



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**PARÂMETROS AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS DE VARIEDADES
DE MILHO GRÃO E SILAGEM EM SISTEMA ORGÂNICO**

OTAVIO DUARTE GIUNTI

Araras

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**PARÂMETROS AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS DE VARIEDADES
DE MILHO GRÃO E SILAGEM EM SISTEMA ORGÂNICO**

OTAVIO DUARTE GIUNTI

ORIENTADORA: PROF^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

COORIENTADORA: PROF^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de **MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

Araras

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G537p Giunti, Otavio Duarte
Parâmetros agronômicos e bromatológicos de variedades de milho grão e silagem em sistema orgânico / Otavio Duarte Giunti. -- São Carlos : UFSCar, 2016.
67 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2016.

1. Altitude. 2. Cultivar crioula. 3. Produtividade. 4. Temperatura. 5. Zea mays L.. I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Otávio Duarte Giunti, realizada em 13/05/2016:

Profa. Dra. Anastacia Fontanetti
UFSCar

Profa. Dra. Janaina Della Torre da Silva
UFSCar

Prof. Dr. Marcelo Bregagnoli
IFSULDEMINAS

“Eu só peço a Deus

Que a dor não me seja indiferente

Que a seca morte não me encontre

Vazio e só sem ter feito o suficiente”

(Leon Grieco, “Solo le pido a Diós”, em livre tradução)

Oração do Milho (Cora Coralina, 1965)

“Senhor, nada valho.

Sou a planta humilde dos quintais pequenos

E das lavouras pobres.

....

Sou apenas o alimento forte e substancial

Dos que trabalham a terra,

Onde não vinga o trigo nobre

Alimento dos rústicos e animais do jugo.

...

Fui o angu pesado e constante do escravo

Na exaustão do eito.

Sou a broa grosseira e modesta do pequeno sitiante.

Sou a farinha econômica do proprietário,

Sou a polenta do imigrante

E a amiga dos que começam a vida em terra estranha.

...

Sou apenas a fartura generosa

E despreocupada dos paióis.

Sou o cocho abastecido donde rumina o gado.

Sou o canto festivo dos galos

Na glória do dia que amanhece.

Sou o cacarejo alegre das poedeiras à volta dos ninhos.

Sou a pobreza vegetal

Agradecida a Vós, Senhor,

Que me fizestes necessário e humilde.

Sou o milho!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, João Caetano e Ana Maria, por seu exemplo, amor, apoio e incentivo incondicionais.

Dedico também à minha esposa Ariana, por seu incansável afeto, amor e dedicação, não só a mim, mas à educação em geral. E aos nossos filhos, Julia e Miguel, razões maiores da minha existência. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto da união e do apoio de várias pessoas. Então, agradecê-las é fundamental.

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, que me iluminam todos os dias!

À minha família, por todo carinho e incentivo. Sem vocês, esse trabalho não seria possível!

À minha orientadora, professora Anastácia Fontanetti, pelo seu exemplo profissional, por toda atenção, respeito, compreensão e pela confiança depositada em mim desde nossa primeira conversa.

À minha coorientadora, professora Ariana Vieira Silva, por sua disposição, paciência, apoio e estímulo.

À Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, pela oportunidade de formação.

Ao IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, pela disponibilidade e apoio.

Aos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Agricultura de Conservação (NEPAC – UFSCAR) e do Grupo de Estudos em Agropecuária (GEAGRO – IFSULDEMINAS), pelo inestimável auxílio na condução dos experimentos, pela amizade, conversas e trocas de conhecimentos.

Aos meus amigos que, através de conselhos, conversas e apoio, enriquecem minha vida.

Aos meus irmãos da República Pau Queimado (USP/ESALQ), pela sincera amizade e motivação.

Ao amigo Eng. Agrônomo Ciro Staino Manzoni (CATI – Vargem Grande do Sul), pelas sementes da variedade Cativerde 02 e por sua amizade.

Ao amigo Eng. Agrônomo Thiago Cardoso de Oliveira, pela sua amizade, respeito e “socorro” em várias etapas deste trabalho.

Ao Nadir Cruz Júnior, D. Lourdes e família, muito mais do que parceiros, pela amizade, respeito e por me darem a tranquilidade e o apoio nas minhas atividades na cafeicultura.

Ao Sr. José Gonçalves Barbosa, guardião das sementes crioulas utilizadas neste estudo e ao seu sobrinho Paulo Cesar Barbosa, por sua generosidade, disponibilidade e apoio.

À empresa Visafértil – Indústria e Comércio de Fertilizantes Orgânicos LTDA, pela cessão do composto orgânico utilizado nos experimentos.

À secretária do Programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Tereza Cristina Roesler Ré, por sua dedicação, carinho e incentivo. E aos professores e corpo de funcionários do programa, imprescindíveis para o funcionamento adequado do mesmo.

Aos professores e funcionários do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, especialmente aos professores Felipe Campos Figueiredo, Gustavo R. Botrel Miranda, Marcelo A. Moraes, Marcelo Bregagnoli, Paulo Sérgio de Souza, Raphael A. do Prado Dias e funcionários do CEAD, pelos conselhos e contribuições.

Às técnicas do Laboratório de Bromatologia e Águas do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, Polyana de Faria Cardoso e Talita Amparo Tranches, bem como aos estagiários do laboratório, pela paciência e inestimável apoio na realização das análises bromatológicas.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS.....	5
3. CAPÍTULO I – DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES COMERCIAIS E CRIOULAS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
3.1. INTRODUÇÃO.....	14
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.4. CONCLUSÕES.....	31
3.5. REFERÊNCIAS.....	31
4. CAPÍTULO II – PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE SILAGENS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO.....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	40
4.1. INTRODUÇÃO.....	41
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.4. CONCLUSÕES.....	58
4.5. REFERÊNCIAS.....	59
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I – DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES COMERCIAIS E CRIOULAS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

	Página
Tabela 1. Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura do experimento. Muzambinho/MG e Araras, ano agrícola 2014/15.....	16
Tabela 2. Radiação total incidente, soma térmica e radiação incidente por unidade de tempo térmico, para estádios compreendidos entre a emergência e a floração. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	19
Tabela 3. Temperatura média diária, temperatura média noturna e precipitação pluviométrica até as colheitas dos grão de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	19
Tabela 4. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para diâmetro de colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), número de folhas acima da espiga superior (NFAES), índice de clorofila total Falker (ICF) e teor de nitrogênio foliar (N) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	21
Tabela 5. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NGE) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	21
Tabela 6. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para porcentagem de acamamento (ACA), estande final (EF), peso de 1000 grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	22
Tabela 7. Valores médios do número de folhas acima da espiga superior (NFAES) e número de grãos por espiga (NGE) de	22

variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	
Tabela 8. Valores médios de produtividade de grãos (PROD) de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	23
Tabela 9. Valores médios de diâmetro de colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), índice de clorofila total Falker (ICF), teor de nitrogênio foliar (N), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), porcentagem de acamamento (ACA), estande final (EF) e peso de 1000 grãos (P1000) das plantas em função de locais de plantio. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	26
Tabela 10. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para produtividade de grãos (PROD) das plantas de milho em função de locais de plantio e variedades de milho, considerando o estande final para todas as variedades em 55.000 plantas ha ⁻¹ . Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	27
Tabela 11. Valores médios da produtividade de grãos (PROD), em kg ha ⁻¹ , de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades, para o estande final corrigido para 55.000 plantas ha ⁻¹ . Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	28
Tabela 12. Valores médios de altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga superior (AIES), índice de clorofila Falker total (ICF), número de fileiras por espiga (NFE), porcentagem de acamamento (ACA) das plantas e peso de 1000 grãos (P1000) em função das variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	29

