00	13,81	8.976,50
BIO+FUNG	10,28	3.598,00	11,05	7.182,50
FUNG	10,28	3.598,00	12,63	7.585,50
TESTEMUNHA	10,28	3.598,00	11,67	7.585,50
BIO+BM+FUNG	9,28	3.248,00	12,33	8.014,50
Média	10,60	3.710,00	12,18	7.839,00

BIO: bioestimulante; BM: bioestimulante com nutrientes; FUNG: fungicida; BIO+BM: bioestimulante acrescido de bioestimulante com nutrientes; BIO+FUNG: bioestimulante com adição de fungicida; BM+FUNG: bioestimulante acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG: bioestimulante com adição de bioestimulante com nutriente e fungicida; TESTEMUNHA, sem qualquer fator.

Trabalhos avaliando rentabilidade econômica de uma atividade comprovam que esta está diretamente relacionada com o rendimento da lavoura e os preços vigentes no momento da comercialização (SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2014; BOTTINI et

al., 1995). Portanto, torna-se interessante e oportuno investir em tecnologia e novas técnicas de manejo para elevação de rendimento, buscando aumento de receita e rentabilidade econômica.

O bom resultado com a receita veio acompanhado da rentabilidade econômica e financeira da atividade. Os resultados mostraram que investimentos geraram maiores lucros econômicos e viabilidade econômica da produção de milho verde com o uso de novos insumos agrícolas (Tabela 12).

Tabela 12- Valores médios de renda líquida total (RLT), lucro operacional (LO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (P_{eq}) e produtividade de equilíbrio (Y_{eq}) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.

Tratamento	RLT	LO	IL	MB	Y _{eq}	P _{eq}
--- 1ª época ---						
	--- R\$ ha ⁻¹ ---		- % -	- ud -	- ton ha ⁻¹ -	- R\$ ton ⁻¹ -
BM	191,31	612,64	14,88	1,04	9,76	297,90
BIO+BM	70,53	491,86	11,95	1,01	10,10	308,18
TESTEMUNHA	-160,13	261,20	7,26	0,96	9,29	324,59
BM+FUNG	-233,81	187,52	4,98	0,94	9,97	332,57
BIO	-240,86	180,47	4,96	0,94	9,64	332,65
FUNG	-250,35	170,98	4,75	0,94	9,55	333,37
BIO+FUNG	-371,31	50,02	1,39	0,91	9,88	345,13
BIO+BM+FUNG	-850,66	-429,33	-13,22	0,79	10,24	396,26
--- 2ª época ---						
	--- R\$ ha ⁻¹ ---		- % -	- ud -	- ton ha ⁻¹ -	- R\$ ton ⁻¹ -
BIO	4.683,08	5.104,41	56,86	2,09	10,79	280,38
BM+FUNG	4.358,27	4.779,60	54,43	1,99	11,15	296,22
FUNG	3.937,72	4.359,05	53,10	1,92	10,73	304,87
BIO+BM+FUNG	3.492,41	3.913,74	48,83	1,77	11,42	332,58
TESTEMUNHA	3.414,82	3.836,15	50,57	1,82	10,44	321,28
BIO+BM	3.127,48	3.548,81	46,78	1,70	11,24	345,90
BIO+FUNG	2.789,76	3.211,09	44,71	1,64	11,06	359,40
BM	2.663,25	3.084,58	44,06	1,61	10,91	363,59

BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; FUNG: fungicida; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido de bioestimulante MC Extra; BIO+FUNG: bioestimulante MC Cream acrescido de fungicida; BM+FUNG: bioestimulante MC Extra acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG: bioestimulante MC Cream acrescido de bioestimulante MC Extra e fungicida; TESTEMUNHA, sem qualquer fator.

O baixo rendimento e o baixo preço recebido pelo produto no mercado verificados na primeira época provocaram resultados não satisfatórios para a produção de milho verde, principalmente para a receita líquida total (Tabela 13). Apesar de o

valor recebido ter sido menor na primeira época, os tratamentos com o MC Extra e o com MC Cream acrescido de MC Extra foram os mais viáveis economicamente (Tabela 14). Contudo, com exceção do tratamento que combinou todos os insumos (BIO+BM+FUNG), os demais apresentaram lucro operacional positivo, mostrando que o investimento foi compensado pela receita obtida. Quanto ao tratamento que combina os bioestimulantes com fungicida, a produtividade mínima a ser produzida para tornar o investimento viável deveria ser de 10,24 ton ha⁻¹, valor que foi atingido pelo pior tratamento da época 2. ou que o preço mínimo na comercialização fosse de R\$396,59 ton⁻¹.

Pode ocorrer de em uma época a atividade ser viável economicamente e não se apresentar viável em outra, devido aos fatores preço e rendimento. Kaneko et. al. (2016) verificaram que o milho apresentou resultado econômico positivo em uma época, mas inviável em outra, na segunda safra, devido à elevação dos custos operacionais e de um menor preço da saca de milho no mercado. Paul et al. (2011) sugerem, em um estudo realizado com aplicação de fungicidas em milho nos Estados Unidos, que a rentabilidade com aplicação de fungicida não é satisfatória quando a severidade de doenças é baixa e a expectativa de rendimento é alta, como na segunda época de cultivo.

Na segunda época, todos os tratamentos foram viáveis economicamente, pelo bom desempenho da produtividade e dos maiores preços recebidos pela produção. Os resultados mostraram que o produtor, ao investir nesses insumos, paga seus custos, gera renda e ainda sobram recursos para futuros investimentos, dados os valores positivos de LO e IL e MB maior que a unidade. Porém, se os rendimentos da segunda época fossem alcançados na primeira, todos os investimentos seriam viáveis economicamente. Assim, para se alcançar bom desempenho econômico é necessário ter resultados elevados em produtividade.

Os resultados da análise econômica permitem inferir que investimentos em tecnologias aumentam os custos de produção, mas nem sempre elevam a produtividade da lavoura; porém, quanto maior o rendimento da cultura, maior é a receita bruta da atividade, que acaba gerando maiores retornos econômico e financeiro para a cultura do milho verde. Outra ponderação é a necessidade de se investir em novas tecnologias na lavoura, mas melhorias nas práticas de manejo são fundamentais para que os fatores empregados tenham sucesso e reflitam em maiores rentabilidades para a empresa rural (FORSTHOFER et al., 2006).

4. CONCLUSÕES

Os bioestimulantes testados incrementaram a produção e geraram respostas no rendimento final da cultura de milho verde, na primeira época, bem como o diâmetro de colmo.

Na segunda época, os bioestimulantes elevaram a altura de plantas, o teor de clorofila e o vigor das plantas de milho.

Os bioestimulantes elevaram os custos de produção, porém, a utilização destes produtos no processo produtivo incrementou produtividade e foram viáveis economicamente para a cultura do milho verde.

O fungicida não foi eficiente para reduzir severidade de doenças, porém, também é opção viável economicamente para a atividade.

O retorno econômico está diretamente relacionado ao rendimento e aos preços recebidos. Assim, quanto maior a produtividade, maior a renda líquida positiva auferida pelo produtor rural com a cultura do milho verde.

O milho verde é atividade agrícola viável economicamente para os produtores rurais.

5. REFERÊNCIAS

ABDUL JALEEL, C.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in osmoregulations, antioxidantenzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.59, p.150-157. 2007.

AGROCERES. **Agrocere é mais milho**: guia técnico. São Paulo. 1994. 43 p.

AGROCERES. **Sementes Agrocere**. Disponível em: <sementesagrocere.com.br> Acesso em: 10/novembro/2016.

ALBRECHT, L.P. Biorregulador no desempenho agrônômico, econômico e na qualidade de semente de soja. 2009. 100 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

ALVES, S.M.F.; SILVA, A.E.; SERAPHIN, J.C.; VERA, R.; SOUZA, E.R.B.; ROLIM, H.M.V.; XIMENES, P.A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.1, p.39-43. 2004.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p.206-216, 2007.

ÁVILA, M.R. ; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v.65, n.6, p.604-612, 2008.

BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; MANTOVANI, A.; VALE, N.M. Problemas relacionados com o uso de testes de comparação de médias em artigos científicos. **Revista Biotemas**, v.21, n.2, p.145-153, 2008.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; FURLANI JÚNIOR, E.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v.69, n.2, p.339-347, 2010.

BLANCO, F.F.; CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; VELOSO, M.E.C.; NOGUEIRA, C.C.P.; DIAS, N.S. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p. 524-530, 2011.

BOTTINI, P.R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F.A.G. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações Econômicas**, v.35, p.1039-1042, 1995.

BULGARI, R.; COCETTA, G.; TRIVELLINI, A.; VERNIERI, P.; FERRANTE, A. Biostimulants and crop responses: a review. **Biological Agriculture & Horticulture**, v.31, n.1, 2015.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v.383, n.1, p.3-41, 2014.

CARLIN, S. D.; SANTOS, D.M.M. Indicadores fisiológicos da interação entre déficit hídrico e acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1106-1113, 2009.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Embrapa: Circular Técnica. n. 76. 2006.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. **Seja doutor do seu milho: nutrição e adubação**. Potafos: Arquivo do Agrônomo. n. 2, 2.ed. 1995.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Receita bruta dos produtores rurais brasileiros**. Caderno Estatístico da Safra 2013-2014. Brasília, v.7, p. 1-236, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 de novembro de 2016.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.T. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.371-379, 2014.

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

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.L.; SILVA, A.A. Desempenho agrônomo e

econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlation between chlorophyll readings and levels of nitrogen applied in bean. **Bragantia**, v.55, n.1, p.171-175, 1996.

GILL, J.L. Design and analysis of experiments. v.1. **State University Press**, Ames, USA, 1978.410pp.

KANEKO, F.H.; SABUNDJIAN, M.T.; ARF, O.; LEAL, A.J.F.; CARNEIRO, L.F.; PAULINO, H.B. Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p.202-216, 2016.

LEONARDO, F.A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, S.M.; COSTA, J.P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.377-383, 2013.

MANFROI, E.; LANGHINOTTI, C.; DANELLI, A.; PARIZE, G. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p.357-365, 2016.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; ANTUNES, J.F.G.; OLIVEIRA, M.D.M.; OKAWA, H. Custos: sistemas de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, v.24, n.9, p.97-122, 1998.

MARTINS, D. C.; BORGES, I.D.; CRUZ, J.C.; NETTO, D.A.M. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum sp.* **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p.217-228, 2016.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agriculturaem São Paulo**, v.01, n.23, p.123-139, 1976.

PAUL, P.A.; MADDEN, L.V.; BRADLEY, C.A.; ROBERTSON, A.E.; MUNKVOLD, G.P.; SHANER, G.; WISE, K.A.; MALVICK, D.K.; ALLEN, T.W.; GRYBAUSKAS, A.; VINCELLI, P.; ESKER, P. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. corn belt. **Phytopathology**, v.101, n.9, p.1122-1132, 2011.

PEREIRA FILHO, I.A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília-DF: Embrapa, Informações tecnológicas, 2003. 204p.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; SILVA, A.R.; COSTA, R.V.; CRUZ, I. Milho verde. **Árvore do Conhecimento**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3c1v9rbg.html>> Acesso em: 14 de novembro de 2016.

PINTO, N.F.J.A.; DE ANGELIS, B.; HABE, M.H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da Cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.139-145, 2004.

REINBOTHE, C.; BAKKOURI, M.; BUHR, F.; MURAKI, N.; NOMATA, J.; KURISU, G.; FUJITA, Y.; REINBOTHE, S. Chlorophyll biosynthesis: spotlight on photo chlorophyllide reduction. **Trends in Plant Science**, v.15, n.11, p.614-624, 2010.

SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.596-602, 2002.

SANTOS, V.M.; MELO, A.V.; CARDOSO, D.P.; GONÇALVES, A.H.; VARANDA, M.A.F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulante no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.307-318, 2013.

SILVA, M.A.G.; MANNIGEL, A.R.; MUNIZ, A.S.; PORTO, S.M.A.; MARCHETTI, M.E.; NOLLA, A.; BERTANI, R.M.A. Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. **Bragantia**, v.71, n.1, p.90-97, 2012.

SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; MARTINS, P.S.; SIMON, G.A.; FRANCISCHINI, R. Desempenho agrônômico e econômico de híbridos de milho na safrinha. **Revista Agro@ambiente**, v.8, n.2, p.261-271, 2014.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R.; GOULART, M.M.P. Desempenho agrônômico e econômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Montividiu-GO. **Revista de Agricultura**, v.90, n.1, p.17-30, 2015.

SINGH, V.; SINGH, B.; SINGH, Y.; THIND, H.S.; GUPTA, R.K. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review. **Nutrient Cycling Agroecosyst**, v.88, p.361-380, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VALAGRO. **Bioestimulantes**. Disponível em: <www.valagro.com/bioestimulantes/> acesso em: 10 de novembro de 2016.

CAPÍTULO 3

Efeitos do silício, bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e viabilidade econômica na cultura do milho verde

Efeitos do silício, bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e viabilidade econômica na cultura do milho verde

RESUMO

O emprego de fatores modernos na produção agrícola tem sido responsável pelos incrementos de rendimento das lavouras nos últimos anos. Insumos como os bioestimulantes, fungicidas e adubação silicatada têm sido empregados na produção agrícola visando aumentos de rendimento, ainda que no milho verde não tenham sido usados. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho agrônômico do milho verde e sua viabilidade econômica quando empregados novos fatores nessa cultura. Foram realizados experimentos em duas épocas; o primeiro, em maio de 2015, e o segundo, em fevereiro de 2016, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial(4x2x2), sendo utilizados dois bioestimulantes, na dose:0, 1,0 L ha⁻¹ de MC Cream, 1,0 Kg ha⁻¹MC Extra e 1,0+1,0 L e kg ha⁻¹ de ambos; fungicida, na dose: 0 e 0,75 L ha⁻¹ de piraclostrobina + epoxiconazole, 133 + 50 g L⁻¹ i.a. e silicato (0 e 200 kg ha⁻¹ de CaSiO₄). Foram avaliadas características agrônômicas, bem como foi realizado levantamento os custos de produção e rendimento para estimar a viabilidade econômica. Os resultados mostraram que o silício contribuiu para ganhos em rendimento físico de espigas verdes. O uso de silício, bioestimulantes e fungicida contribuiu para aumentos na altura de planta, diâmetro de colmo, teor de clorofila, peso de espigas verdes e no vigor. Todos os tratamentos apresentaram viabilidade econômica, e os que trouxeram maiores retornos econômicos à atividade foram os que apresentaram maiores produtividades no campo. O milho verde é opção econômica de cultivo para o produtor rural.