CAPITULO II – PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE SILAGENS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

	Página
Tabela 1. Características agronômicas das variedades comerciais de milho utilizadas. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.	43
Tabela 2. Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm, anterior à semeadura dos experimentos. Muzambinho/MG e Araras/SP, ano agrícola 2014/2015.....	44
Tabela 3. Radiação total incidente, soma térmica e radiação incidente por unidade de tempo térmico, para estádios compreendidos entre a emergência e a floração. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	47
Tabela 4. Temperatura média diária, temperatura média noturna e precipitação pluviométrica até a colheita dos grãos de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	47
Tabela 5. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para produção de matéria verde (MV), produção de matéria seca (MS), porcentagem de matéria seca total (MST) porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) e porcentagem de extrato etéreo (EE) na matéria seca em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	49
Tabela 6. Resumo da análise de variância (valores de 'F') para teor de nitrogênio foliar (N), porcentagem de proteína bruta (PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), e porcentagem de carboidratos totais (CHOT) em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	49
Tabela 7. Teores médios de matéria seca total (MST), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) da matéria seca da silagem de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola	50

2014/15.....	
Tabela 8. Valores médios de teor de nitrogênio foliar (N) nas plantas de milho, produção de matéria verde (MV), produção de matéria seca (MS), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), porcentagem de proteína bruta (PB) e porcentagem de carboidratos totais (CHOT) na matéria seca da silagem de planta inteira de milho em função de locais de plantio. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	53
Tabela 9. Teores médios de proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT) das silagens em função das variedades de milho e de proteína bruta (PB) em função das variedades de milho e locais de plantio Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I – DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES COMERCIAIS E CRIOULAS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

	Página
Figura 1. Balanço hídrico mensal, Muzambinho (MG), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.....	20
Figura 2. Balanço hídrico mensal, Araras (SP), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.....	20

CAPÍTULO II – PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE SILAGENS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

	Página
Figura 1. Balanço hídrico mensal, Muzambinho (MG), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.....	48
Figura 2. Balanço hídrico mensal, Araras (SP), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.....	48

PARÂMETROS AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS DE VARIEDADES DE MILHO GRÃO E SILAGEM EM SISTEMA ORGÂNICO

Autor: OTAVIO DUARTE GIUNTI

Orientadora: Prof^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

RESUMO

O milho está entre os cereais mais cultivados no mundo, em função da versatilidade de usos na alimentação humana, ração animal e industrial. A produção de milho grão e silagem em sistema orgânico é essencial para a produção de carnes, leites e ovos orgânicos, uma vez que esse cereal compõe a maior parte das rações e volumosos utilizados na alimentação animal. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônomo e os parâmetros bromatológicos da silagem de cinco variedades comerciais (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga e UFVM 200 - Soberano) e duas variedades crioulas (Santa Rita 1 e Santa Rita 2) de milho, em duas localidades com condições climáticas e altitudes distintas (Araras/SP, altitude de 665 m e Muzambinho/MG, altitude de 1100 m), em sistema orgânico de produção. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 2x7 com quatro repetições. Para a avaliação do desempenho agrônomo, mensurou-se o diâmetro de colmo, altura de plantas, altura de inserção da espiga superior, número de folhas acima da espiga superior, índice Falker de clorofila total, teor de nitrogênio foliar, número de fileiras por espiga, de grãos por fileira e de grãos por espiga, acamamento de plantas, estande final, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos. Para a avaliação dos parâmetros bromatológicos das silagens, avaliou-se a produtividade de matéria verde (MV) e seca (MS) e porcentagens de matéria seca total (MST), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) na silagem. Pelos resultados obtidos, concluiu-se que o desempenho agrônomo do milho grão e a produção de matéria verde e seca

das silagens foram influenciados pelas condições ambientais, principalmente radiação solar e temperatura, com melhores resultados obtidos em Muzambinho. Porém, as condições ambientais não influenciaram os parâmetros bromatológicos das silagens, que se mostraram adequados, para todas as variedades, nos dois locais de condução. As variedades crioulas apresentaram desempenho agrônômico e parâmetros bromatológicos das silagens semelhante ao das variedades comerciais nos dois locais avaliados, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais sob manejo orgânico.

Palavras-chave: Altitude. Cultivar crioula. Produtividade. Temperatura. *Zea mays* L.

AGRONOMICAL AND BROMATOLOGICAL PARAMETERS OF GRAIN AND SILAGE MAIZE VARIETIES IN ORGANIC SYSTEM

Author: OTAVIO DUARTE GIUNTI

Adviser: Prof^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Co-adviser: Prof^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

ABSTRACT

Maize is one of the most cultivated cereal in the world for its wide range of use in food, feed and industrial use. The production of grain and maize silage in organic system is essential for the production of organic meat, milk and eggs, because this cereal makes up most of the rations and roughages used in a animal feed. The objective was to evaluate the agronomic performance and bromatological parameters of silage of five commercial varieties (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga and UFVM 200 - Soberano) and two maize landraces (Santa Rita 1 and Santa Rita 2), in two locations with climatic conditions and different altitudes (Araras / SP, 665 m altitude and Muzambinho / MG, 1100 m altitude) in organic production system. The experiment was carried out in a randomized block design in a 2x7 factorial with four replications. For evaluating the agronomic performance, was measured stalk diameter, plants height, insertion height of the upper ear, leaf number above the upper ear, Falker index of total chlorophyll, leaf nitrogen content, number of rows per ear, number of grain by row and grains per ear, lodging, final stand, 1000 grain weight and productivity. For the evaluation of bromatological parameters of silages was evaluated the productivity of green (GM) and dry matter (DM) and percentage of total dry matter (TDM), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), mineral matter (MM), ether extract (EE), total carbohydrates (CHOT), and non-fiber carbohydrates (NFC) in silage. By results obtained, it was concluded that the agronomic performance of corn grain and the production of green and dry matter silages were influenced by environmental conditions, especially temperature and solar radiation, with better results in Muzambinho. But the environmental conditions not affected the

bromatological parameters of silages, which were suitable for all varieties, in both locations. Under the experimental conditions, the landraces showed agronomic performance and bromatological parameters of silage similar to that of commercial varieties in two locations evaluated, indicating that they can be used in commercial crops under organic management.

Key words: Altitude. Landrace. Productivity. Temperature. *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) está entre os cereais mais cultivados em todo mundo, com diversas formas de utilização, tanto para a alimentação humana, quanto animal e também servindo de matéria-prima para a indústria, devido ao alto teor e qualidade das reservas acumuladas em seus grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). Por sua elevada disponibilidade de cultivares, possui características que permitem seu cultivo nas mais distintas condições edafoclimáticas e tecnológicas, tornando-a uma das espécies agrícolas de maior importância mundial (FORNASIERI FILHO, 2007; MÔRO; FRITSCHÉ – NETO, 2015).

No Brasil, o milho possui grande importância econômica e social. De acordo com a CONAB (2015), na safra 2014/15 foram colhidas mais de 84 milhões de toneladas desse cereal, em uma área de aproximadamente 15,7 milhões de hectares. A exportação brasileira de milho ultrapassou 29 milhões de toneladas em 2015, fato que coloca o país entre os três maiores exportadores mundiais de grãos de milho, um avanço significativo, uma vez que no início da década de 2000, o país era classificado como importador desse cereal (ZAFALON, 2016). Em relação à área cultivada para silagem, esta ultrapassou os 2,2 milhões de hectares, com crescimento constante nos últimos anos (PEREIRA, 2013).