Palavras chave: Adubação silicatada. Rendimento. Rentabilidade. *Zea mays* L.

Effects of silicon, biostimulants and fungicide on agronomic traits and economic viability in green corn

ABSTRACT

The use of modern factors in agricultural production has been responsible for the yield increases of the crops in recent years. Inputs such as biostimulants, fungicides and silicate fertilizers have been employed in agricultural production aimed at yield increases, although in green corn they have not been used. Therefore, the objective of this study was to verify the agronomic performance of green corn and its economic viability when using new factors in this crop. Experiments were carried out in two seasons; the first, in May 2015, and the second, in February 2016, in a randomized complete block design with three replications, in a factorial scheme (4x2x2), using two biostimulants at the dose : 1.0 L ha⁻¹ of MC Cream, 1.0 Kg ha⁻¹ MC Extra and 1.0 + 1.0 L and kg ha⁻¹ of both; fungicide, in the dose: 0 e 0.75 L ha⁻¹ of pyraclostrobin + epoxiconazole, 133 + 50 g L⁻¹ ia and silicate (0 and 200 kg ha⁻¹ CaSiO₄). Agronomic characteristics were evaluated, as well as a survey of production and yield costs to estimate economic viability was carried out. The results showed that silicon contributed to gains in physical yield of green ears. The use of silicon, biostimulants and fungicide contributed to increases in plant height, stalk diameter, chlorophyll content, green ear weights and vigor. All treatments presented economic feasibility, and those that brought the greatest economic returns to the activity were the ones that presented the highest yields in the field. Green corn is an economic option for cultivation for the rural producer.

keywords: Silicate fertilization. Yield. Economic viability. *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O milho verde é produzido e comercializado basicamente para alimentação humana, na forma de espigas verdes ou processadas como massa, para ser consumida na forma de bolos, curau, pamonha e sorvetes. A planta sem a espiga, restante no campo, pode ser negociada com pecuaristas para a alimentação animal, na forma de silagem. A cultura gera renda e emprego e fixa famílias no campo. É uma atividade cultivada por pequenos produtores rurais, que empregam na produção, em geral, baixo padrão tecnológico.

O rendimento de espigas verdes pode chegar até a 20 ton ha⁻¹ na propriedade rural, desde que o manejo e a escolha de tecnologias sejam corretos. Contudo, a produção não ultrapassa, em muitas propriedades, 12 toneladas do produto, devido ao baixo padrão dos insumos produtivos empregados.

A utilização de insumos agropecuários na atividade pode contribuir para elevar os rendimentos desta cultura, que gera um produto de alto valor agregado e apresenta elevada demanda durante todo o ano. Assim, o uso de bioestimulantes, silício e fungicida na produção de milho verde pode contribuir para aumentar produtividade e renda para os produtores rurais.

A incorporação desses fatores de produção poderá dar uma nova dinâmica à produção de milho verde. O silício (Si) ainda não é um elemento essencial à planta, mas a sua indisponibilidade aos vegetais pode reduzir a produtividade das culturas. Meena et al. (2014) salientam que o esgotamento deste mineral no solo e sua falta às plantas podem estar relacionados aos declínios de produtividade das culturas. No milho verde, o emprego de silício pode permitir que haja aumentos do rendimento de espigas verdes, pois este produto confere maior potencial de resistência a estresse hídrico, alongação de colmo e resistência ao acamamento. Além disso, pela deposição nas folhas, o silício impede a penetração de fitopatógenos nas plantas (MORAES et al., 2005; CASTRO e CRUSCIOL, 2013; VILELA et al., 2014). Nas espigas impede a entrada de pragas que possam vir a depreciar o valor final do produto (GOUSSAIN et. al., 2002; NERI et al., 2009). No déficit hídrico, o Si pode contribuir para o ajuste osmótico e aumentar as atividades enzimáticas da fotossíntese (ZHU e GONG, 2014).

Mediante isso, estudos com silicato no cultivo de milho verde podem ser interessantes para despertar novas formas de manejo. Santos et al. (2014) mostraram que o emprego do silício na cultura tende a aumentar a resistência da planta ao aparecimento de doenças, principalmente daquelas que ocorrem na safra das águas.

Isso se torna interessante, pois o milho é uma das culturas mais semeadas no país e a incidência de doenças se eleva a cada safra. A mancha de feosféria, comum em praticamente todo o território nacional onde se cultiva milho, é a principal doença da cultura e tem trazido prejuízos consideráveis à produção brasileira (SILVA, 2002; LOPES et al., 2007).

Esse mineral tem outras funções, como auxiliar a planta em um melhor aproveitamento dos nutrientes presentes no solo, melhorando sua absorção. Como destacaram Korndöfer et al. (1999) e Kaya et al. (2006), a adubação silicatada pode disponibilizar nutrientes para a planta como K, P, Ca e Mg.

O uso de bioestimulantes pode também contribuir para aumentar o rendimento das lavouras. São compostos formados por um conjunto de substâncias, como hormônios, biorreguladores, macro e micronutrientes, aminoácidos, proteínas, vitaminas e até micro-organismos (CALVO et al., 2014). Trabalhos têm mostrado que o uso destes compostos proporciona melhor desenvolvimento da planta, comprometendo as características do produto final, aumentando o rendimento e a receita da empresa (BRACCINI et al., 2012; DOURADO NETO et al., 2014). Esses resultados mostram que o uso destes produtos pode ser benéfico para aumentar a produtividade nas lavouras com milho verde.

Outro fator que contribui para aumentar rendimento da lavoura é a sanidade da planta. Como a incidência de doenças é elevada sobre a cultura de milho (SILVA, 2015), o emprego de fungicida na redução da severidade de doenças pode ser uma opção a mais para incrementos no rendimento. Essa redução de enfermidades e a melhoria na sanidade da cultura proporcionam maiores rendimentos e rentabilidade econômica para a empresa rural (JULIATTI et al., 2007; DUARTE et al., 2009).

A combinação destes fatores pode trazer resultados interessantes para o produtor de milho verde. Ainda que a incorporação desses fatores à produção eleve os custos, eles podem ter efeito no rendimento e, com isso, impactar a rentabilidade econômica da atividade.

Em função da escassez de informações quanto ao potencial de uso destes fatores, justificam-se estudos do uso de adubação silicatada, de bioestimulantes e aplicações de fungicida na cultura do milho verde, com o intuito de estimular o uso destes recursos para aumentar rendimentos e incrementar a viabilidade econômica da atividade. Portanto, o objetivo deste trabalho consistiu em estudar o efeito de silício em associação com bioestimulantes e aplicação de fungicida nas características

agronômicas da cultura do milho verde e determinar a rentabilidade econômica do uso destes insumos nessa cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local

Os experimentos foram conduzidos a campo, no Sudoeste de Goiás (17,783255 S; 50,958878 W; com altitude média de 715 metros), em duas épocas de semeadura, sendo a primeira época semeada em maio/2015, caracterizada como sendo de terceira safra ou safra de inverno, e a segunda época semeada em fevereiro de 2016, denominada segunda safra ou safrinha.

As precipitações e temperaturas médias para a região do estudo nos dois períodos em que os experimentos foram conduzidos podem ser visualizadas abaixo (Figura 1).

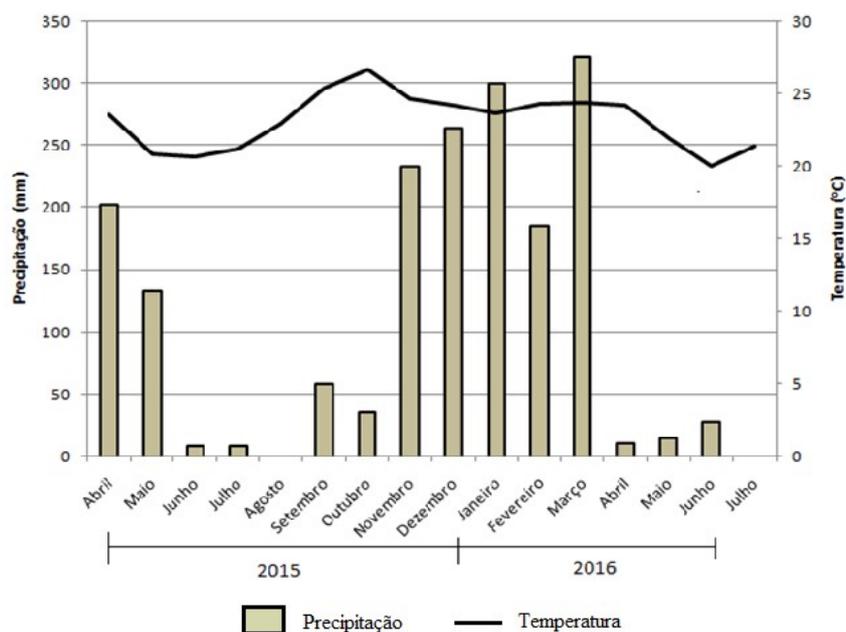


Figura 1 - Valores de temperaturas médias e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos com a cultura do milho verde, no período de abril/2015 a julho/2016.

Fonte: Estação Meteorológica da UNIRV-Universidade de Rio Verde/INMET-Instituto Nacional de Meteorologia.

O solo foi amostrado na profundidade de 0 a 10 e de 10 a 20 cm para a caracterização físico-química nas duas épocas do experimento antes da semeadura da cultura (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados físico-químicos do solo da área experimental de condução dos ensaios com a cultura de milho verde.

Elementos	Época 1		Época 2	
	0 – 10	10 – 20	0 – 10	10 – 20
--- cm ---				
Areia (%)	38,00	38,00	38,00	38,00
Textura Silte (%)	8,00	8,00	8,00	8,00
Argila (%)	54,00	54,00	54,00	54,00
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)	3,29	2,91	2,45	2,45
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,31	1,90	1,76	1,81
K (cmol _c dm ⁻³)	0,27	0,49	0,12	0,19
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,97	1,01	0,69	0,63
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,10	0,10	0,15
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	3,60	4,60	4,00	4,60
K (mg dm ⁻³)	103,62	191,04	47,16	74,1
P (Mel) (mg dm ⁻³)	18,07	23,64	10,54	9,62
M.O. (g kg ⁻¹)	22,24	17,33	19,14	18,10
Fe (mg dm ⁻³)	111,20	124,50	95,80	115,9
Mn (mg dm ⁻³)	34,90	21,90	31,5	23,6
Cu (mg dm ⁻³)	0,80	0,80	0,90	0,90
Zn (mg dm ⁻³)	3,00	9,60	2,00	4,30
pH CaCl ₂	5,04	4,93	4,96	4,88
m (%)	1,39	2,86	3,74	5,38
V (%)	49,45	42,37	39,38	36,33
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,18	8,02	6,53	7,26
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,55	3,40	2,57	2,64

Fonte: Laboratório de Análises de Solos e Folhas da UNIRV-Universidade de Rio Verde.

O solo é classificado como latossolo vermelho distroférico, cujo teor de P está elevado, os de K e de Mg se encontram de médio a adequado, o de Ca é médio e os valores de Al⁺ e matéria orgânica estão baixos. A saturação de bases está adequada, assim como o pH deste solo.

2.2. Delineamento experimental e análise fitotécnica

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (4x2x2), referentes ao uso de dois bioestimulantes (MC Cream e MC Extra), utilizados de forma isolada e em combinação e associados ao uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole, 133 + 50 g L⁻¹ i.a.) e ao uso de silício

(agrossilicato de cálcio). Os bioestimulantes foram aplicados via foliar no estágio V4, em que a maioria das plantas de milho se encontrava com quatro folhas completamente desenvolvidas, nas seguintes doses: 0, 1,0 L ha⁻¹ do bioestimulante MC Cream, 1,0 L ha⁻¹ do bioestimulante MC Extra, 1,0 + 1,0 L ha⁻¹ do bioestimulante MC Cream+bioestimulante MC Extra. O fungicida foi pulverizado aos 45 dias após a emergência (DAE), nas doses: 0 e 0,75 L ha⁻¹. As aplicações foram feitas por meio de pulverizador pressurizado por CO₂ com barra de 3,0 m de largura, bico tipo leque, com vazão de calda de 150 L ha⁻¹. O silicato de cálcio foi distribuído nas parcelas a lanço antes da semeadura, nas doses: 0 e 200 kg ha⁻¹ CaSiO₄ e, por fim, incorporado ao solo.

Os bioestimulantes utilizados são da empresa Valagro[®] e suas composições estão apresentadas na Tabela 2. O bioestimulante MC Cream é um creme com uma concentração elevada de fitoingredientes ativos, incluindo betainas, aminoácidos e fatores de crescimento de origem natural (citocininas, auxinas e giberelinas). O bioestimulante MC Extra é um concentrado de fácil e total solubilidade baseado em fitoingredientes ativos incluindo betainas, proteínas, aminoácidos e fatores de crescimento de origem natural (citocininas). Ambos são extraídos de algas do gênero *Ascophyllum nodosum* (VALAGRO, 2016).

Tabela 2 – Características e composição dos bioestimulantes utilizados no experimento.

	Bioestimulantes	
	MC Cream	MC Extra
Composição:		
Hormônios	auxina, giberelina, citocinina	auxina e citocinina
Macronutrientes*	K, Mg	N (1%), K ₂ O (20%) e C (20%)
Micronutrientes	Mn, Zn, B	Zn
Betaínas	presentes	presentes
Aminoácidos	presentes	presentes
Proteínas	não presentes	presentes

Fonte: VALAGRO (2016).

*O N e o K₂O são solúveis em água e C se apresenta como orgânico total.

O agrossilicato é um fertilizante, cuja composição contém cálcio (25%), magnésio (6%) e silício (10,5%), com a finalidade de aumentar a resistência das plantas (AGRANELLI, 2016). Este produto é obtido de escórias silicatadas de siderurgia e é apresentado para ser utilizado na lavoura como um pó farelado fino.

As parcelas foram constituídas de seis fileiras de 12,0 m de comprimento, semeadas mecanicamente com espaçamento de 0,9 m, sendo considerada área útil as

duas fileiras centrais, desconsiderando 1,0 m de cada extremidade. A combinação destes fatores gerou 16 tratamentos, em cada época de plantio (Tabela 3).

Tabela 3 – Tratamentos realizados para cada produto utilizado na cultura de milho verde em ambas as safras.

Tratamentos	Silício	Bioestimulante	Bioestimulante com nutrientes	Fungicida
1 SI	COM	SEM	SEM	SEM
2 SI+BIO	COM	COM	SEM	SEM
3 SI+BM	COM	SEM	COM	SEM
4 SI+FUNG	COM	SEM	SEM	COM
5 SI+BIO+BM	COM	COM	COM	SEM
6 SI+BIO+FUNG	COM	COM	SEM	COM
7 SI+BM+FUNG	COM	SEM	COM	COM
8 SI+BIO+BM+FUNG	COM	COM	COM	COM
9 BIO	SEM	COM	SEM	SEM
10 BM	SEM	SEM	COM	SEM
11 BIO+BM	SEM	COM	COM	SEM
12 BIO+FUNG	SEM	COM	SEM	COM
13 BM+FUNG	SEM	SEM	COM	COM
14 BIO+BM+FUNG	SEM	COM	COM	COM
15 FUNG	SEM	SEM	SEM	COM
16 TESTEMUNHA	SEM	SEM	SEM	SEM

SI: silício; SI+BIO: silício acrescido de bioestimulante MC Cream; SI+BM: silício acrescido de bioestimulante MC Extra; SI+FUNG: silício acrescido de fungicida; SI+BIO+BM: silício acrescido de bioestimulante MC Cream e bioestimulante MC Extra; SI+BIO+FUNG: silício acrescido de bioestimulante MC Cream e de fungicida; SI+BM+FUNG: silício acrescido de bioestimulante MC Extra e com fungicida; SI+BIO+BM+FUNG: silício acrescido de bioestimulante MC Cream, bioestimulante MC Extra e fungicida; e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Foi utilizado o híbrido AG1051 (híbrido duplo, precoce de grãos dentados e coloração amarela, elevada resistência a doenças), por se tratar de material muito utilizado e preferido para produção de milho verde (BLANCO et al., 2011). Utilizou-se o equivalente a 50.000 sementes ha⁻¹, para se ter no momento da colheita 40.000 plantas, população recomendada para a cultivar. As sementes foram tratadas com inseticida (Imidacloprido + Tiodicarbe; 150 + 450 g L⁻¹ do i.a.) na dose recomendada para a cultura, de 350 ml ha⁻¹. Foi empregada adubação de plantio recomendada para a cultura conforme resultados da análise química da amostra do solo, com dose de 450 kg ha⁻¹ de 08-20-18.

Os tratamentos culturais realizados foram idênticos nas duas épocas de condução do experimento, conforme a necessidade da cultura. Foi utilizado pós-emergente na cultura

(Atrazina + Tembotriona 400 + 420 g L⁻¹ i.a.) aos 20 DAE e duas aplicações de inseticida (Flubendiamida 480 g L⁻¹ i.a.), para controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Foi feita adubação de cobertura na cultura quando esta se encontrava com 35 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas de milho se encontrava com seis a oito folhas completamente desenvolvidas, entre os estádios V6 e V8, com dose de 100 kg N ha⁻¹, na forma de uréia, em uma única aplicação a lanço. A colheita manual do milho verde foi realizada quando a maioria das plantas estava no estágio reprodutivo R3, em que os grãos se encontravam pastosos.

As características avaliadas, na área útil das parcelas, foram: a) peso de espigas verde e da palha: na colheita das espigas verdes, com posterior pesagem com e sem palha, transformando os dados para toneladas por hectare (ton ha⁻¹); b) alturas de plantas e de inserção de espiga: medição do colo da planta até a extremidade do pendão e da inserção da espiga, respectivamente, em metros; c) diâmetro do colmo: medição do diâmetro de colmo, na inserção da espiga, em dez plantas com uso de um paquímetro digital, em cm; d) teor de clorofila na folha: medido o teor de clorofila em dez plantas com realização de duas leituras em partes distintas da folha da espiga, com o uso de clorofilômetro digital Konica Minolta (SPAD – 502 Plus); e) vigor: atribuição de notas de vigor para plantas de milho, em que foram atribuídas notas de zero a cinco sendo zero para baixo vigor, três para o valor da testemunha e cinco como alto vigor; e f) severidade de doenças: avaliação visual em dez plantas da severidade de doenças foliares na folha da espiga, no estágio VT ou de pendramento. A escala de notas utilizada seguiu a mesma orientada pela Agroceres (1994), em que as notas são aplicadas segundo a porcentagem da área foliar afetada, como segue: (0): para plantas altamente resistentes, sem doenças (0%); (20): para plantas muito resistentes (1%); (30): plantas resistentes (10%); (40): pouco resistentes (20%); (50): pouco susceptível (30%); (60): medianamente susceptível (40%); (70): susceptível (60%); (80): muito susceptível (80%) e (90): altamente susceptível (>80%).

2.3. Análise econômica

As características econômicas foram analisadas para a produção de milho verde. Inicialmente foram levantados os custos de produção e, em seguida, a análise de viabilidade econômica para cada parcela.

Para determinação dos custos de cada tratamento (Ti), foi utilizado o conceito de custo operacional, descrito por Matsunaga et al. (1976), calculados da seguinte

forma: a) custo operacional efetivo do tratamento (COE_i), que compreende todas as despesas explícitas ou aquelas em que ocorrerão gastos monetários, como as despesas com defensivos, sementes, fertilizantes e outros; a colheita do milho verde foi cobrada de acordo com o mercado local, e é feita pelos próprios compradores; b) o custo operacional total (COT_i) do tratamento, que compreende o COE mais os gastos com as depreciações, os encargos sociais (33% sobre despesas com mão de obra), encargos financeiros (2,2% sobre a receita bruta total), assistência técnica (2,0% da RBT, com o preço do milho verde cotado no mercado local) e a remuneração do empresário rural; e c) o custo total do tratamento (CT_i), que é o resultado da soma entre o COT e os custos de oportunidade do capital (tratores, pulverizadores e plantadeiras) e da terra empregados no processo produtivo.

Os indicadores de análise de resultados de rentabilidade para os tratamentos utilizados no trabalho foram (MARTIN et al. 1998): a) Receita Bruta Total (RBT_i) do tratamento: receita obtida com a venda da produção, resultado do somatório entre o produto do volume de espigas verdes (Ye_i) produzido no tratamento i , em toneladas por hectare, e o preço efetivamente recebido no mercado pelo milho verde (P), em reais por tonelada, dado pela seguinte expressão: $RBT_i = Ye_i * P$; b) Receita Líquida Operacional (RLO_i) do tratamento: é o lucro operacional e é o resultado da diferença entre a RBT_i e o custo operacional total (COT_i) em cada tratamento, obtida pela seguinte expressão: $RLO_i = RBT_i - COT_i$; c) Margem Bruta (MB_i) do tratamento: margem (índice) que avalia o retorno obtido após a receita cobrir o COT, em porcentagem, em relação ao próprio COT, dada pela seguinte expressão: $MB_i = [(RBT_i - COT_i) / COT_i] * 100$; d) Índice de Lucratividade (IL_i) do tratamento, obtido pela relação entre a RLO_i e a RBT_i , expresso em porcentagem, obtido pela seguinte expressão: $IL_i = (RLO_i / RBT_i) * 100$, que expressa a parte da receita que ficará disponível para futuros investimentos após o pagamento dos custos operacionais (KANEKO et al., 2016); e) Produtividade de equilíbrio (Yeq_i): relação entre o COT e o custo unitário do produto (Pu), que determina quantas unidades ha^{-1} são necessárias serem produzidas para custear o COT, segundo a expressão: $PN_i = COT_i / Pu$; f) Preço de Equilíbrio (PE_i): preço mínimo a ser obtido para se cobrir o custo operacional total, levando em consideração a produtividade média da atividade em cada tratamento (Y_i), por unidade de área, obtido pela expressão: $PE_i = COT_i / Y_i$; e g) Renda líquida total (RLT), que é o lucro líquido, calculado como a diferença entre a RBT e o CT, como sendo: $RLT_i = RBT_i - CT_i$.

Os preços dos insumos de produção e das vendas de espigas de milho verde foram obtidos no mercado de Rio Verde-GO, na colheita, adotando-se os seguintes valores: R\$350,00 ton⁻¹ e R\$650,00 ton⁻¹ para espigas verdes, na primeira e segunda época, respectivamente. O tratamento viável economicamente é aquele que apresentar lucro operacional positivo. O melhor é aquele que apresentar maior LO, IL e MB e menor PN e PE.

2.4. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando constatada significância entre os tratamentos, foi empregado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as características agrônômicas da produção do milho verde.

Foram empregados contrastes ortogonais entre os tratamentos, estabelecendo-se 13 contrastes ortogonais, para cada época, a saber: C1=SI vs BIO (silício comparado ao bioestimulante MC Cream); C2=SI vs BM (silício comparado ao bioestimulante MC Extra); C3=SI vs BIO+BM (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra); C4=BIO vs FUNG (bioestimulante MC Cream comparado ao fungicida); C5=BM vs FUNG (bioestimulante MC Extra comparado ao fungicida); C6=BIO+BM vs FUNG (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados ao fungicida); C7=BIO+BM vs Si+FUNG (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados ao silício e fungicida); C8=SI vs BIO+BM+FUNG (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra acrescidos de fungicida); C9=SI vs TESTEMUNHA (silício comparado à testemunha); C10=BIO vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream comparado à testemunha); C11=BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Extra comparado à testemunha); C12=BIO+BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream acrescido de MC Extra comparados à testemunha) e C13=FUNG vs TESTEMUNHA (fungicida comparado à testemunha).

Os contrastes foram elaborados no intuito de se obter uma informação mais refinada com as médias obtidas, através da comparação destas médias ou grupos de médias (GILL, 1978; BERTOLDO et al., 2008). A significância estatística foi avaliada pelo teste F.

Foi utilizado o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), tanto para o teste de comparação de médias quanto para estimar os contrastes ortogonais. Para a análise econômica não foram empregados testes estatísticos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise agronômica da cultura de milho verde

Os resultados da análise de variância apresentaram significâncias para os fatores isolados para as características altura de planta, diâmetro de colmo, peso de espigas verdes empalhadas, peso de palha, teor de clorofila, vigor e severidade de doenças, em ambas as épocas de cultivo (Tabelas 4 e 5).

Tratamentos com silício influenciaram significativamente o diâmetro de colmo, peso de espigas empalhadas, peso de palhas, teor de clorofila e severidade de doença, na primeira época, e vigor de plantas na segunda época. Era de se esperar um efeito sobre a severidade de doença na segunda época que não ocorreu, devido à incidência de enfermidades ter sido baixa na cultura, não sendo observados efeitos do tratamento nesta característica. O híbrido utilizado é resistente a muitas enfermidades, mas susceptível à ferrugem-polissora e esta não ocorreu na condução da lavoura. Também havia expectativa quanto ao efeito do Si sobre o peso de espigas verdes e na palha na segunda época, o que não aconteceu. Da mesma forma, não se concretizaram os efeitos esperados dos bioestimulantes nestas características.

O uso de bioestimulantes na cultura do milho verde causou efeito significativo nas plantas, afetando o diâmetro de colmo e o vigor de plantas, na primeira época, e a altura de plantas, peso de espigas verdes, teor de clorofila e vigor de plantas, na segunda época. Da mesma forma, a aplicação de fungicida condicionou o diâmetro de colmo, peso de palha, vigor de plantas e severidade de doenças, na primeira época. Na segunda época, promoveu significativamente o peso de espigas verdes, o peso da palha, teor de clorofila, vigor e severidade de doenças.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do milho verde.

F.V. ¹	G.L. ²	Fc						
		AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
		--- m ---	---cm ---	--- ton ha ⁻¹ ---		--- SPAD ---	--- nota ---	--- % ---
SI	1	1,694	8,140 *	8,812 *	5,349 *	11,458 *	1,435	1354,440 *
BIOS	3	0,404	3,229 *	0,642	1,684	1,793	4,367 *	2,035
FUNG	1	2,062	0,137	13,598 *	16,019 *	9,752 *	23,504 *	7,836 *
SI*BIOS	3	1,302	4,840 *	1,713	4,404 *	2,654	0,715	1,663
SI*FUNG	1	3,735	11,122 *	0,257	0,252	0,667	6,015 *	4,269 *
BIOS*FUNG	3	6,579 *	7,445 *	2,366	1,194	9,877 *	6,770 *	1,140
SI*BIOS*FUNG	3	1,757	1,461	5,337 *	0,938	5,469 *	1,530	1,583
Bloco	2	1,574	5,435	0,014	0,735	0,437	0,198	6,127
Resíduo	30							
Total	47							
Média geral		1,98	2,63	10,98	4,54	46,24	3,57	56,50
C.V. (%)		5,89	5,33	6,44	12,84	4,10	14,17	7,67

¹Fontes de Variação, em que: SI: uso de silício; BIOS: uso de bioestimulantes MC Cream e MC Extra; FUNG: uso de fungicida. SI*BIOS: interação entre os usos de silício e os bioestimulantes MC Cream e MC Extra; SI*FUNG: interação entre os usos de silício e fungicida; BIOS*FUNG: interação entre os usos de bioestimulantes MC Cream e MC Extra e fungicida; SI*BIOS*FUNG: interação entre os usos de silício, bioestimulantes e fungicida. ² Graus de liberdade; * Valores significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância, referente aos níveis de significâncias das características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha das espigas verdes (PLH), teor de clorofila (CLR), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na segunda época, na cultura do milho verde.

F.V. ¹	G.L. ²	Fc						
		AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
		--- m ---	--- cm ---	--- ton ha ⁻¹ ---		--- SPAD ---	--- nota ---	--- % ---
SI	1	2,973	0,008	0,078	3,731	0,464	5,247 *	1,248
BIOS	3	5,920 *	0,716	2,840 *	3,035	5,581 *	3,828 *	0,520
FUNG	1	0,132	5,815 *	0,039	4,842 *	0,698	8,239 *	7,230 *
SI*BIOS	3	0,578	0,963	2,094	2,388	0,837	3,547 *	1,516 *
SI*FUNG	1	1,563	0,505	0,110	1,858	2,823	1,151	0,305
BIOS*FUNG	3	1,547	0,063	2,348	2,955	6,493*	0,716	0,439
SI*BIOS*FUNG	3	3,611	1,252	1,596	0,355	7,031 *	2,755	2,549
Bloco	2	0,596	1,512	3,263	0,217	0,310	1,060	0,145
Resíduo	30							
Total	47							
Média geral		2,00	4,64	12,29	5,12	41,91	11,82	17,90
C.V. (%)		3,30	5,62	12,56	10,91	3,98	4,21	132,71

¹Fontes de Variação, em que: SI: uso de silício; BIOS: uso de bioestimulantes MC Cream e MC Extra; FUNG: uso de fungicida; SI*BIOS: interação entre os usos de silício e os bioestimulantes MC Cream e MC Extra; SI*FUNG: interação entre os usos de silício e fungicida; BIOS*FUNG: interação entre os usos de bioestimulantes MC Cream e MC Extra e fungicida; SI*BIOS*FUNG: interação entre os usos de silício, bioestimulantes e fungicida. ² Graus de liberdade; * Valores significativos a 5% de probabilidade.