O milho também assume grande importância para agricultura familiar, na qual é utilizado para a subsistência e alimentação animal. Destaca-se que, em cerca de 60% dos mais de 2.030.000 estabelecimentos produtores de milho, a produção é utilizada na própria propriedade (CRUZ *et al.*, 2011; MÔRO; FRITSCHÉ-NETO, 2015; IBGE, 2006).

Como já mencionado, o milho é muito utilizado na alimentação animal sob a forma de grão para a fabricação de rações e também como silagem, que pode ser conservada por períodos variados, proporcionando alimento aos animais em épocas de baixa produção de forragens e mantendo ou maximizando a produção de carne e leite nesses períodos (NOVAES; LOPES; CARNEIRO, 2004). Portanto, a produção de milho é de extrema importância para as cadeias de produtos animais e derivados.

Nas últimas décadas, estimulado pelo aumento na demanda por alimentos mais saudáveis e produzidos em sistemas com reduzido impacto ao ambiente, os produtos oriundos do sistema orgânico de produção agropecuária estão ganhando destaque no cenário nacional e mundial.

A legislação brasileira (Lei nº 10. 831/2003) considera sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele no qual se adotam técnicas específicas, por intermédio da otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, visando à sustentabilidade econômica e ecológica, com a maximização das vantagens sociais e a redução no uso de fontes não renováveis de energia. Assim, desde que possível, deve-se optar pelo uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos, em oposição ao uso de insumos sintéticos; o uso de organismos geneticamente modificados e de radiações ionizantes devem ser evitados, em qualquer fase do processo de produção ou pós-produção e a proteção aos recursos ambientais deve permear todo o sistema produtivo. O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange todos os sistemas que atendam os princípios estabelecidos por essa lei, dentre eles os denominados ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico e permacultura (BRASIL, 2003).

O mercado e consumo de produtos orgânicos no mundo vêm apresentando crescimento significativo a partir do final da década de 1990. No período compreendido entre 1999 a 2012, a área manejada organicamente no mundo elevou-se 240,9%, passando de 11 milhões de hectares para 37,5 milhões de hectares, enquanto que o mercado de produtos orgânicos cresceu 319,7% neste mesmo período, passando de US\$ 15,2 bilhões, em 1999 para US\$ 63,8 bilhões, em 2012. Já o número de produtores orgânicos cresceu de 1,6 milhões de produtores, em 2010, para 1,9 milhões de produtores, em 2012, uma elevação de 18% (WILLER; LERNOUD, 2014).

No Brasil, os dados sobre a produção orgânica são escassos e não sistematizadas por órgãos ou entidades federais (MAPA, 2007). Mesmo assim, Souza e Alcântara (2003) observaram o crescimento de 10% ao ano na demanda por produtos orgânicos no país, com cerca de 70% do volume

destinado à exportação, principalmente pelos elevados ágios obtidos pelos produtos certificados, que variaram entre 30% a 60%, dependendo do produto. Dados do Sebrae (2014) apontam intenso crescimento da demanda por produtos orgânicos no país, resultando num crescimento de 20% ao ano no mercado orgânico brasileiro.

O Brasil é considerado o país com maior potencial para o crescimento da produção e consumo de produtos orgânicos no mundo, uma vez que a área cultivada sob esse sistema ainda é incipiente (em torno de 2%) frente ao total de terras agricultáveis do país e entre 50-70% da produção apresenta como principal destino a exportação (MADAIL; BELARMINO; BINI, 2011).

A quantificação de dados referentes à área cultivada e volume produzido de milho em sistema orgânico no Brasil é bastante imprecisa e de difícil acesso, pois não há estatísticas abrangentes e confiáveis do setor, sendo as informações geralmente cedidas por certificadoras e órgãos relacionados à extensão rural (FONTANETTI, 2008). O IBD Inspeções e Certificações Agropecuárias e Alimentícias têm registrado, em 2016, 92 projetos certificados de milho orgânico, incluindo produtores, associações e cooperativas (IBD, 2016). No país, os produtos com maiores volumes de produção orgânica são o açúcar, o café, o frango, o fumo, a laranja, as olerícolas, os ovos e a soja (MADAIL; BELARMINO; BINI, 2011). Mas o milho, por sua ampla utilização na alimentação humana e animal e pela expansão do mercado orgânico no país, é um produto com elevado potencial de exploração em sistemas orgânicos (CORRÊA, 2009).

A produção de grãos ou silagem de milho em sistema orgânico deve aumentar para atender a demanda do mercado. Porém, para a produção tanto de grãos, quanto de silagem, entre as atuais cultivares disponíveis no mercado, apenas parte são cultivares não transgênicas e dentre essas reduzida parcela é composta por variedades.

Apesar dos híbridos poderem ser utilizados em sistemas orgânicos, as variedades são viáveis para agricultores que utilizam menores quantidades de insumos e para regiões ou épocas de plantio com limitações para altas

produtividades, além do fato das sementes de variedades poderem ser produzidas e mantidas pelos próprios agricultores (GUIMARÃES *et al.*, 2009).

Além disso, a Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011) determinava que, a partir de dezembro de 2013, a produção orgânica só poderia ser obtida com uso de sementes orgânicas. Porém, como não há produção suficiente de sementes orgânicas que atendam a demanda, o prazo final para o cumprimento dessa exigência foi adiado para dezembro de 2016. Desse modo, a produção das próprias sementes é a forma mais adequada do produtor orgânico cumprir a legislação.

Outra opção para uso em sistemas orgânicos são as variedades crioulas, selecionadas pelo próprio agricultor. Essas cultivares, por serem melhores adaptadas às condições ambientais locais, são viáveis técnica e economicamente, pois apresentam baixo custo, possibilidade de ser armazenada de uma safra agrícola para outra e potencial produtivo adequado, principalmente quando associadas a um incremento tecnológico no manejo, assegurando a autonomia das propriedades, principalmente as familiares (ABREU; CANSI; JURIATTI, 2007; CARPENTIERI- PÍPOLO *et al.*, 2010). Populações crioulas mostram-se importantes por serem fontes de variabilidade na busca por genes que conferem resistência ou tolerância à fatores bióticos ou abióticos (ARAÚJO; NASS, 2002).

Análises genéticas indicam elevada variabilidade em relação à similaridade genética entre variedades crioulas e comerciais de milho, com algumas variedades crioulas apresentando proximidade genética muito grande à variedades comerciais, mas outras variedades apresentando maior distanciamento genético entre as populações de milho crioulos e as cultivares lançadas no mercado (COIMBRA *et al.*, 2010; MOLIN, 2012).

Meneguetti, Girardi e Reginatto (2002) apontam que a utilização de cultivares crioulas mostra-se viável, tanto técnica quanto economicamente, uma vez que estas podem apresentar desempenho semelhante ou até mesmo superior quando comparadas às variedades comerciais e híbridas. De acordo com Araujo *et al.* (2013) o incremento tecnológico do manejo pode maximizar também o desempenho agrônômico de cultivares crioulas.

Como ocorre no sistema convencional, a escolha das variedades, deve levar em conta a resistência ou tolerância aos estresses mais prováveis da região e do sistema de cultivo (hídrico, nutricional, térmico, radiante, pragas e doenças), uma vez que os fatores genéticos, as condições ambientais e de manejo são condicionantes para o adequado rendimento da cultura. As variações na temperatura do ar, na disponibilidade de radiação solar e hídrica influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta (FORSTHOFER *et al.*, 2006).

Para a ensilagem, as características mais desejáveis à época da colheita são: elevada produção de matéria seca (MS), altas concentrações de proteína bruta (PB) e energia, conferindo alta digestibilidade ao material e elevada taxa de matéria seca, o que garante adequada fermentação (LAUER; COORS; FLANNERY, 2001).