Os bioestimulantes afetam endogenamente o vegetal. Os fungicidas promovem efeitos mais exógenos nas plantas, o que é facilmente verificado pelos efeitos na nota de vigor das plantas e no controle de patógenos, em ambas as épocas. Também era esperado efeito sobre o teor de clorofila na segunda época, mas só ocorreu na primeira. Contudo, os três tratamentos testados influenciaram significativamente as características das plantas de milho verde.

Desta forma, os bioestimulantes, tanto isolados quanto em associação, se diferenciaram da testemunha para as características diâmetro de colmo e vigor na primeira época (Tabela 6). Os resultados mostraram que o bioestimulante MC Cream foi eficiente em alongar o diâmetro de caule e o vigor de plantas, na primeira época. O diâmetro de colmo é um fator que confere resistência ao acamamento e é desejável que plantas de milho tenham caules espessos. Os hormônios presentes nos produtos podem estar contribuindo para maior efeito nas características. As auxinas atuam no alongamento celular, promovendo o crescimento da parte aérea e no desenvolvimento do sistema vascular, o que permite o engrossamento do caule (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Na segunda época, a associação entre os dois bioestimulantes, MC Cream e MC Extra, e o MC Extra isoladamente contribuíram para aumentar a altura de plantas e o teor de clorofila nas plantas de milho verde (Tabela 7). Estatisticamente, contudo, estes dois tratamentos não diferiram da testemunha para as características peso das espigas verdes, peso da palha e vigor de plantas, porém os valores médios do fator MC Cream acrescido de MC Extra foram superiores aos demais. Desta forma, a associação entre os bioestimulantes foi interessante para incrementar as características dos vegetais de milho verde.

A aplicação de silício teve efeito sobre as características diâmetro de colmo, pesos de espigas verdes empalhadas e palha, teor de clorofila e severidade de doenças, na primeira época (Tabela 6), e sobre o vigor de plantas, na segunda época (Tabela 7). Não foi eficiente, como era de se esperar, para reduzir a severidade de doenças, na primeira época. Na segunda época, apesar de não ter havido diferença entre os tratamentos com e sem silício, naquele em que foi utilizado o insumo a quantidade de doenças foi menor. Freitas et al. (2011) relataram que a resposta do Si pode ser mais eficiente quando a planta de milho se encontra sob alguma forma de estresse, por exemplo o hídrico, em alta presença de Al^{3+} e quando atacado por doenças e pragas (WANG et al., 2004; PULZ et al., 2008).

Tabela 6 - Valores de médios e significâncias para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila na folha (CLR), nota de vigor (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura de milho verde.

Tratamentos	AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
	--- metros ---	--- cm ---	--- ton ha ⁻¹ ---		--- SPAD ---	--- nota ---	--- % ---
Bioestimulantes							
BIO	2,00 a	2,74 a	10,94 a	4,78 a	45,23 a	3,95 a	54,3 a
BM	1,98 a	2,60 ab	11,18 a	4,26 a	46,26 a	3,67 ab	58,8 a
BIO+BM	2,00 a	2,60 ab	11,01 a	4,51 a	46,55 a	3,42 ab	55,3 a
SEM	1,95 a	2,58 b	10,79 a	4,62 a	46,94 a	3,00 c	57,1 a
Média	1,98	2,63	10,98	4,54	46,25	3,51	56,4
Fungicida							
COM	2,01 a	2,62 a	10,61 b	4,21 b	47,10 a	3,93 a	58,3 b
SEM	1,96 a	2,64 a	11,36 a	4,88 a	45,39 b	3,00 b	54,8 a
Média	1,99	2,63	10,99	4,55	46,25	3,47	56,6
Silício							
COM	1,96 a	2,69 a	11,29 a	4,74 a	47,17 a	3,66 a	79,5 b
SEM	2,00 a	2,57 b	10,68 b	4,35 b	45,32 b	3,00 a	33,5 a
Média	1,98	2,63	22,00	4,55	46,25	3,33	56,5

Valores seguidos das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Bio: bioestimulante; BM: bioestimulante com nutrientes; BIO+BM: bioestimulante acrescido de bioestimulante com nutrientes.

Tabela 7 - Valores de médios e significâncias para as características altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de espigas verdes empalhadas (PES), peso da palha (PLH), teor de clorofila na folha (CLR), nota de vigor (VGR) e severidade de doenças (SVR), na segunda época, na cultura de milho verde.

Tratamentos	AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
	--- metros ---	--- cm ---	--- ton ha ⁻¹ ---		--- SPAD ---	--- nota ---	--- % ---
Bioestimulantes							
BIO	1,97 b	4,56 a	11,51 b	4,73 b	40,99 b	3,82 b	30,0 a
BM	2,01 ab	4,67 a	12,11 ab	5,09 a	43,53 a	4,28 ab	31,8 a
BIO+BM	2,07 a	4,71 a	13,31 a	5,32 a	41,88 ab	4,48 a	27,0 a
SEM	1,96 b	4,63 a	12,22 ab	5,33 a	41,26 b	3,00 c	25,5 a
Médias	2,00	4,64	12,29	5,12	41,92	3,90	28,6
Fungicida							
COM	2,00 a	4,55 b	12,24 a	4,94 b	42,11 a	4,42 a	16,0 a
SEM	2,00 a	4,73a	12,33 a	5,30 a	41,71 a	3,00 b	34,0 b
Médias	2,00	4,64	12,29	5,12	41,91	3,71	25,0
Silício							
COM	2,02 a	4,64 a	12,23 a	5,28 a	42,08 a	4,38 a	21,0 a
SEM	1,98 a	4,64 a	12,35 a	4,96 a	41,75 a	3,00 b	29,0 a
Médias	2,00	4,64	12,29	5,12	62,96	3,69	25,0

Valores seguidos das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Contudo, o silício aumentou o peso de espigas verdes empalhadas, aumentando a produção da cultura por unidade de área, na primeira época (Tabela 6). Estudando efeito do Si em outra cultura, Dalstra et al. (2011) verificaram que a aplicação foliar do mineral incrementou significativamente a produtividade e reduziu o número de pragas na área.

Quanto ao peso da palha, esta também foi afetada pelo uso de silício na primeira época. A presença do silício na palha pode elevar o peso do produto, o que incrementa o rendimento, permite um bom empalhamento e melhora a sanidade, porque confere maior proteção contra a infestação de pragas, como as lagartas que reduzem o valor do produto no mercado (RODRIGUES et al., 2009). Na segunda época (Tabela 7), não houve efeito significativo do silício sobre o peso da palha, porém, o tratamento com Si foi superior em relação à parcela sem o nutriente, em cerca de $0,32 \text{ ton ha}^{-1}$, o que torna viável economicamente para o produtor investir em silício, devido ao baixo custo marginal do produto em comparação ao preço de mercado recebido pelo produtor rural pelas espigas verdes.

O uso de silício influenciou ainda o diâmetro de colmo das plantas de milho verde (Tabela 6). O nutriente pode estar sendo depositado nas paredes dos vasos condutores, o que pode promover uma alongação do caule da planta de milho verde. Neri (2006) e Gomes et al. (2009) verificaram que plantas de milho adubadas com Si tiveram seus caules aumentados com o mineral, fortalecendo a estrutura da planta. Isso porque após a absorção do silício pela planta, este se acumula na parede celular da epiderme e dos tecidos de suporte e sustentação (JARVIS, 1987).

O silício promoveu incrementos no teor de clorofila, na primeira época (Tabela 6) e, na segunda (Tabela 7), apesar de não ter tido diferença significativa, o valor foi superior ao tratamento sem Si. Na segunda época, propiciou maior vigor de plantas de milho verde que no tratamento sem o mineral. Esse efeito do mineral pode estar associado a questões de sanidade, pois o Si induz mecanismos de resistência da planta.

Em relação ao uso de fungicida aplicado na cultura, o produto utilizado foi eficiente para aumentar o teor de clorofila, na primeira época, e vigor de plantas na primeira e na segunda época. A aplicação do defensivo foi interessante para impedir a fixação de doenças nas folhas, aumentando sua área fotossinteticamente ativa, elevando a concentração de cloroplastos, o que refletiu no valor encontrado. Incrementou também o vigor das plantas pelo aumento da sanidade dos vegetais expostos ao agrotóxico.

O tratamento com fungicida foi eficiente para reduzir severidade de doenças na segunda época, quando obteve melhor desempenho que o tratamento sem o produto. O produto utilizado foi importante para controlar enfermidades que incidiram sobre a cultura nesta época, como as manchas foliares. Na primeira, época o tratamento com o agrotóxico não foi melhor que a parcela sem o defensivo, porém, os valores de severidade foram bem próximos, apesar da diferença significativa entre os tratamentos.

O fungicida não foi eficiente para elevar rendimento de espigas verdes e peso de palha na cultura do milho verde em nenhuma das épocas. Ao contrário, os tratamentos sem o defensivo apresentaram valores maiores que os que continham o produto. Possíveis causas podem ter sido a não especificidade do produto para as enfermidades observadas e até a baixa eficiência de aplicação do produto, devido ao espaçamento da cultura no campo e a deposição de parte da calda estar concentrada na entrelinha, e a época de pulverização, que pode ter sido feita quando havia pouco patógeno na lavoura. Jardine e Laca-Buendía (2009), porém, verificaram que houve incrementos na produtividade média em todos os tratamentos onde se aplicaram fungicidas quando comparados com a testemunha, no controle de doenças foliares na cultura do milho. Assim, mesmo não tendo efeito na produtividade, é sempre aconselhável utilizar o defensivo como proteção para planta.

Foi avaliada também a interação entre o uso de bioestimulantes e fungicida. Os tratamentos com bioestimulante na presença do fungicida não diferiram entre si, porém, na ausência do fungicida, foram superiores quando comparados à testemunha, para elevar o porte da planta de milho, na primeira época (Tabela 8), sendo que o MC Extra sem o defensivo apresentou valor superior aos demais, inclusive àquele na presença do agrotóxico.

Na característica diâmetro de colmo, o MC Cream e o MC Extra na presença do fungicida foram mais eficientes para alongar o caule, na primeira época (Tabela 8). A auxina presente nestes bioestimulantes e que atua sobre a diferenciação vascular pode estar afetando a expansão da haste (TAIZ e ZEIGER, 2009), o que é desejável, pois caules mais espessos impedem o acamamento do vegetal. Na ausência de fungicida, estes mesmos bioestimulantes não diferiram da testemunha

O teor de clorofila foi significativamente influenciado pela combinação entre bioestimulantes e fungicida. O produto MC Extra e o fator MC Cream acrescido de MC Extra associados a fungicida, ainda que não tenham diferido significativamente do tratamento que continha somente o fungicida, mostraram-se eficientes para aumentar o

valor deste pigmento, que informa sobre a ação e capacidade fotossintética do vegetal e formação dos fotoassimilados, que responderão por incrementos de produtividade. Porém, quando comparados com os tratamentos sem fungicidas, apresentaram médias superiores, podendo-se afirmar que ambos os produtos criam certa entropia para que beneficiassem esta característica.

Tabela 8 - Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e aplicação de fungicida para as características altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), nota de vigor (VGR) e teor de clorofila (CLR), na primeira época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Fungicida		Média
	COM	SEM	
AP (m)			
BIO	2,04 aA	1,96 abA	2,00
BM	1,90 aB	2,06 a A	1,98
BIO+BM	2,00 aA	1,99 abA	2,00
SEM	2,08 aA	1,82 bB	2,00
Média	2,01	1,96	
DC (cm)			
BIO	2,78 a A	2,70abA	2,74
BM	2,72 ab A	2,49 bB	2,61
BIO+BM	2,56 bcA	2,65 abA	2,61
SEM	2,44 cB	2,72 a A	2,58
Média	2,63	2,64	
CLR (SPAD)			
BIO	43,5 bA	47,0 aA	45,3
BM	47,9 a A	44,6 aB	46,3
BIO+BM	48,3 a A	44,8 aB	46,6
SEM	48,6 a A	45,2 aB	46,9
Média	47,1	45,4	
VGR (nota)			
BIO	3,97 aA	3,93 a A	3,95
BM	3,70 aA	3,63 a A	3,67
BIO+BM	4,10 aA	2,73 bB	3,42
SEM	3,93 aA	3,00 bB	3,25
Média	3,93	3,22	

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

O fungicida aplicado isoladamente ou em associação com a mistura de bioestimulantes incrementou o vigor das plantas de milho na lavoura em valores significativos (Tabela 8). A presença do defensivo e de substâncias nos bioestimulantes elevaram a sanidade e as características fisiológicas do vegetal, contribuindo com seu aspecto mais viçoso.

Na segunda época, o tratamento MC Cream somado ao MC Extra na presença de fungicida e o fator defensivo utilizado isoladamente elevaram o teor de clorofila nas folhas das plantas de milho (Tabela 9). Em ambas as épocas, o agrotóxico aplicado unicamente no milho elevou o teor do pigmento nos vegetais em relação à testemunha. Esse produto pode estar contribuindo para uma maior sanidade das plantas, aumentando a exposição dos tecidos à luz, o que refletiu no valor encontrado.

Tabela 9 - Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e aplicação de fungicida para as características peso de palha (PLH) e teor de clorofila (CLR), na segunda época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Fungicida		Média
	COM	SEM	
PLH (ton ha ⁻¹)			
BIO	4,51 aB	5,68 a A	5,10
BM	4,75 aA	4,71 bA	4,73
BIO+BM	5,30 aA	5,34 abA	5,32
SEM	5,21 aA	5,45 abB	5,33
Média	4,94	5,30	
CLR (SPAD)			
BIO	40,8 bA	41,1 abA	41,0
BM	40,7 bB	43,1 a A	41,9
BIO+BM	44,0 a A	43,1 a A	43,6
SEM	43,0 abA	39,6 bB	41,3
Média	47,1	45,4	

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Da mesma forma, a interação fungicida e bioestimulantes foi interessante para aumentar o vigor do vegetal. O fungicida, porém, parece contribuir mais com a característica, pois quando se compara os tratamentos em que se aplicou só o agrotóxico com o que não foi adicionado nenhum fator, o efeito do primeiro (3,93) foi significativo

e superior em relação ao segundo (3,00). Quando se compara o tratamento que continha BIO+BM+FUNG (bioestimulantes com fungicida) ao BIO+BM (bioestimulantes sem fungicida), o valor do primeiro (4,10) foi maior que o segundo (2,73). Assim, o efeito do agrotóxico foi superior e o fungicida eleva a nota de vigor de plantas.

Foram realizadas análises sobre a interação na segunda época para o peso de palha (Tabela 9). O bioestimulante MC Cream sem fungicida foi superior aos demais para elevar o peso da palha. Algum elemento contido neste produto pode estar beneficiando o vegetal e aumentando a carga desta característica. Esse incremento a mais de 1,17 ton ha⁻¹ pode majorar a renda do produtor com a atividade.

Quando se compara a interação entre bioestimulantes e silício, houve efeitos nas características diâmetro de colmo e palha, na primeira época, e vigor de plantas e severidade de doenças, na segunda época de cultivo (Tabela 10). O desdobramento de bioestimulantes dentro da classe de silício, na primeira época, demonstrou ter havido efeito somente na ausência de Si, quando os biorreguladores MC Cream e MC Extra apresentaram médias superiores em relação aos demais para fortalecer o colmo. Contudo, dentro do tratamento que contém ambos os bioestimulantes e a presença do mineral silicatado há maior efeito no espessamento do caule. O tratamento que contém só Si foi mais eficiente em aumentar o caule que a testemunha. Assim, o silício promove aumento do diâmetro da haste, mostrando ser este mineral interessante para aumentar a capacidade do milho para que possa suportar acamamento.

No desdobramento do tratamento de silício dentro de cada classe de bioestimulante, na primeira época, percebeu-se que sem o bioestimulante o Si teve comportamento superior aos demais para dar mais peso à palha, ainda que o valor encontrado não diferisse estatisticamente das médias dos tratamentos em que havia a mistura dos biorreguladores e da média do MC Cream aplicado isoladamente (Tabela 10). Como a palha confere rendimento às espigas verdes, pois estas são comercializadas empalhadas, aumentar a massa significa elevar rendimento e rentabilidade econômica.

Na presença de silício, na segunda época, as plantas de milho expostas aos bioestimulantes MC Extra e à mistura de ambos apresentaram maiores notas de vigor que os tratamentos sem o mineral (Tabela 10), porém não diferiram do tratamento em que havia somente Si. Os resultados mostraram que tanto o nutriente quanto o tratamento Si + MC Cream + MC Extra elevaram o vigor de plantas de milho.

Tabela 10 – Valores médios da interação entre o uso de bioestimulantes e silício para as características diâmetro de colmo (DC), peso de palha (PLH), na primeira época, e severidade de doenças (SVR) e vigor de plantas (VGR), na primeira e segunda época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Silício		Média
	COM	SEM	
--- 1ª época ---			
DC (cm)			
BIO	2,72 aA	2,76 a B	2,74
BM	2,58 aA	2,62 abB	2,60
BIO+BM	2,75 aA	2,45 bB	2,60
SEM	2,70 aA	2,46 bB	2,58
Média	2,69	2,57	
PLH (ton ha ⁻¹)			
BIO	4,71 abA	4,86aA	4,79
BM	4,12 bA	4,40aA	4,26
BIO+BM	4,96abA	4,06aB	4,51
SEM	5,17a A	4,07aB	4,62
Média	4,74	4,35	
--- 2ª época ---			
VGR (nota)			
BIO	3,90 bA	3,73aA	3,82
BM	4,10abA	4,47aA	4,29
BIO+BM	4,87a A	2,45 aB	3,66
SEM	4,63abA	3,00aB	3,55
Média	4,38	3,41	
SVR (%)			
BIO	39,0a A	37,3aA	38,2
BM	41,0abA	34,3 aA	37,7
BIO+BM	48,7 bB	29,2 aA	39,0
SEM	46,3abB	38,8aA	42,6
Média	43,8	34,9	

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Analisando dentro de cada classe de Si, percebe-se que o mineral não foi interessante para reduzir severidade de doenças, na segunda época (Tabela 10). Por outro lado, os bioestimulantes MC Cream e MC Extra na presença de silício responderam com maior controle das enfermidades, ainda que não tenham diferido significativamente do tratamento com o mineral. Na ausência de silicato, não houve variação entre as classes de biorregulador para atenuar patologias. Contudo, na média,

tratamentos sem silício foram superiores em relação à severidade de doenças. Uma explicação para isso pode ser o fato de os produtos que compõem os bioestimulantes estarem sendo bem absorvidos, translocados e potencializados no local desejado para aumentar a sanidade do vegetal.

Quanto aos desdobramentos da interação Si e fungicida, as características significativas foram o diâmetro de colmo, vigor de plantas e severidade de doenças, somente na primeira época (Tabela 11). A espessura do caule foi afetada pela presença de Si associado ao defensivo, sendo que o tratamento com o mineral silicatado e fungicida mostrou-se superior para aumentar diâmetro de caule. Sem fungicida, o tratamento com o mineral é inferior para alongar a haste do vegetal. O fungicida parece atuar na sanidade do vegetal, contribuindo para um melhor acúmulo de nutrientes no talo e o Si na deposição da parede celular, alongando os feixes vasculares e aumentando a espessura do caule.

Tabela 11 - Valores médios da interação entre o uso de fungicida e silício para as características diâmetro de colmo (DC), vigor de plantas (VGR) e severidade de doenças (SVR), na primeira época, na cultura do milho verde.

Silício	Fungicida		Média
	COM	SEM	
DC (cm)			
COM	2,75a A	2,63aB	2,69
SEM	2,50 bB	2,65aA	2,58
Média	2,63	2,64	
VGR (nota)			
COM	3,83aA	3,48a A	3,66
SEM	4,02aA	3,00 bB	3,51
Média	3,93	3,22	
SVR (%)			
COM	82,6 bB	76,5 bA	79,6
SEM	33,9a A	33,0a A	33,5
Média	58,3	54,8	

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Na característica vigor de plantas, tratamentos com fungicida foram superiores em relação aos sem o produto. Na classe sem fungicida, o tratamento com Si somente

apresentou nota média maior que o sem o mineral. Os resultados mostraram a importância da adubação silicatada e da aplicação de produto na prevenção e controle de enfermidades para elevar vigor de plantas de milho.

Em relação à severidade de doenças, desdobramentos de fungicida dentro de classes de silício mostraram que o defensivo foi superior na ausência de silício para controle de enfermidades. O silício, por se depositar na epiderme e criar uma barreira de proteção, pode ter impedido a absorção e translocação deste composto químico sistêmico. Desta forma, a planta não criou mecanismo de defesa para controle da patologia.

As variáveis avaliadas, referentes aos caracteres agronômicos, dentre elas, peso de espigas verdes e teor de clorofila, apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) da interação de segunda ordem (uso de bioestimulantes vs aplicação de fungicida vs adubação silicatada), na primeira e na segunda época, sendo, portanto, realizados os desdobramentos necessários (Tabelas 12 e 13).

Os resultados mostraram que o tratamento contendo somente o mineral silicatado, quando comparado dentro de cada classe de bioestimulantes e fungicida, foi mais eficiente para incrementar o peso das espigas verdes empalhadas na cultura do milho, na primeira época (Tabela 12), tendo um ganho de quase $2,0 \text{ ton ha}^{-1}$ a mais que os demais. A deposição do elemento na parede celular do vegetal acaba criando massa maior, o que pode beneficiar a renda do produtor rural no momento da comercialização.

Ainda na primeira época, o bioestimulante MC Cream na presença de Si, independente de o fungicida estar associado ou não, foi superior em relação aos tratamentos sem o mineral silicatado para incrementar o peso das espigas verdes (Tabela 12). A sinergia entre este biorregulador e o nutriente parece ser interessante como fator para elevar rendimento na cultura do milho verde.

O bioestimulante MC Extra e a mistura de MC Cream acrescida de MC Extra, na presença de fungicida e silício, apresentaram médias superiores em relação aos demais, que não continham o defensivo ou o mineral ou ambos, para elevar o teor de clorofila nas folhas de milho, na primeira época (Tabela 12). Assim, o uso conjunto dos três insumos parece criar uma sinergia interessante para aumentar a concentração dos pigmentos fotossintéticos e incrementar rendimento na lavoura.

Tabela 12 - Valores médios para as características peso de espigas verdes empalhadas (PES) e teor de clorofila nas folhas (CLR), adquiridos na presença e ausência de silício e na presença e ausência de fungicida e de bioestimulantes, na primeira época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Com SI		Sem SI	
	Com FUNG	Sem FUNG	Com FUNG	Sem FUNG
PES (ton ha ⁻¹)				
BIO	11,7 aA	11,0 aA	10,4 aB	10,6 aB
BM	10,5 aA	11,7 aA	10,8 aA	11,8 aA
BIO+BM	11,4 aA	11,8 aA	9,5 aB	11,3 aA
SEM	10,2 aB	12,4 aA	10,3 aB	10,3 aB
Média	11,0	11,7	10,3	11,0
CLR (SPAD)				
BIO	43,3 bA	46,5 abA	43,7 bA	47,4 a A
BM	50,7 a A	43,7 bB	45,2 abB	45,4 abB
BIO+BM	50,2 a A	46,1 abB	46,4 abB	43,5 abB
SEM	48,8 a A	48,0 a A	48,5 a A	42,5 bB
Média	48,3	46,1	46,0	44,7

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha entre com e sem acréscimo de silício e dentro de cada aplicação de fungicida e bioestimulantes não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Na ausência do silício, os tratamentos com fungicida, associados aos bioestimulantes em mistura (MC Cream acrescido de MC Extra) e ao MC Extra, apresentaram médias superiores em relação aos sem o defensivo, tanto na primeira quanto na segunda época (Tabelas 12 e 13). A presença do agrotóxico na associação com estes elementos potencializaram o teor de clorofila, mostrando que o controle de doenças, principalmente as manchas foliares, aumenta a área fotossinteticamente ativa do vegetal. O produto é suficiente para manter a sanidade da planta e permitir que o vegetal tenha alto valor de leitura de clorofila.

Sem o uso de fungicida, o tratamento com Si apresentou média estatisticamente idêntica aos tratamentos com bioestimulante MC Cream e MC Extra, na primeira época (Tabela 12), o que não ocorreu na segunda (Tabela 13). Já os tratamentos com bioestimulantes, isolados ou em mistura, sem a presença do mineral e sem a participação do defensivo, apresentaram médias superiores para o teor de clorofila na primeira época.

Tabela 13 - Valores médios para a característica teor de clorofila nas folhas (CLR), verificados na presença e ausência de silício e na presença e ausência de fungicida e de bioestimulantes, na segunda época, na cultura do milho verde.

Bioestimulantes	Com SI		Sem SI	
	Com FUNG	Sem FUNG	Com FUNG	Sem FUNG
	CLR (SPAD)			
BIO	41,9 abA	41,1 bcA	39,8 bA	41,2 aA
BM	38,9 bB	44,1 ab A	42,4 abA	42,1 aA
BIO+BM	42,7 a A	45,5 a A	45,3 a A	40,6 aB
SEM	43,8 a A	38,7 cB	42,1 abA	40,4 aA
Média	41,8	42,4	42,4	41,1

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). BIO: bioestimulante MC Cream; BM: bioestimulante MC Extra; BIO+BM: bioestimulante MC Cream acrescido do bioestimulante MC Extra; SEM: sem bioestimulantes.

Destarte, os produtos testados desenvolveram, de alguma forma, benefícios para as plantas de milho. Podem, então, serem utilizados no cultivo de milho verde pelos produtores rurais, contribuindo para um incremento na sanidade, na qualidade e no rendimento final da cultura.

3.2. Contrastes ortogonais no milho verde

Os desdobramentos destes contrastes foram estimados e perceberam-se os incrementos que houve na comparação entre os tratamentos na primeira época (Tabela 14) e na segunda época (Tabela 15).

Os bioestimulantes foram mais eficientes para aumentar a altura de planta, se comparados ao tratamento com Si. Na primeira época, o produto MC Extra e a associação entre os dois bioestimulantes elevaram em 0,43 e 0,33 cm o porte da planta, respectivamente, em relação à parcela com o mineral silicatado (Tabela 14). O produto MC Cream incrementou em 0,11 cm o porte da planta, na segunda época (Tabela 15).

Os bioestimulantes associados também elevaram o tamanho da planta em 0,17 e 0,16 cm quando comparados com o tratamento com Si e fungicida, na primeira e na segunda época, respectivamente. Oliveira et al (2016) verificaram que o Stimulate[®], bioestimulante à base de hormônios auxina, giberelina e citocinina, promoveu aumentos na altura de plantas.

Tabela 14 - Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR) e vigor de plantas (VGR), na primeira época, na cultura de milho verde.

Contrastes	AP	DC	PES	PLH	CLR	VGR	SVR
	- metros -	--- cm ---	--- R\$ ton ⁻¹ ---		- SPAD -	- nota -	--- % ---
C1	-0,11	<-0,00	1,74*	0,88	0,62	-0,93*	45,3*
C2	-0,43*	0,10	0,61	1,12*	2,61	-0,12	39,7*
C3	-0,33*	0,32*	0,62	1,57*	4,54*	0,40	44,0*
C4	-0,22*	0,53*	0,34	1,23*	-1,09	0,07	-6,67
C5	0,10	0,42*	1,47*	0,99*	-3,09	-0,73	-1,00
C6	<0,00	0,20	1,46*	0,54	-5,02*	-1,27*	-5,33
C7	0,17*	-0,06	0,42	-0,51	-4,78*	-0,83*	-24,7*
C8	-0,09	0,34*	2,86*	2,20*	-5,23	-1,07*	47,0*
C9	-0,15	0,12	2,12*	1,63*	5,54*	0,87*	37,7*
C10	-0,11	0,13	2,12	0,80	4,93*	1,80*	- 7,70*
C11	0,32*	0,02	1,51*	0,51	2,93	1,00*	-2,00
C12	0,22*	-0,20	1,50*	0,06	1,00	0,47	-6,33
C13	0,22*	-0,40*	0,03	-0,49	6,02*	1,73*	-1,00

* Incrementos médios significativos a menos de 5% de probabilidade pelo Teste F. C1=SI vs BIO (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream); C2=SI vs BM (silício comparado ao bioestimulante MC Extra); C3=SI vs BIO+BM (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra); C4=BIO vs FUNG (bioestimulante MC Cream comparado ao fungicida); C5=BM vs FUNG (bioestimulante MC Extra comparado ao fungicida); C6=BIO+BM vs FUNG (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados ao fungicida); e C7=BIO+BM vs Si vs FUNG (bioestimulante MC Cream e MC Extra comparados ao silício e fungicida); C8=SI vs BIO+BM+FUNG (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra acrescidos de fungicida); C9=SI vs TESTEMUNHA (silício comparado à testemunha); C10=BIO vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream comparado à testemunha); C11=BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Extra comparado à testemunha); C12=BIO+BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream acrescido de MC Extra comparados à testemunha) e C13=FUNG vs TESTEMUNHA (fungicida comparado à testemunha).