Assim, a hipótese desse estudo é que variedades comerciais e crioulas de milho podem apresentar competitividade e adequados parâmetros de qualidade e produtividade em sistema orgânico. Foram conduzidos experimentos em duas localidades (Araras, SP e Muzambinho, MG) com condições edafoclimáticas e altitudes distintas, com os objetivos:

- a) Avaliar, nas duas localidades, as características agronômicas e os componentes de produção de grãos de sete variedades de milho, sendo cinco comerciais e duas crioulas, em sistema orgânico de produção;
- b) Avaliar, nas duas localidades, características de produção e bromatológicas da silagem de planta inteira de sete variedades de milho, sendo cinco comerciais e duas crioulas, em sistema orgânico de produção.

2. REFERÊNCIAS

ABREU L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microregião de Chapecó. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1230-1233, 2007.

ARAUJO, A. V. *et al.* Desempenho agrônomico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

BRASIL. **Lei nº 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 27 mar. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa Nº 46**, de 6 de outubro de 2011. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em 20 dez. 2015.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. *et al.* Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 229-232, 2010.

COIMBRA, R. R. *et al.* Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 159-166, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Décimo Segundo Levantamento de Grãos da Safra Brasileira 2014/2015**. Brasília: CONAB, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

CORRÊA, M. L. P. **Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CRUZ, J. C. *et al.* **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42 p. (Circular Técnica, 159).

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Piracicaba: Guaíba Agropecuária, 2004. 360p.

FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. 2008. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FORSTHOFER, E. L. *et al.* Desempenho agronômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e época de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

GUIMARÃES, L. J. M. *et al.* **Comportamento de variedades de milho em diversas regiões do Brasil**: ano agrícola 2007/08. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Comunicado Técnico, 168).

IBD CERTIFICAÇÕES. **Produtos e clientes certificados**. 2016. Disponível em: <<http://ibd.com.br/pt/ProdutosClientesAprovados.aspx>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário** **2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm>. Acesso em: 10 mar. de 2015.

LAUER, J. G.; COORS, J. G.; FLANNERY, P. J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **Crop Science**, v.41, p.1449-1455, 2001.

MADAIL, J. C. M.; BELARMINO, L. C.; BINI, D. A. A evolução da produção e mercado de produtos orgânicos no Brasil e no mundo. **Revista Científica da Ajes**, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2011.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 12-17, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Cadeia produtiva de produtos orgânicos**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.108 p.

MOLIN, D. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho**: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 09-25.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. **Silagem**: oportunidades e pontos críticos. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 10 p. (Comunicado Técnico, 43).

PEREIRA, J. R. A. O mercado de silagem de milho no Brasil. 2013. Disponível em:<http://www.milkpoint.com.br/mypoint/253066/p_o_mercado_de_silagem_d_e_milho_no_brasil_cadeia_produtiva_graos_milho_silagem_mercado_5217.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Cresce mercado para os orgânicos no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae2014/Alertas/Cresce-mercado-para-os-org%C3%A2nicos-no-Brasil#.VHXAvDHF_UU>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SOUZA, A. P. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. **Produtos orgânicos**: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mercado internacional. Planeta orgânico, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2000_e0041.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.

WILLER, H.; LERNOUD, J. The World of Organic Agriculture 2014: Summary. In. _____ (eds.). **The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2014**. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 2014, p. 23-32.

ZAFALON, M. Caminho sem volta. Antes patinho feio destinado ao mercado interno, milho se consolida como produto importante nas exportações do país. **Folha de São Paulo**, São Paulo, ano 95, n. 31.692, p.A17, 09 jan. 2016.

**3. CAPÍTULO I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES
COMERCIAIS E CRIOULAS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO**

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES COMERCIAIS E CRIOULAS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

Autor: Otavio Duarte Giunti

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. ANASTÁCIA FONTANETTI

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. ARIANA VIEIRA SILVA

RESUMO

A redução no número de variedades comerciais disponíveis, a partir da liberação de cultivares transgênicas de milho, compromete a autonomia e a consolidação de sistemas orgânicos de produção. Objetivou-se avaliar, em duas localidades com altitudes distintas, as características agronômicas e os componentes de produção de cinco variedades comerciais (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga e UFVM 200 – Soberano) e duas variedades crioulas (Santa Rita 1 e Santa Rita 2) de milho, em sistema orgânico de produção. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2x7, sendo o primeiro fator dois locais com altitudes distintas (Muzambinho/MG, 1100 m de altitude e Araras/SP, 665 m de altitude) e o segundo fator composto por sete variedades de milho, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Avaliou-se diâmetro de colmo, altura de plantas, altura de inserção e número de folhas acima da espiga superior, índice de clorofila total Falker, teor de nitrogênio foliar, número de fileiras por espiga, de grãos por fileira e de grãos por espiga, acamamento, estande final, peso de 1000 grãos e produtividade. O ambiente, principalmente os efeitos da altitude, temperatura média noturna e diurna e a distribuição da precipitação pluviométrica, mostrou-se o fator mais importante para o rendimento de grãos de milho. O desempenho agronômico de todas as variedades foi superior em Muzambinho. A variedade Piratininga apresentou adequado desempenho agronômico tanto em alta quanto em baixa altitude. Ainda, as variedades crioulas apresentaram desempenho agronômico semelhante ao das variedades comerciais nos dois locais, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais em sistema orgânico.

Palavras-chave: Altitude. Parâmetros fitométricos. Precipitação pluviométrica.
Zea mays L.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF COMMERCIAL VARIETIES AND MAIZE LANDRACES IN ORGANIC SYSTEM

Author: Otavio Duarte Giunti

Adviser: Prof^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Co-adviser: Prof^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

ABSTRACT

The reduction in the number of commercial varieties available, from the release of transgenic maize varieties, can compromise the autonomy and consolidation of organic production systems. The objective was to evaluate in two locations with different altitudes, the agronomic performance and yield components of five commercial varieties (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga and UFVM 200 – Soberano) and two maize landraces (Santa Rita 1 and Santa Rita 2) in organic system. The experiment was carried out in a 2x7 factorial, with the first factor two sites with different altitudes (Muzambinho/MG, 1100 m altitude e Araras/SP, 665 m altitude) and the second factor consisted seven corn varieties, in a randomized block with four replications. Evaluated stalk diameter, plants height, insertion height of the upper ear, leaf number above the upper ear, total chlorophyll content, leaf nitrogen content, number of rows per ear, grain number per row, number of grains per ear, lodging, final stand, 1000 grain weight and productivity. The environment, particularly the effect of altitude, average nighttime and daytime temperature and distribution of rainfall proved to be the most important factor in the yield of maize. The agronomic performance of all varieties was higher in Muzambinho. The variety best suited to Araras is Piratininga, while for Muzambinho, the most suitable varieties are Bandeirante and Piratininga. Still, the landraces showed agronomic performance similar to that of commercial varieties in both locations, indicating that they can be used in commercial crops under organic management.

Key words: Altitude. Phytometrics parameters. Rainfall. *Zea mays* L

3.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vêm se observado um aumento no desenvolvimento da agricultura orgânica em vários países do mundo, principalmente no Brasil, em função da demanda de um mercado consumidor cada vez mais exigente por alimentos produzidos de modo sustentável, sem o uso de insumos químicos (ALENCAR *et al.*, 2013). Nesse sentido, o milho (*Zea mays* L.), por sua intensa utilização na alimentação humana e animal, poderá atingir os mercados nacional e internacional de produtos orgânicos, mediante o aumento da produção deste cereal no sistema orgânico.