Tabela 15 - Incrementos médios encontrados nos contrastes para as características altura de planta (AP), peso da palha (PLH), teor de clorofila nas folhas (CLR) e vigor de plantas (VGR), na segunda época, na cultura de milho verde.

Contrastes	AP	PLH	CLR	VGR
	-- metro --	-- ton ha ⁻¹ --	--- SPAD ---	--- nota ---
C1	-0,11*	0,08	2,08	0,33
C2	-0,10	1,28*	3,40*	0,33
C3	-0,16*	1,03*	2,23	0,83*
C4	0,06	0,03	-2,23	-0,11
C5	0,08	0,03	-2,23	-0,02
C6	0,15*	0,04	-2,22	-0,80*
C7	0,16*	-0,80*	-3,22	-0,82*
C8	-0,14*	0,90	-6,65*	-0,33
C9	0,05	0,90	1,08	1,20*
C10	0,08	0,08	1,11	0,90*
C11	0,07	0,07	1,23	1,20*
C12	0,01	0,10	2,33	1,11
C13	0,01	0,02	2,18	1,20*

* Incrementos médios significativos a menos de 5% de probabilidade pelo Teste F. C1=SI vs BIO (silício comparado ao bioestimulante MC Cream); C2=SI vs BM (silício comparado ao bioestimulante MC Extra); C3=SI vs BIO+BM (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra); C4=BIO vs FUNG (bioestimulante MC Cream comparado ao fungicida); C5=BM vs FUNG (bioestimulante MC Extra comparado ao fungicida); C6=BIO+BM vs FUNG (bioestimulantes MC Cream e MC Extra comparados ao fungicida); e C7=BIO+BM vs Si vs FUNG (bioestimulante MC Cream e MC Extra comparados ao silício e fungicida); C8=SI vs BIO+BM+FUNG (silício comparado aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra acrescidos de fungicida); C9=SI vs TESTEMUNHA (silício comparado à testemunha); C10=BIO vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream comparado à testemunha); C11=BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Extra comparado à testemunha); C12=BIO+BM vs TESTEMUNHA (bioestimulante MC Cream acrescido de MC Extra comparados à testemunha) e C13=FUNG vs TESTEMUNHA (fungicida comparado à testemunha).

Para incrementar porte de planta, os bioestimulantes foram mais eficientes que o silício. A presença de hormônios, como auxina e giberelina, na composição dos produtos induz a diferenciação da região meristemática, responsável pelo crescimento do vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2009).

O diâmetro de colmo está relacionado com a capacidade de suporte da planta. Desta forma, quanto mais espesso for o caule, maior a capacidade de suportar o acamamento. Os resultados mostraram que o silício expandiu o caule em 0,32 e 0,34 cm a mais em relação aos bioestimulantes MC Cream e MC Extra, utilizados em associação (Tabela 14). Nojosa et al. (2006) explicaram que a deposição do mineral nos tecidos vegetais no caule promovem expansão dos vasos condutores. Por isso, os resultados mostraram maior eficiência do Si em relação aos biorreguladores para expansão do caule, aumentando a resistência ao acamamento.

Porém, os bioestimulantes isoladamente foram superiores em relação ao fungicida. Os produtos MC Cream em adição com MC Extra alargaram a haste em relação ao defensivo em 0,53 e 0,42 cm, respectivamente (Tabela 14). Dourado Neto et al. (2014) e Oliveira et al. (2016), trabalhando com Stimulate®, encontraram efeito significativo e aumento do diâmetro do caule com o uso deste bioestimulante.

O teor de clorofila foi influenciado pelo uso de silício, bioestimulantes e fungicida. Em relação à testemunha, na primeira época, tratamentos com Si, fitoestimulantes e o defensivo incrementaram o teor na folha em 5,54, 4,93 e 6,02, respectivamente (Tabela 14). Contudo, o mineral silicatado é mais eficiente para elevação do número de cloroplastos nos vegetais. Quando contrastado com bioestimulantes, elevou em 4,54. O fungicida também elevou o teor de clorofila nas folhas de plantas. O não controle de doenças foliares pode levar à redução dos níveis de clorofila e fotossíntese nos tecidos (BASSANEZI et al., 2001).

Na cultura do milho verde, o fungicida utilizado incrementou também em 5,02 a concentração do pigmento em relação aos bioestimulantes, na primeira época (Tabela 14). Deren (2001) mostrou que a aplicação de Si confere maior índice de clorofila às folhas. Resultados comprovam que o teor de clorofila aumenta em plantas tratadas com fungicida, porque há maior área foliar fotossinteticamente ativa para captação de luz, que as simplesmente tratadas só com silício. Lenz et al. (2011), testando o defensivo epoxiconal associado a piraclostrobina na cultura, verificaram que a aplicação permitiu que a planta permanecesse com área foliar fotossinteticamente ativa por mais tempo.

Demant e Maringoni (2012) destacaram que o fungicida do grupo das estrobilurinas aplicado em feijoeiro incrementou a taxa de fotossíntese da cultura.

O peso de espigas verdes empalhadas foi influenciado pelos bioestimulantes e silício utilizados na cultura do milho verde, na primeira época. Os resultados mostraram que a utilização dos biorreguladores promoveu efeito na característica avaliada (Tabela 14). Em relação ao tratamento com fungicida, promoveu incremento na produtividade em 1,47 e 1,46 ton ha⁻¹, quando utilizado MC Extra e MC Cream acrescido de MC Extra, respectivamente. Em relação à testemunha, estes mesmos produtos elevaram os rendimentos em 1,51 e 1,50 ton ha⁻¹, respectivamente. Estes ganhos são importantes para o produtor rural, pois elevam a lucratividade da atividade.

A aplicação de silício ao solo elevou o peso das espigas verdes, o que é desejável para o produtor, pois com o aumento da produtividade há incremento na rentabilidade econômica. O silicato incrementou em 2,12 toneladas a mais por hectare no rendimento final em relação à testemunha, 1,74 ton ha⁻¹ comparado com o bioestimulante MC Cream, e 2,86 ton ha⁻¹, quando confrontado com o tratamento que continha os produtos MC Cream, MC Extra e fungicida (Tabela 14). Esses resultados são interessantes do ponto de vista econômico. O silício é um insumo relativamente barato e que tem participação pequena na composição dos custos de produção. Porém, a receita marginal gerada na atividade com esse incremento de produtividade é elevada, o que acaba trazendo um retorno líquido alto para o produtor rural. Desse feito, a aplicação de silicatos na lavoura acaba tendo retornos positivos para a atividade.

Como as espigas verdes foram pesadas empalhadas e o peso da palha também foi influenciado pelo silício, nas duas épocas (Tabelas 14 e 15), é possível que este mineral esteja se depositando nas palhas e influenciando o peso final do produto. Esse aumento do peso desta característica é interessante para o produtor. O mineral irá elevar o peso da espiga verde e, por conseguinte, expandir a receita final da produção de milho verde.

A presença do silício pode ainda influenciar na qualidade final das espigas. Goussain et al. (2002) mostraram que folhas com elevado teor de silício causaram aumento de mortes de lagartas do cartucho, impedindo sua entrada nas espigas de milho, evitando a depreciação do produto final. Freitas et al. (2011) constataram que folhas de milho apresentaram uma alta concentração de silício quando tratadas com este mineral, o que pode ser responsável pelo aumento de peso e sanidade das espigas.

Assim, o tratamento com silício elevou em 1,12, 1,57 e 1,23 ton ha⁻¹ o peso da palha, em relação ao tratamento utilizado bioestimulante MC Cream, a associação entre MC Cream e MC Extra e fungicida, respectivamente. Incrementou em 2,20 e 1,63 ton ha⁻¹, em relação aos tratamentos que utilizaram MC Cream, MC Extra e fungicida e a testemunha, respectivamente, todos na primeira época (Tabela 14). O bioestimulante MC Cream foi superior em relação ao fungicida para elevar peso de palha, em 0,99 toneladas de espigas verdes por unidade de área.

Na segunda época, os ganhos foram semelhantes, tendo o Si superado em 1,28 e 1,03 o tratamento em que foi utilizado só o MC Extra e no outro a associação entre o MC Cream e o MC Extra, respectivamente (Tabela 15). Quando aplicado em conjunto com fungicida, incrementou em 0,8 ton ha⁻¹ o rendimento de espigas verdes em relação ao tratamento que continha MC Cream e MC Extra, o que é também oportuno, apesar de o valor médio com o defensivo ter reduzido, mas o agrotóxico representa segurança para a lavoura contra uma possível enfermidade que possa ocorrer.

O vigor de plantas teve um comportamento muito semelhante em relação às duas épocas. Todos os fatores utilizados contribuíram para elevar notas de vigor. O fungicida se destacou como um insumo interessante para melhorar a qualidade da cultura de milho verde. A aplicação de defensivo incrementou o vigor em 1,27, 0,83 e 1,73, na primeira época (Tabela 14), e 0,80, 0,82 e 1,20, na segunda época (Tabela 15), em relação aos bioestimulantes e à testemunha, respectivamente. Silício, MC Cream e MC Extra também elevaram nota de vigor, em ambas as épocas, em relação à testemunha.

O mesmo ocorreu quando se adicionou fungicida ao agrossilício. Este tratamento foi superior em relação à parcela composta de bioestimulantes, incrementando a nota de vigor. O defensivo permite dar mais suporte fitossanitário à planta, o que visualmente permite ter maior nota de vigor. O silício atua internamente no vegetal, enquanto o fungicida mais externamente. Da mesma forma, os hormônios presentes nos produtos, os nutrientes e o defensivo podem estar contribuindo para melhoria no aspecto visual da planta, o que eleva seu valor.

Em relação ao controle de doenças na cultura do milho verde, os bioestimulantes apresentaram vantagem em relação ao silício. Comparando-se ambos, o uso de silício apresentou severidade de doenças maior que o MC Cream, que o MC Extra e que os dois em conjunto (MC Cream + MC Extra), em 45,3, 39,7 e 44,0% a mais, respectivamente, na primeira época (Tabela 14). Mesmo quando se acrescentou

fungicida ao mineral silicatado estes apresentaram valor superior de enfermidades em comparação ao tratamento com os bioestimulantes. A severidade de doença foi maior em 24,7% na parcela onde havia Si e o defensivo.

Quando se adicionou fungicida aos bioestimulantes e se comparou com silício, este último apresentou uma severidade de enfermidade 47,0% superior. A combinação de bioestimulantes e fungicida pode ser uma alternativa viável para redução de patologias por fungos na cultura do milho verde. O tratamento com Si apresentou severidade de doenças 37,7% a mais que a testemunha. Desta forma, pode-se dizer que para as condições testadas, o mineral não controlou moléstias.

Contudo, apesar de o silício não ter tido eficiência para controlar enfermidades nas condições deste trabalho, não se pode desprezar uso do micronutriente no milho verde. Este insumo é relativamente barato e eleva rendimento da cultura, por aumentar peso de espigas verdes.

O emprego desses insumos produtivos na cultura do milho verde, mesmo não tendo eficiência em alguma característica, ou em alguma época, não deve ser desprezado na produção desta cultura. Esses fatores possuem benefícios que poderão incrementar ganhos de produção dentro da lavoura. Aplicados em conjunto, poderão beneficiar a planta e permitir que ela expresse seu poder genético e responda com aumentos de produtividade, que resultará em lucratividade para o produtor rural.

Os bioestimulantes, assim como o silicato e o fungicida, possuem uma composição de produtos que têm capacidade de beneficiar a cultura de milho verde em ambientes com estresses bióticos e abióticos. Com um clima em constante mudança, gerando estresses contínuos, esses produtos poderão contribuir com a cultura e responder com incrementos de produtividade, gerando lucratividade para o produtor, uma vez que esses produtos não possuem impacto significativo no custo de produção, como se verá a seguir.

Outro aspecto a ser considerado é o emprego correto dos fatores e o manejo da cultura como um todo. As variedades utilizadas, adubação e a fitossanidade também devem ser consideradas em adição aos insumos testados, para que possam ter um bom rendimento final.

3.3. Análise econômica do cultivo de milho verde

Para a análise econômica, foram levantados os custos operacionais efetivo e total e o custo total de produção de milho verde para todos os tratamentos na primeira e

na segunda época (Tabela 16). (Detalhamento maior dos custos de produção está apresentado no anexo desta obra, na Tabela 2a). Os resultados mostraram que os maiores custos estão associados aos maiores investimentos na cultura, como os que continham Si, bioestimulantes MC Cream e MC Extra e fungicida. Portanto, empregar novos insumos na atividade exige maiores despesas, principalmente com os custos operacionais efetivos, que representaram, na média, 74,1 e 75,7% do custo total de produção, na primeira e na segunda época, respectivamente.

Tabela 16 - Valores de custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT), em R\$ ha⁻¹, para os tratamentos na cultura do milho verde, na primeira e na segunda época.

Tratamentos	COE	COT	CT	COE	COT	CT
	--- 1ª época ---			--- 2ª época ---		
SI+BIO+BM+FUNG	3.441,39	4.127,59	4.548,92	3.721,79	4.432,53	4.853,86
SI+BIO+BM	3.358,89	4.035,06	4.456,39	3.629,29	4.329,12	4.750,45
SI+BM+FUNG	3.330,19	4.011,17	4.432,50	3.610,59	4.316,11	4.737,44
SI+BIO+FUNG	3.308,59	3.985,14	4.406,47	3.588,99	4.290,08	4.711,41
SI+BM	3.247,69	3.915,46	4.336,79	3.518,09	4.209,52	4.630,85
SI+BIO	3.226,09	3.892,34	4.313,67	3.496,49	4.186,40	4.607,73
SI+FUNG	3.197,39	3.842,75	4.264,08	3.477,79	4.147,68	4.569,01
BIO+BM+FUNG	3.057,99	3.677,33	4.098,66	3.447,35	4.100,76	4.522,09
SI	3.114,89	3.784,87	4.206,20	3.385,29	4.078,93	4.500,26
BIO+BM	2.975,49	3.624,14	4.045,47	3.354,85	4.036,69	4.458,02
BM+FUNG	2.946,79	3.578,48	3.999,81	3.336,15	4.001,90	4.423,23
BIO+FUNG	2.925,19	3.547,98	3.969,31	3.314,55	3.971,41	4.392,74
BM	2.864,29	3.503,36	3.924,69	3.243,65	3.915,92	4.337,25
BIO	2.842,69	3.459,53	3.880,86	3.222,05	3.872,09	4.293,42
FUNG	2.813,99	3.427,02	3.848,35	3.203,35	3.850,45	4.271,78
TESTEMUNHA	2.731,49	3.336,80	3.758,13	3.110,85	3.749,35	4.170,68
Média	3.086,44	3.734,31	4.155,64	3.416,32	4.093,06	4.514,39

SI+BIO+BM+FUNG: silício acrescido de MC Cream, MC Extra e fungicida; SI+BIO+BM: silício acrescido de MC Cream e MC Extra; SI+BM+FUNG: silício acrescido de MC Extra e com fungicida; SI+BIO+FUNG: silício acrescido de MC Cream e de fungicida; SI+BM: silício acrescido de MC Extra; SI+BIO: silício acrescido de MC Cream; SI+FUNG: silício acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG: MC Cream acrescido de MC Extra e de fungicida; SI: silício; BIO+BM: MC Cream acrescido de MC Extra; BM+FUNG: MC Extra acrescido de fungicida; BIO+FUNG: MC Cream acrescido de fungicida; BM: MC Extra; BIO: MC Cream; FUNG: fungicida e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Assim, investimentos em insumos, como os bioestimulantes, silicatos e fungicida, na cultura do milho verde, apresentaram um padrão de custos maior em

relação à testemunha. A adubação silicatada foi o que apresentou maior aumento marginal dos custos, devido ao preço do fator, despesas para distribuição e frete para entrega do produto. O fungicida foi o único recurso que apresentou variação de aumento de despesas de uma época a outra, devido a esse mercado ser muito volátil.

Os bioestimulantes também elevaram os custos de produção em relação à testemunha, em R\$122,74, R\$166,54 e R\$287,34 com a adição dos produtos MC Cream, MC Extra e MC Cream acrescida com MC Extra ao processo produtivo, respectivamente (Tabela 16). Os tratamentos que apresentaram maior custo de produção foram aqueles que incorporaram todos os insumos ao processo produtivo. Porém, nem sempre os maiores custos estão correlacionados a maiores rendimentos e, da mesma forma, menores despesas implicam em menores produtividades. Alguns tratamentos que apresentaram baixo custo total responderam com elevada produtividade (Tabela 17). Isso acaba sendo interessante para a atividade agrícola, que precisa reduzir custos e aumentar rendimento para gerar maior lucratividade.

O bioestimulante MC Extra obteve um custo de produção baixo e um rendimento elevado, na primeira época (Tabela 16). Na segunda época, a maioria dos tratamentos com aplicação de fungicida apresentou incremento de produtividade e responderam com maior lucratividade da cultura de milho verde. O mesmo não se verificou na primeira época de condução dos ensaios, contudo, os tratamentos foram eficientes para cobrir os custos operacionais. Jardine e Laca-Buendía (2009) concluíram que os tratamentos com uso de fungicida para o controle de doenças foliares na cultura do milho foram viáveis economicamente.

A elevação de produtividade ocorreu com o aporte de investimentos na cultura do milho verde (Tabela 17). Os tratamentos com uso de bioestimulantes e fungicida elevaram o rendimento em relação à testemunha e aumentaram a receita final. Os bioestimulantes, acrescidos ou não com fungicida, responderam pelos maiores incrementos de produtividade na cultura do milho verde. O bioestimulante MC Extra foi o de melhor desempenho na primeira época e o MC Cream na segunda época. Os bioestimulantes MC Cream e MC Extra apresentaram mesmo valor de produtividade em ambas as épocas.

Investimentos em insumos que aumentam a produtividade são importantes, pois a rentabilidade econômica está diretamente relacionada ao rendimento da lavoura. Forsthofer et al. (2006) verificaram que a melhoria do nível de manejo visando incremento nas características de produtividade do milho está diretamente ligada a

aumentos no rendimento da lavoura no campo. Trabalhos avaliando rentabilidade econômica de uma atividade comprovam que esta está diretamente relacionada com o rendimento da lavoura e os preços vigentes no momento da comercialização (BOTTINI et al., 1995; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2015). Kaneko et al. (2016) constataram que uso de tecnologias no milho proporcionou viabilidade econômica. Portanto, torna-se interessante e oportuno investir em tecnologia e novas técnicas de manejo para elevação de rendimento, buscando aumento de receita e rentabilidade econômica.

Tabela 17- Valores médios de rendimento de espigas (RND) e receita bruta total (RBT) para os tratamentos na cultura de milho verde, na primeira e na segunda época.

Tratamentos	1ª época		Tratamentos	2ª época	
	RND	RBT		RND	RBT
	ton ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹		ton ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
SI	12,4	4.340,00	BIO	13,8	8.976,50
BM	11,8	4.116,00	BM+FUNG	13,5	8.781,50
BIO+BM	11,8	4.116,00	FUNG	12,6	8.209,50
SI+BM+FUNG	11,8	4.144,00	SI	12,4	8.060,00
SI+BIO+FUNG	11,7	4.088,00	BIO+BM+FUNG	12,3	8.014,50
SI+BIO+BM+FUNG	11,6	4.046,00	SI+BM+FUNG	11,8	7.696,00
SI+BIO	11,5	4.018,00	SI+BIO+FUNG	11,7	7.592,00
SI+BM	11,4	4.004,00	BIO+BM	11,7	7.585,50
SI+BIO+BM	11,4	3.976,00	TESTEMUNHA	11,7	7.585,50
BM+FUNG	10,8	3.766,00	SI+BIO+BM+FUNG	11,6	7.514,00
BIO	10,4	3.640,00	SI+BIO	11,5	7.462,00
FUNG	10,3	3.598,00	SI+BM	11,4	7.436,00
BIO+FUNG	10,3	3.598,00	SI+BIO+BM	11,4	7.384,00
TESTEMUNHA	10,3	3.598,00	BIO+FUNG	11,1	7.182,50
SI+FUNG	10,2	3.570,00	BM	10,8	7.000,50
BIO+BM+FUNG	9,3	3.248,00	SI+FUNG	10,2	6.630,00
Média	11,0	3.866,63	Média	11,8	7.694,38

SI+BIO+BM+FUNG: silício acrescido de MC Cream, MC Extra e fungicida; SI+BIO+BM: silício acrescido de MC Cream e MC Extra; SI+BM+FUNG: silício acrescido de MC Extra e com fungicida; SI+BIO+FUNG: silício acrescido de MC Cream e de fungicida; SI+BM: silício acrescido de MC Extra; SI+BIO: silício acrescido de MC Cream; SI+FUNG: silício acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG: MC Cream acrescido de MC Extra e de fungicida; SI: silício; BIO+BM: MC Cream acrescido de MC Extra; BM+FUNG: MC Extra acrescido de fungicida; BIO+FUNG: MC Cream acrescido de fungicida; BM: MC Extra; BIO: MC Cream; FUNG: fungicida e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Em termos de rentabilidade, porém, com exceção dos tratamentos com Si, bioestimulante com MC Extra e o que incorporou MC Cream e MC Extra, todos os

demais, na primeira época, não foram viáveis economicamente, pois geraram renda líquida negativa. Porém, com ressalva dos tratamentos em que o fungicida foi adicionado ao mineral silicatado, naquele em que foi adicionado ao MC Cream e MC Extra, no que continha todos os fatores e no que o silício estava somado aos dois bioestimulantes, todos os demais foram viáveis financeiramente, pois conseguiram apresentar RLO positiva (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores médios de renda líquida total (RLT), renda líquida operacional (RLO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (Peq) e produtividade de equilíbrio (Yeq) para os tratamentos, na primeira época, na cultura de milho verde.

Tratamentos	RLT	RLO	MB	IL	Yeq	Peq
	--- R\$ ha ⁻¹ ---		--- % ---		R\$ ton ⁻¹	ton ha ⁻¹
SI	133,80	555,13	14,67	12,79	10,81	305,23
BM	191,31	612,64	17,49	14,88	10,01	296,89
BIO+BM	70,53	491,86	13,57	11,95	10,35	307,13
SI+BM+FUNG	-288,50	132,83	3,31	3,21	11,46	339,93
SI+BIO+FUNG	-318,47	102,86	2,58	2,52	11,39	340,61
SI+BIO+BM+FUNG	-502,92	-81,59	-1,98	-2,02	11,79	355,83
SI+BIO	-295,67	125,66	3,23	3,13	11,12	338,46
SI+BM	-332,79	88,54	2,26	2,21	11,19	343,46
SI+BIO+BM	-480,39	-59,06	-1,46	-1,49	11,53	353,95
BM+FUNG	-233,81	187,52	5,24	4,98	10,22	331,34
BIO	-240,86	180,47	5,22	4,96	9,88	332,65
FUNG	-250,35	170,98	4,99	4,75	9,79	332,72
BIO+FUNG	-371,31	50,02	1,41	1,39	10,14	344,46
TESTEMUNHA	-160,13	261,20	7,83	7,26	9,53	323,96
SI+FUNG	-694,08	-272,75	-7,10	-7,64	10,98	376,74
BIO+BM+FUNG	-850,66	-429,33	-11,68	-13,22	10,51	395,41
Média	-229,77	191,56	3,72	3,10	10,67	338,67

SI: silício; BM:MC Extra; BIO:MC Cream; FUNG: fungicida; SI+BIO+BM+FUNG: silício acrescido de MC Cream, MC Extra e fungicida; SI+BIO+BM: silício acrescido de MC Cream e MC Extra; SI+BM+FUNG: silício acrescido de MC Extra e com fungicida; SI+BIO+FUNG: silício acrescido de MC Cream e de fungicida; SI+BM: silício acrescido de MC Extra; SI+BIO: silício acrescido de MC Cream; SI+FUNG: silício acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG:MC Cream acrescido de MC Extra e de fungicida; BIO+BM:MC Cream acrescido de MC Extra; BM+FUNG:MC Extra acrescido de fungicida; BIO+FUNG:MC Cream acrescido de fungicida; e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Para terem sido viáveis, estes tratamentos precisariam ter um maior rendimento de espigas verdes por área colhida, de 10,51 a 11,79 ton ha⁻¹, e/ou ter recebido um valor

maior na comercialização, de R\$353,83 a R\$395,41 ton⁻¹. Contudo, não se pode esquecer que o produtor tinha ainda a opção de venda da silagem, para incrementar a receita bruta, o que pode elevar seus rendimentos.

Na segunda época, todos os tratamentos foram viáveis economicamente e apresentaram indicadores de lucratividade dentro do desejável. Pode-se constatar que todos os tratamentos apresentaram RLT e RLO positivos, MB e IL maior que a unidade, Yeq maior que a produtividade conseguida no campo e Peq menor que o preço de mercado no momento da comercialização (Tabela 19).

Tabela 19 - Valores médios de renda líquida total (RLT), renda líquida operacional (RLO), índice de lucratividade (IL), margem bruta (MB), preço de equilíbrio (Peq) e produtividade de equilíbrio (Yeq) para os tratamentos, na segunda época, na cultura de milho verde.

Tratamentos	RLT	RLO	MB	IL	Yeq	Peq
	--- R\$ ha ⁻¹ ---		--- % ---		R\$ ton ⁻¹	ton ha ⁻¹
SI	4.476,24	4.897,57	120,1	54,6	6,3	295,36
BM	4.444,25	4.865,58	124,3	55,4	6,0	289,85
BIO+BM	3.751,48	4.172,81	103,4	50,8	6,2	319,61
SI+BM+FUNG	3.322,56	3.743,89	86,7	46,5	6,6	348,07
SI+BIO+FUNG	3.303,09	3.724,42	86,8	46,5	6,6	347,94
SI+BIO+BM+FUNG	2.842,14	3.263,47	73,6	42,4	6,8	374,37
SI+BIO	2.984,27	3.405,60	81,3	44,9	6,4	358,42
SI+BM	2.954,65	3.375,98	80,2	44,5	6,5	360,71
SI+BIO+BM	2.835,05	3.256,38	75,2	42,9	6,7	370,96
BM+FUNG	3.090,77	3.512,10	87,8	46,7	6,2	346,19
BIO	3.168,58	3.589,91	92,7	48,1	6,0	337,29
FUNG	3.164,22	3.585,55	93,1	48,2	5,9	336,58
BIO+FUNG	2.991,26	3.412,59	85,9	46,2	6,1	349,60
TESTEMUNHA	3.011,82	3.433,15	91,6	47,8	5,8	339,31
SI+FUNG	2.431,49	2.852,82	68,8	40,8	6,4	385,11
BIO+BM+FUNG	2.107,91	2.529,24	61,7	38,1	6,3	402,04
Média	3.179,99	3.601,32	88,0	46,8	6,3	345,77

SI+BIO+BM+FUNG: silício acrescido de MC Cream, MC Extra e fungicida; SI+BIO+BM: silício acrescido de MC Cream e MC Extra; SI+BM+FUNG: silício acrescido de MC Extra e com fungicida; SI+BIO+FUNG: silício acrescido de MC Cream e de fungicida; SI+BM: silício acrescido de MC Extra; SI+BIO: silício acrescido com MC Cream; SI+FUNG: silício acrescido de fungicida; BIO+BM+FUNG: MC Cream acrescido de MC Extra e de fungicida; SI: silício; BIO+BM: MC Cream acrescido de MC Extra; BM+FUNG: MC Extra acrescido de fungicida; BIO+FUNG: MC Cream acrescido de fungicida; BM: MC Extra; BIO: MC Cream; FUNG: fungicida e a TESTEMUNHA, sem nenhum fator.

Os resultados estimados demonstraram que o milho verde é uma atividade viável para o produtor rural. Os insumos testados, mesmo aumentando o custo de produção, não têm valor elevado que comprometa o seu uso na atividade. A produtividade gerada acaba compensando os gastos com a aquisição destes novos fatores produtivos e beneficiando economicamente o produtor rural.

Independente da época, o milho verde é uma opção de cultivo para o produtor rural, pois gera retorno econômico. Permite agregar valor no campo e vender diretamente ao consumidor. Também é opção interessante para rotação de culturas e controle de doenças e pragas que incidem sobre outras culturas.

4. CONCLUSÕES

O uso de bioestimulantes propiciou incrementos na altura de plantas e no diâmetro de colmo e na redução de doenças na cultura do milho verde. Aplicados em associação com o silício, aumentaram a produtividade da cultura, na primeira época.