Com a liberação das cultivares transgênicas em 2008 pelo Governo Federal, houve uma redução na oferta de genótipos de milho convencionais. Para o plantio na safra 2014/2015, foram disponibilizadas comercialmente 478 cultivares de milho, 11 a mais do que na safra anterior, sendo 292 cultivares transgênicas e 186 cultivares convencionais. Dessas, apenas 32 são variedades, correspondendo a 6,69% do total disponibilizado, representando redução de 13,5% no total de variedades disponibilizadas na safra anterior (CRUZ; PEREIRA FILHO, SIMÃO, 2014).

A despeito das variedades manifestarem menor potencial produtivo que a maioria dos híbridos, apresentam-se como alternativa viável para agricultores que utilizam menores quantidades de insumos e para regiões ou épocas de plantio com limitações para altas produtividades, além do fato das sementes de variedades poderem ser produzidas e mantidas pelos próprios agricultores (GUIMARÃES *et al.*, 2009).

A capacidade de rendimento dos grãos de milho está associada, principalmente, à eficiência metabólica, interceptação da radiação pelo dossel, eficiência na translocação de fotoassimilados e capacidade de dreno, sendo a intensidade luminosa, a precipitação e as temperaturas variáveis com maior influência na produção de grãos e matéria seca pela cultura (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009; FORSTHOFER *et al.*, 2006; MAGALHÃES; SOUZA, 2011).

A quantidade de radiação incidente depende da localização geográfica, da latitude e altitude. A altitude tem efeito direto na variação da temperatura diurna e noturna. O milho semeado em maiores altitudes apresenta maior

número de dias para atingir o pendoamento, aumentando o ciclo e também o rendimento de grãos. Porém, com condições adequadas de manejo e escolha correta da cultivar, o milho semeado em baixas altitudes pode também apresentar elevado rendimento de grãos e de matéria seca (ARGENTA *et al.*, 2003).

A determinação do potencial de produção de grãos de milho em sistema orgânico e em distintas altitudes é fundamental para a recomendação adequada das variedades a serem utilizadas. Assim, objetivou-se avaliar em duas localidades com altitudes distintas, as características agronômicas e os componentes de produção de sete variedades de milho, em sistema orgânico de produção.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2014/2015 foram instaladas duas unidades experimentais, em altitudes distintas: a unidade 1 foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Araras (SP), em Latossolo Vermelho distrófico, situada a 665 m de altitude (latitude 22°18'27,75" Sul e longitude 47°23'09,83" Oeste), clima Cwa, segundo Köppen (1948). A área está em manejo orgânico há aproximadamente seis anos. A unidade experimental 2 foi instalada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, situada a 1100 m de altitude (latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste), clima Cwb, segundo Köppen (1948). A área não foi cultivada anteriormente em manejo orgânico, mas estava em pousio nas três safras anteriores (2011/12, 2012/13 e 2013/14).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, sendo o primeiro fator dois locais de plantio (Araras, com altitude de 665 m e Muzambinho, com 1100 m de altitude) e o segundo fator composto por sete variedades de milho (cinco variedades comerciais: AL Avaré, AL Bandeirante, AL Piratininga, Cativerde 02 e UFVM 200 – Soberano e

duas variedades crioulas, denominadas Santa Rita 1 e Santa Rita 2), com quatro repetições, totalizando 28 parcelas em cada local.

As variedades crioulas foram selecionadas em um banco particular de sementes e cedidas por um produtor do município de Santa Rita de Caldas/MG. É uma propriedade pequena, caracterizada como familiar e localizada a 1080 m de altitude, enquadrando-se no clima tipo Cwb, segundo Köppen (1948).

A parcela experimental foi constituída de oito linhas com 5,0 m de comprimento espaçadas em 0,8 m, com cinco plantas por metro e densidade populacional de 62.500 plantas ha⁻¹. A área total de cada parcela foi de 32 m², com avaliação das duas linhas centrais de cada parcela, excluindo 0,5 m de cada extremidade das linhas, totalizando área útil de avaliação de 6,4 m².

Inicialmente foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0-20 cm, para caracterização química do solo. Para as análises, seguiu-se a metodologia proposta pelo manual da Embrapa (CLAESSEN, 1997). Os resultados das análises de solo das áreas experimentais encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura do experimento. Muzambinho/MG e Araras/SP, ano agrícola 2014/15.

Amostra	P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V
	(mg/ dm ³)	(g/ dm ³)	(CaCl ₂)	----- (mmol _c /dm ³) -----						(%)
MZ	45	33	5,4	6,2	28	10	33	44,1	77,1	57
AR	9	19	5,6	3,4	23	9	27	35	61,5	57

MZ – Muzambinho; AR – Araras.

Para a adubação utilizou-se, nas duas localidades, 10,0 t ha⁻¹ em peso seco e com respectiva correção de umidade, do composto Visafétil Orgânico[®], contendo 1,30% de N; 3,13% de P₂O₅; 1,62% de K₂O; 11,11% de CaO; 0,98% de MgO; 1,50% de SO₄; 69,2 ppm de Cu; 561,4 ppm de Fe; 511,2 ppm de Mn; 766,0 ppm de Zn; 37,40% de umidade e pH de 8,0. A dosagem utilizada seguiu a recomendação de Coelho (2006), visando suprir a dose de 130 kg ha⁻¹

de nitrogênio, para uma produtividade esperada de grãos de 6 a 8 t ha⁻¹. A dose total do composto foi aplicada uma única vez, distribuída na linha de semeadura, por ocasião do plantio.

O preparo do solo em pré-plantio foi feito mediante uma operação de aração e duas de gradagens. A semeadura foi realizada no dia 04/12/2014 em Muzambinho e no dia 17/12/2014 em Araras. Aos 25 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste nas parcelas, para o estabelecimento da população de 55.000 plantas de milho por hectare.

As sementes das variedades comerciais e crioulas não receberam tratamento. O controle das plantas espontâneas foi realizado por meio de três capinas manuais, realizadas nos estádios V4 (quatro folhas expandidas), V8 (oito folhas expandidas) e VT (pendoamento) do milho e, para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797), foi realizada uma aplicação do inseticida biológico Dipel WP[®] (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) na dose de 500 g ha⁻¹ (16,80 g ha⁻¹ de ingrediente ativo).

Para coleta de dados foram marcadas, ao acaso, 10 plantas na área útil de cada parcela e, no estágio fenológico R1 (florescimento feminino) avaliou-se: a) diâmetro médio de colmo, em milímetros, medido na metade do primeiro entrenó expandido; b) altura média das plantas, em centímetros, medindo-se do nível do solo à base da inserção da folha bandeira; c) a altura média de inserção da espiga superior, em centímetros, medindo-se do nível do solo até a inserção da espiga superior; d) o número médio de folhas acima da espiga superior; e) índice de clorofila Falker (ICF) total, utilizando-se o aparelho ClorofiLOG (FALKER, 2008), com leituras no terço inferior, médio e superior da folha inteira, oposta e abaixo da espiga superior de cada planta e, f) determinação do teor de nitrogênio foliar (N) em laboratório. Para a determinação do teor de N foliar, seguiu-se a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), com a coleta da folha oposta e abaixo da espiga superior, sendo amostradas 10 folhas por parcela, posteriormente secas em estufa, moídas em moinho tipo Willey e encaminhadas para a análise química em laboratório.