O silício aumentou o peso da palha e conferiu maior peso às espigas verdes, que acabam gerando maior rendimento e maior lucratividade ao produtor rural.

O fungicida foi o melhor insumo para aumentar o vigor de plantas de milho destinado ao consumo verde, em ambas as épocas.

O fungicida e os bioestimulantes utilizados foram os melhores tratamentos para reduzir severidade de doenças, principalmente de manchas foliares observadas na cultura do milho verde.

Os bioestimulantes, o fungicida e o silício elevaram o teor de clorofila nas plantas de milho, em ambas as épocas de cultivo da lavoura.

Os insumos utilizados na cultura do milho verde geraram retorno financeiro para o produtor rural, em ambas as épocas de cultivo.

A incorporação de bioestimulantes, fungicida e silício no processo produtivo elevaram os custos de produção; contudo, os recursos aumentaram a produtividade de espigas verdes e geraram rentabilidade econômica para a cultura do milho verde.

5. REFERÊNCIAS

AGROCERES. **Agroceres é mais milho**: guia técnico. São Paulo. 1994. 43 p.

AGRONELLI. **Linha Agrosilício**. Disponível em: <www.agronelli.com.br> acesso em: 17 de novembro de 2016.

- BASSANEZI, R.B.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Eficiência fotossintética de folhas de feijoeiro infectadas com o vírus do mosaico-em-desenho, *Uromyces appendiculatus* e *Phaeoisariopsis griseola*. **Summa Phytopathologica**, v.27, n.1, p.05-11, 2001.
- BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; MANTOVANI, A.; VALE, N.M. Problemas relacionados com o uso de testes de comparação de médias em artigos científicos. **Revista Biotemas**, v.21, n.2, p.145-153, 2008.
- BLANCO, F.F.; CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; VELOSO, M.E.C.; NOGUEIRA, C.C.P.; DIAS, N.S. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p. 524-530, 2011.
- BOTTINI, P.R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F.A.G. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações Econômicas**, v.35, p.1039-1042, 1995.
- BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Feed inoculation with *Azospirillum brasilense*, associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, v.25, n.2, p.58-64, 2012.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v.383, n.1, p.3-41, 2014.
- CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and Congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.673-681, 2013.
- DALASTRA, C.; CAMPOS, A.R.; FERNANDES, F.M., MARTINS, G.L.M.; CAMPOS, Z.R. Silício como indutor de resistência no controle do tripses do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoineiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.531-538, 2011.
- DEMANT, L.A.R.; MARINGONI, A.C. Controle da mancha angular do feijoeiro com uso de fungicidas e seu efeito na produção das plantas. **Idesia**, v.30, n.2, p.93-100, 2012.
- DEREN, C. **Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses**. In: DATNOFF LE, SNYDER GH & KORNDÖRFER GH (Eds.). Silicon in agriculture. Amsterdam, Elsevier Science. 2001. p.149-158.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.T. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.371-379, 2014.
- DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v.25, n.4, p.101-111, 2009.

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

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.L.; SILVA, A.A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

FREITAS, L.B.; COELHO, E.M.; MAIA, S.C.M.; SILVA, T.R.B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, v.58, n.2, p.262-267, 2011.

GILL, J.L. Design and analysis of experiments.v.1. **State University Press**, Ames, USA, 1978. 410pp.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a inseto-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.18-23, 2009.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, G.C.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.305-310, 2002.

JARDINE, D.F.; LACA-BUENDÍA, J.P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, n.6, p.11-52, 2009.

JARVIS, S.C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. **Plant soil**, v.97, n.2, p.429-437, 1987.

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

KANEKO, F.H.; SABUNDJIAN, M.T.; ARF, O.; LEAL, A.J.F.; CARNEIRO, L.F.; PAULINO, H.B. Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p.202-216, 2016.

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v.29, n.8, p.1469-1480, 2006.

KORNDÖFER, G.H.; ARANTES, V.A.; CORRÊA, G.F.; SYDER, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p.643-650, 1999.

LENZ, G.; COSTA, I.F.D.; ARRUE, A.; CORADINI, C.; DRESSLER, V.L.; MELLO, P.A. Severidade de doenças e manutenção da área foliar verde em função da aplicação de micronutrientes e fungicidas em trigo. **Summa Phytopathology**, v.37, n.2, p.119-124, 2011.

LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K.R.; SILVA, H.P.; MATIELLO, R.R.; CAMARGO, L.E.A. Controle genético da resistência à mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.605-611, 2007.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; ANTUNES, J.F.G.; OLIVEIRA, M.D.M.; OKAWA, H. Custos: sistemas de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, v.24, n.9, p.97-122, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.01, n.23, p.123-139, 1976.

MEENA, V.D.; DOTANIYA, M.L.; COUMAR, V.; RAJENDIRAN, S.; AJAY, KUNDU, S.; SUBA RAO, A. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. **Biological Science**, v.84, n.3, p.505-518, 2014.

MORAES, J.C.; GOUSSAIN, M.M.; CARVALHO, G.A.; COSTA, R.R. Feeding non-preference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.761-766, 2005.

NERI, D. K. P. Efeito do silício na resistência de plantas de milho a *Rhopalosiphum maidis* (Fich.) (Hemiptera: Aphididae) e sua interação com inseticida no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae). 2006. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NERI, D.K.P.; GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; GÓES, G.B.; MARROCOS, P.T.P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, v.39, n.36, p.1633-1638, 2009.

NOJOSA, G.B.A.; RESENDE, M.L.V.; RESENDE, A.V. **Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência**. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Eds.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ. 2006. 263 p.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista de Ciências Agrônômicas**, v.47, n.2, p.307-315, 2016.

PULZ, A.L.; CRUSCIOL, C.A.C.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.32, n.4, p.1651-1659. 2008.

RODRIGUES, F.; VON PINHO, R.G.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FARIA FILHO, E.M.; GOULART, J.C. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. **Bragantia**, v.68, p.75-84, 2009.

SANTOS, G.R.; RODRIGUES, A.C.; BONIFÁCIO, A.; CHAGAS JÚNIOR, A.F. Severidade de antracnose em folhas de sorgo submetido a doses crescentes de silício. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.403-408, 2014.

SILVA, H.P. Genética da resistência à *Phaeosphaeria maydis* em milho. 2002. 105f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de São Paulo, 2002.

SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; MARTINS, P..S.; SIMON, G.A.; FRANCISCHINI, R. Desempenho agrônomo e econômico de híbridos de milho na safrinha. **Revista Agro@ambiente**, v.8, n.2, p.261-271, 2014.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R.; GOULART, M.M.P. Desempenho agrônomo e econômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Montividiu-GO. **Revista de Agricultura**, v.90, n.1, p.17-30, 2015.

SILVA, C. N. Estrutura genética e agressividade de espécies de *Fusarium* no milho. 2015. 137 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VALAGRO. **Bioestimulantes**. Disponível em: <www.valagro.com/bioestimulantes/> acesso em: 10 de novembro de 2016.

VILELA, M.; MORAES, J.C.; ALVES, E.; SANTOS-CIVIDANE, T.M.; SANTOS, F.A. Induced resistance to *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) via silicon application in . Resistencia inducida a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) vía aplicación de silício. **Revista Colombiana de Entomología**, v.40, n.1, p.44-48, 2014.

WANG, Y.; STASS, A.; HORS, T.W. Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize. **Plant Physiology Preview**, v.136, p.3762-3770, 2004.

ZHU, Y.; GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. **Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n.2, p.455-472, 2014.

ANEXOS

Tabela 1a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015.

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos							
				TEST	FUNG	BM	BM+ FUNG	BIO	BIO+ FUNG	BIO+BM	BIO+BM +FUNG
--- R\$ ha ⁻¹ ---											
Preparo do solo											
- gradagem	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- análise do solo	1,000	ud	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Calcareamento											
- Calcáreo dolomítico	0,112	ton	80,00	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96
- distribuição a lanço	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- incorporação	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Plantio											
- Semente AG1051	1,000	saca	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69
- Tratamento de semente	0,350	L	35,00	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25
- fertilizante 08-20-18	0,500	ton	1.350,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00
- plantio	1,000	hmaq	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Adubação de cobertura com											
Uréia	0,222	ton	1.400,00	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80
Distribuição da uréia	0,500	hmaq	50,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Tratos culturais											
- Inseticida	0,150	L	285,00	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75
- Herbicidas:											
- Atrazina + óleo	6,000	L	12,50	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
- SOBERAN	0,240	L	435,59	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; FUNG, fungicida; e TEST, testemunha.

Tabela 1a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015. (Continuação ...)

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos							
				TEST	FUNG	BM	BM+ FUNG	BIO	BIO+ FUNG	BIO+BM	BIO+BM +FUNG
- Fungicida	0,500	L	65,00		32,50		32,50		32,50		32,50
- Bioestimulante MC Cream	1,000	L	61,20					61,20	61,20	61,20	61,20
- Bioestimulante MC Extra	1,000	Kg	82,80			82,80	82,80			82,80	82,80
- Aplicação	1,000	hmaq	50,00	100,00	150,00	150,00	200,00	150,00	200,00	200,00	250,00
Outros serviços											
Energia elétrica				25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Sistema de irrigação				275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00
Combustível				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Mão-de-obra	0,333	SM	990,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
Frete											
Colheita											
- Transporte	1,000		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- Mão-de-obra	3,000	hh	8,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
COE				2.731,49	2.813,99	2.864,29	2.946,79	2.842,69	2.925,19	2.975,49	3.057,99
Depreciação				98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12
Encargos sociais				117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32
Securidade social				79,02	79,29	90,62	82,97	79,97	79,31	90,54	71,42
Encargos financeiros				239,01	246,22	250,63	257,84	248,74	255,95	260,36	267,57
Assistência Técnica	1,000	sc soja		71,84	72,08	82,39	75,43	72,70	72,10	82,31	64,91
COT				3.336,80	3.427,02	3.503,36	3.578,48	3.459,53	3.547,98	3.624,14	3.677,33

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; FUNG, fungicida; e TEST, testemunha.

Tabela 1a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015. (Continuação ...)

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos								
				TEST	FUNG	BM	BM+FUNG	BIO	BIO+FUNG	BIO+BM	BIO+BM+FUNG	
Remuneração da terra				341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33
Remuneração de máquinas e equipamentos				80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
CUSTO TOTAL				3.758,13	3.848,35	3.924,69	3.999,81	3.880,86	3.969,31	4.045,47	4.098,66	

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; FUNG, fungicida; e TEST, testemunha.

Tabela 2a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de adubação silicatada, bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015.

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos							
				SI	SI+ FUNG	SI+BM	SI+BM+ FUNG	SI+BIO	SI+BIO+ FUNG	SI+BIO +BM	SI+BIO+ BM+FUNG
--- R\$ ha ⁻¹ ---											
Preparo do solo:											
- gradagem	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- análise do solo	1,000	ud	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Adubação silicatada:											
- escória silicatada	0,200	ton	97,00	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40
- distribuição a lanço	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- incorporação	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Calcareamento:											
- Calcáreo dolomítico	0,112	ton	80,00	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96
- distribuição a lanço	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- incorporação	1,000	hmaq	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Plantio:											
- Semente AG1051	1,000	saca	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69	314,69
- Tratamento de semente	0,350	L	35,00	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25
- fertilizante 08-20-18	0,500	ton	1.350,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00
- plantio	1,000	hmaq	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Adubação de cobertura com											
Uréia	0,222	ton	1.400,00	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80	310,80
Distribuição da uréia	0,500	hmaq	50,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. SI, silício; BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; e FUNG, fungicida.

Tabela 2a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de adubação silicatada, bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015. (Continuação ...)

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos								
				SI	SI+ FUNG	SI+BM	SI+BM+ FUNG	SI+BIO	SI+BIO+ FUNG	SI+BIO+ +BM	SI+BIO+ BM+FUNG	
Tratos culturais:												
- Inseticida	0,150	L	285,00	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75
- Herbicidas:												
- Atrazina + óleo	6,000	L	12,50	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
- SOBERAN	0,240	L	435,59	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54	104,54
- Fungicida	0,500	L	65,00		32,50		32,50		32,50		32,50	32,50
- Bioestimulante MC Cream	1,000	L						61,20	61,20	61,20	61,20	61,20
- Bioestimulante MC Extra	1,000	Kg				82,80	82,80			82,80	82,80	82,80
- Aplicação	1,000	hmaq	50,00	100,00	150,00	150,00	200,00	150,00	200,00	200,00	200,00	250,00
Outros serviços:												
Energia elétrica				25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Sistema de irrigação				275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00	275,00
Combustível				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Mão-de-obra	0,333	SM	990,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
Frete				264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00
Colheita												
- Transporte	1,000		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
- Mão-de-obra	3,000	hh	8,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
COE				3.114,89	3.197,39	3.247,69	3.330,19	3.226,09	3.308,59	3.358,89	3.441,39	

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. SI, silício; BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; e FUNG, fungicida.

Tabela 2a - Custos de produção operacional efetivo, operacional total e total, com o uso de adubação silicatada, bioestimulantes e fungicida na cultura de milho verde, na primeira época, semeado em maio/2015. (Continuação ...)

Atividade	Qt	Ud	Valor unitário	Tratamentos								
				SI	SI+ FUNG	SI+BM	SI+BM+ FUNG	SI+BIO	SI+BIO+ FUNG	SI+BIO +BM	SI+BIO+ BM+FUNG	
Depreciação				98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12
Encargos sociais				117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32	117,32
Seguridade social				95,33	78,65	88,09	91,22	88,28	89,89	87,39	88,86	88,86
Encargos financeiros				272,55	279,77	284,17	291,39	282,28	289,50	293,90	301,12	301,12
Assistência Técnica	1,000	scoja		86,66	71,50	80,08	82,93	80,25	81,72	79,45	80,78	80,78
COT				3.784,87	3.842,75	3.915,46	4.011,17	3.892,34	3.985,14	4.035,06	4.127,59	4.127,59
Remuneração da terra				341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33	341,33
Remuneração de máquinas e equipamentos				80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
CUSTO TOTAL				4.206,20	4.264,08	4.336,79	4.432,50	4.313,67	4.406,47	4.456,39	4.548,92	4.548,92

Fonte: dados da pesquisa. hmaq: horas máquina de trabalho; hh: hora homem; L: litro; ud: unidade; e ton: toneladas. SI, silício; BIO, bioestimulantes MC Cream; BM, bioestimulantes MC Extra; e FUNG, fungicida.