Todas as espigas das duas linhas centrais das parcelas foram colhidas no estádio R6, quando os grãos apresentaram aproximadamente 18 a 21% de umidade e avaliaram-se: a) número médio de plantas acamadas, computadas aquelas que apresentaram tombamento natural, com resultados expressos em porcentagem; b) número médio de fileiras por espiga; c) número médio de grãos por fileira; d) número médio de grãos por espiga; todas as avaliações realizadas em dez espigas por parcela; e) estande final, expresso em plantas parcela⁻¹; f) massa de 1000 grãos, obtida do total de grãos oriundos da debulha de todas as espigas das duas linhas centrais da parcela útil, com retirada de quatro amostras ao acaso, as quais foram submetidas à pesagem, além da determinação imediata de umidade e; h) produtividade, expressa em kg parcela⁻¹. Os valores do estande final foram convertidos em plantas ha⁻¹, assim como os valores da produtividade foram convertidos em kg ha⁻¹. Para a determinação da massa de 1000 grãos e da produtividade, houve correção para 13% de umidade.

Os dados meteorológicos referentes à precipitação pluvial, temperatura do ar (máxima, média, mínima e temperatura média noturna) e radiação solar foram obtidos nas Estações Meteorológicas Automáticas da UFSCar, *campus* Araras (SP) e do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho (MG), com o cálculo da soma térmica levando em consideração a temperatura basal da cultura em 10° C (Tabelas 2 e 3). A partir desses dados foi elaborado o balanço hídrico mensal para as duas localidades (Figuras 1 e 2), seguindo a metodologia proposta por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Tabela 2 – Radiação total incidente, soma térmica e radiação incidente por unidade de tempo térmico, para estádios compreendidos entre a emergência e oito folhas expandidas (Ve a V8) e V8 e o florescimento feminino (R1). Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Estádio de desenvolvimento	Radiação solar (cal cm ⁻² dia ⁻¹)		Soma térmica (°C dia ⁻¹)		Radiação solar (unidade de tempo ⁻¹)	
	AR	MZ	AR	MZ	AR	MZ
Ve a V8	515,42	498,05	15,92	12,95	32,37	38,46
V8 a R1	541,74	494,51	14,74	12,12	36,75	40,80

AR – Araras. Fonte: Estação automática da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras; MUZ – Muzambinho. Fonte: Estação meteorológica automática do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho.

Tabela 3 – Temperatura média diária, temperatura média noturna e precipitação pluviométrica nos estádios compreendidos entre o plantio e quatro folhas expandidas (V4), V4 e oito folhas expandidas (V8), V8 e o florescimento feminino (R1), R1 e a colheita dos grãos de milho (R6). Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Estádio de desenvolvimento	Temperatura média 24 horas (°C)		Temperatura média noturna (°C)		Precipitação (mm)	
	AR	MZ	AR	MZ	AR	MZ
Plantio a V4	24,68	20,50	22,86	19,67	167,20	344,00
V4 a V8	24,78	22,73	23,13	22,12	174,30	190,20
V8 a R1	23,74	20,84	21,67	20,78	163,10	256,60
R1 a R6	20,21	18,29	19,16	16,69	344,30	392,40
Total	-	-	-	-	849,90	1183,2

AR – Araras. Fonte: Estação automática da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras; MZ – Muzambinho. Fonte: Estação meteorológica automática do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho.

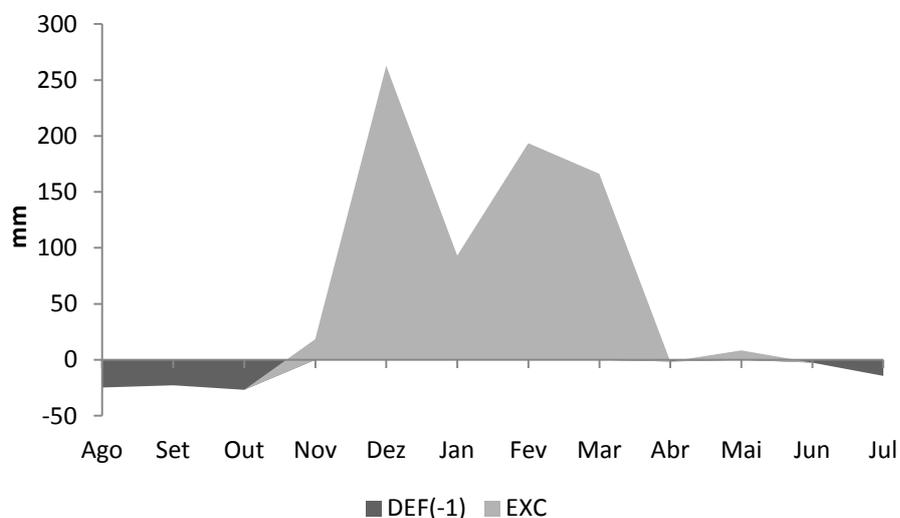


Figura 1: Balanço hídrico mensal, Muzambinho (MG), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.

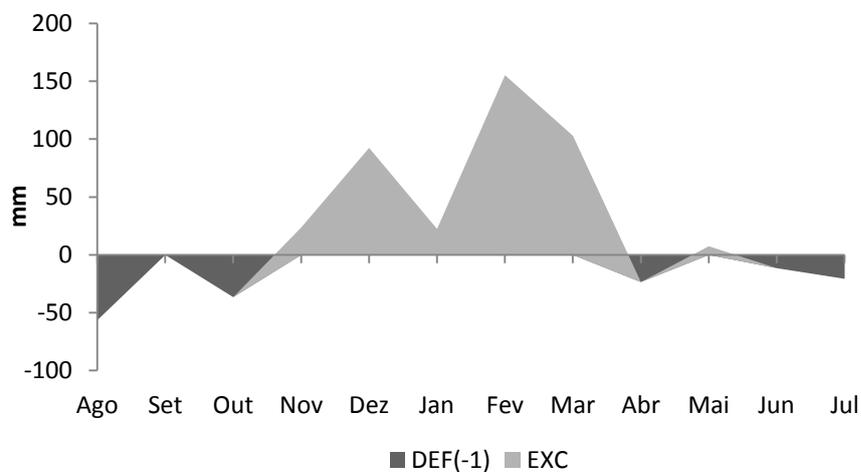


Figura 2: Balanço hídrico mensal, Araras (SP), no período de agosto de 2014 a julho de 2015.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis número de folhas acima da espiga superior (NFAES), número de grãos por espiga (NGE) e produtividade de grãos (PROD) houve efeito da interação entre os fatores local e variedades (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para diâmetro de colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), número de folhas acima da espiga superior (NFAES), índice de clorofila total Falker (ICF) e teor de nitrogênio foliar (N) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado Médio					
		DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	NFAES	ICF	N (g kg ⁻¹)
LC	1	1232,53*	90458,04*	53500,26*	9,20*	0,96 ^{ns}	267,53*
VAR	6	4,53 ^{ns}	16819,99*	15741,35*	0,23 ^{ns}	22,02*	4,65 ^{ns}
LC X VAR	6	6,95 ^{ns}	155,39 ^{ns}	172,26 ^{ns}	0,35**	3,50 ^{ns}	3,99 ^{ns}
CV (%)		8,30	6,60	8,16	6,31	4,12	7,19

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NGE) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado Médio		
		NFE	NGF	NGE
LC	1	36,32*	172,20**	173416,53*
VAR	6	7,30*	11,54 ^{ns}	7958,18*
LC X VAR	6	0,30 ^{ns}	8,91 ^{ns}	3377,85**
CV (%)		5,55	7,13	8,15

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para porcentagem de acamamento (ACA), estande final (EF), peso de 1000 grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) das plantas em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado Médio			
		ACA (%)	EF	P1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
LC	1	7,14 ^{ns}	1,59x10 ^{9*}	3601,46 ^{**}	296814450,21 [*]
VAR	6	403,71 [*]	2548007,95 ^{ns}	2178,54 ^{**}	5809208,19 [*]
LC X VAR	6	47,02 ^{ns}	5356121,95 ^{ns}	678,88 ^{ns}	3610562,64 ^{**}
CV (%)		18,80	3,35	7,26	17,46

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

No município de Araras (SP) foram verificados menores valores para os parâmetros NFAES, NGE e PROD para todas as variedades, exceto para o parâmetro NFAES para a variedade Santa Rita 2 (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 – Valores médios do número de folhas acima da espiga superior (NFAES) e número de grãos por espiga (NGE) de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	AR		MZ	
	NFAES		NGE	
Avaré	5,83 Ba	6,80 Aa	473,75 Ba	545,50 Aab
Bandeirante	5,60 Bab	6,53 Aa	426,75 Bab	577,18 Aa
Cativerde 02	4,98 Bb	6,53 Aa	465,30 Ba	534,95 Aab
Piratininga	5,82 Ba	6,40 Aa	440,80 Bab	599,40 Aa
Santa Rita 1	5,73 Bab	6,45 Aa	404,30 Bab	557,00 Aab
Santa Rita 2	6,10Aa	6,28 Aa	375,30 Bb	474,98 Ab
Soberano	5,73Bab	6,48 Aa	438,10 Bab	514,58 Aab

AR – Araras; MZ – Muzambinho. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si.

Tabela 8 – Valores médios da produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹, de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	PROD (kg ha ⁻¹)	
	AR	MZ
Avaré	4470,24 Bab	8187,26 Ab
Bandeirante	4212,57 Bab	11449,76 Aa
Cativerde 02	4218,41 Bab	8020,84 Ab
Piratininga	6388,11 Ba	9876,33 Aab
Santa Rita 1	3335,59 Bb	8701,94 Ab
Santa Rita 2	4898,79 Bab	8724,17 Ab
Soberano	3929,95 Bab	8724,57 Ab

AR – Araras; MZ – Muzambinho. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si.

Em Araras, a variedade Cativerde 02 apresentou menor NFAES, estatisticamente semelhante ao encontrado nas variedades Bandeirante, Santa Rita 1 e Soberano. Já em Muzambinho, não houve diferença significativa entre as variedades, para esse parâmetro (Tabela 7). De acordo Costa *et al.* (2005), a quantidade de folhas acima da espiga é essencial para proporcionar bom rendimento da cultura, uma vez que estas são o centro da produção de carboidratos, responsáveis pela nutrição dos órgãos vegetativos e reprodutivos. No caso da variedade Cativerde 02 em Araras, mesmo com menor valor de NFAES, tal fato não reduziu o NGE e a produtividade, em relação às demais variedades.

No que diz respeito ao NGE, em Araras, as variedades Avaré e Cativerde 02 apresentaram os maiores valores, semelhantes aos obtidos pelas variedades Santa Rita 1, Bandeirante, Soberano e Piratininga. Em Muzambinho, as variedades Bandeirante e Piratininga apresentaram valores mais elevados, semelhantes aos das variedades Avaré, Cativerde 02, Santa Rita 01 e Piratininga (Tabela 7).

A variedade Bandeirante mostrou-se a mais produtiva em Muzambinho, mas não se diferiu da variedade Piratininga. Em Araras, a variedade Piratininga apresentou maior produtividade de grãos, mas semelhante às variedades Avaré, Bandeirante, Cativerde 02, Santa Rita 2 e Soberano (Tabela 8). Os valores obtidos em Muzambinho foram superiores às médias obtidas por Freitas *et al.* (2013), em onze ambientes no norte/oeste de São Paulo, em

sistema convencional e em baixas altitudes, para as variedades Avaré, Piratininga e Bandeirantes. Porém, para o município de Araras esses valores foram menores, exceto para a Piratininga. A produtividade de grãos das variedades Piratininga e Bandeirante, em Muzambinho, também se mostrou superior às médias obtidas por essas variedades em quinze ensaios de milho em sistema convencional, realizados em três anos agrícolas (2007/08, 2008/09 e 2009/10), no estado de São Paulo (CATI, 2010). E, em Araras, as variedades apresentaram produtividades semelhantes às obtidas por algumas variedades testadas por Cruz *et al.* (2009) em sistema orgânico de produção, em Sete Lagoas (MG), superando a média obtida pela variedade Piratininga.

As variedades crioulas Santa Rita 1 e 2 apresentaram produtividade semelhante à obtida pela maioria das variedades comerciais, tanto em Muzambinho, quanto em Araras, semelhante aos resultados obtidos por Carpentieri-Pípolo *et al.* (2010), que observaram desempenho análogo entre variedades crioulas e comerciais, em sistemas de manejo com baixo nível tecnológico. Araújo Junior *et al.* (2015), ao compararem o desempenho produtivo de cinco variedades de milho crioulos com o de um híbrido comercial, em manejo orgânico, no semiárido potiguar, não verificaram diferenças na produção entre as cultivares testadas.

Observando as variações de temperatura e de radiação solar incidente nos dois ambientes de plantio (Tabela 2) nota-se que, em Araras, houve maior disponibilidade de radiação solar por superfície, assim como maior número de unidades térmicas acumuladas por dia, para a temperatura basal da cultura em 10°C, nos estádios fenológicos compreendidos entre Ve (emergência) e V8 (oito folhas expandidas) e entre este último e R1 (florescimento). Tal situação deve-se, provavelmente, à ocorrência de temperaturas mais elevadas (diurnas e noturnas) no município de Araras (Tabela 3). Em contrapartida, em Muzambinho foram observados valores mais elevados da radiação solar disponível por unidade de tempo térmico para os estágios compreendidos entre Ve e R1, com percentuais de diferença de 18,81% no período compreendido entre Ve e V8 e 11,02% entre V8 e R1 (Tabela 2). Assim, a maior relação entre a radiação disponível por unidade térmica de desenvolvimento verificada

no início do período de enchimento de grãos favoreceu o incremento no rendimento do milho em Muzambinho. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Argenta *et al.* (2003), ao compararem a produtividade de milho em ambientes com altitudes distintas, em Santa Catarina.

Temperaturas elevadas aumentam a respiração e o consumo energético, reduzindo a taxa de fotossíntese líquida e, conseqüentemente, a produção da cultura. Ao contrário, temperaturas amenas resultam em maior eficiência na conversão de radiação solar em carbono orgânico, que é melhor repartido entre os grãos, resultando em maiores potenciais de produtividade, conforme verificado por Bratchvogel *et al.*, 2009 e Galon *et al.*, 2010.

A precipitação pluviométrica total foi adequada para o milho nos dois locais de plantio. Porém, em Muzambinho, foi superior e melhor distribuída durante os estádios de desenvolvimento da cultura (Tabela 3). De acordo com Fancelli (2015), o milho exige entre 400 a 600 mm de precipitação para que alcance índices adequados de produtividade. Esses valores foram ultrapassados nos dois municípios, mas, ao se analisar o balanço hídrico de Araras (Figura 2), observa-se que no mês de abril de 2015, com a cultura no estágio de grão pastoso (R3) ocorreu deficiência hídrica (5,8 mm de precipitação). Fancelli (2015) indica que a ocorrência de restrições hídricas nesse período pode incidir em maior porcentagem de grãos leves e com menor diâmetro, comprometendo a produção da cultura, o que pode ter resultado em menor produtividade de grãos em Araras.

O local de plantio afetou significativamente a maioria das variáveis analisadas, com exceção do índice de clorofila total Falker (ICF) e porcentagem de acamamento (% ACA). O melhor desempenho agrônômico, independente das variedades de milho foi observado no município de Muzambinho (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios de diâmetro de colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), índice de clorofila total Falker (ICF), teor de nitrogênio foliar (N), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), porcentagem de acamamento (ACA), estande final (EF) e peso de 1000 grãos (P1000) das plantas em função de locais de plantio. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Local	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	ICF	N
Araras	23,01 b	235,78 b	138,78 b	54,97 a	22,95 b
Muzambinho	32,39 a	316,16 a	200,60 a	55,23 a	27,33 a
	NFE	NGF	ACA (%)	EF (plantas ha ⁻¹)	P1000 (g)
Araras	12,78 b	34,31 b	24,64 a	43761,00 b	322,98 b
Muzambinho	14,39 a	37,82 a	25,36 a	54441,86 a	339,01 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

O déficit hídrico ocorrido no município de Araras em abril de 2015 (Figura 2) pode ter refletido em menor número de fileiras por espiga (NFE), de grãos por fileira (NGF) e de peso de 1000 grãos (P1000), fato que pode ter contribuído para a menor produtividade de grãos nessa localidade (Tabelas 8 e 9).

A menor produtividade de grãos de milho em Araras deve-se também ao menor teor de nitrogênio foliar (Tabela 9) e ao menor teor de matéria orgânica no solo observado na área experimental (Tabela 1). Em Muzambinho, os teores de N foliar mostraram-se superiores aos obtidos em Araras, com teor médio próximo ($27,33 \text{ g kg}^{-1}$) da faixa adequada de $27,5$ a $32,5 \text{ g kg}^{-1}$ para a cultura no milho (MALAVOLTA, VITTI, OLIVEIRA, 1997). Já em Araras, o teor médio de N foliar ($22,95 \text{ g kg}^{-1}$) foi abaixo do considerado adequado. Folhas com teores adequados de N, por assimilarem maior quantidade de CO_2 e sintetizarem mais carboidratos na fotossíntese, acumulam mais biomassa seca, resultando em maior rendimento de grãos (KAPPES *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2012). Já em relação ao teor de matéria orgânica no solo, em Muzambinho este foi de 33 g dm^{-3} ou 3,3%, enquanto em Araras, apresentou-se em 19 g dm^{-3} ou 1,9% (Tabela 1). Estima-se que, para cada 1% de matéria orgânica do solo, exista uma disponibilidade de 20 kg N ha^{-1} (COELHO *et al.*, 2011). Desse modo, em Muzambinho, houve uma

disponibilidade de N no solo via matéria orgânica 74% superior ao verificado em Araras. De acordo com Lara Cabezas (2011), um solo com acréscimo de 1,5% no teor de matéria orgânica do solo, sem a aplicação de fertilizantes, pode ter elevado seu potencial produtivo em 3.562 kg ha⁻¹ de grãos de milho.

O menor estande final de plantas observado em Araras (Tabela 9) soma-se aos fatores anteriores que podem ter influenciado o menor rendimento de grãos de milho nesse município. Mesmo ao se igualar os estandes finais nos dois municípios e calcular as médias de produtividade das variedades baseadas no estande final corrigido e igual para todas as variedades em ambos os locais avaliados, de 55.000 plantas ha⁻¹, observa-se que houve interação entre os fatores local e produtividade e todas as variedades apresentaram produtividades superiores em Muzambinho (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para produtividade de grãos (PROD) das plantas de milho em função de locais de plantio e variedades de milho, considerando o estande final para todas as variedades em 55.000 plantas ha⁻¹. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado médio PROD (Kg ha ⁻¹)
LC	1	178358813,32 [*]
VAR	6	6097462,59 [*]
LC x VAR	6	3582492,51 ^{**}
CV(%)		17

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 11 – Valores médios da produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹, de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades, para o estande final corrigido para 55.000 plantas ha⁻¹. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	AR	MZ
	PROD (kg ha ⁻¹)	
Avaré	5492,49 Bab	8601,94 Aab
Bandeirante	5248,28 Bab	11313,62 Aa
Cativerde 02	5295,27 Bab	8074,45 Ab
Piratininga	7807,69 Ba	9876,33 Aab
Santa Rita 1	4348,67 Bb	8701,94 Aab
Santa Rita 2	6164,47 Bab	8888,22 Aab
Soberano	4908,66 Bb	8794,15 Aab

AR – Araras; MZ – Muzambinho. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si.

Desse modo, é possível afirmar que o estande interferiu nos resultados de produtividade em Araras, mas por si só não foi um fator determinante para as baixas produtividades nesse município, pois mesmo com o estande semelhante nos dois municípios, todas as variedades apresentaram menores produtividades em Araras. Ao comparar os dados de produtividade com o estande igual nos dois municípios (Tabela 11) com os dados de produtividade com o estande final observado no campo (Tabela 8), verificou-se que em Araras, o comportamento das variedades foi semelhante, exceto no caso da Soberano, que diferiu estatisticamente da variedade Piratininga. Já em Muzambinho, os resultados das variedades Avaré, Santa Rita 1, Santa Rita 2 e Soberano, passaram a ser semelhantes aos das demais variedades, inclusive ao da variedade Bandeirante, com maior produtividade absoluta.

Para as variáveis altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), índice de clorofila total Falker (ICF), número de fileiras por espigas (NFE), porcentagem de acamamento (% ACA) e peso de 1000 grãos (P1000), observou-se efeito isolado das variedades (Tabelas 4, 5 e 6).

Os menores valores de AP foram verificados para as variedades Avaré, Piratininga, Bandeirantes, Soberano e Cativerde 02 (Tabela 12), corroborando com os autores CATI (2010) e Cruz, Pereira Filho e Simão (2014).

Tabela 12 – Valores médios de altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga superior (AIE), índice de clorofila Falker total (ICF), número de fileiras por espiga (NFE), porcentagem de acamamento (ACA) das plantas e peso de 1000 grãos (P1000) em função das variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedades	AP (cm)	AIE (cm)	ICF
Avaré	243,88 bc	133,95 cd	56,34 a
Bandeirante	232,66 c	129,44 d	55,15 ab
Cativerde 02	252,53 bc	154,01 bc	55,85 a
Piratininga	266,98 b	157,44 b	56,52 a
Santa Rita 1	339,11 a	233,53 a	52,13 b
Santa Rita 2	343,55 a	232,36 a	53,53 ab
Soberano	253,06 bc	147,11 bcd	56,16 a
	NFE	ACA (%)	P1000 (g)
Avaré	14,13 a	17,63 e	329,41 ab
Bandeirante	14,33 a	27,13 bc	339,27 ab
Cativerde 02	14,20 a	18,63 de	315,30 ab
Piratininga	14,01 a	18,63 de	344,15 a
Santa Rita 1	12,75 bc	32,75 ab	339,91 a
Santa Rita 2	11,78 c	35,13 a	346,58 a
Soberano	13,90 ab	25,13 cd	302,34 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à AIE, as variedades Avaré, Soberano e Bandeirante apresentaram menores valores e semelhantes entre si, enquanto as variedades Piratininga e Cativerde 02 foram estatisticamente iguais, superiores à variedade Bandeirante e semelhante à variedade Soberano. Já as variedades Santa Rita 1 e Santa Rita 2 apresentaram a maior AP e AIE (Tabela 12). Freitas *et al.* (2013) ao avaliarem o desempenho de cultivares de milho nas regiões norte e oeste do estado de São Paulo, em condições de baixa altitude, obtiveram, como média de 11 experimentos, valores mais baixos para os parâmetros altura de plantas e de inserção da espiga superior para as variedades Bandeirante, Avaré e Piratininga. E Santos *et al.* (2015), ao avaliarem cultivares de milho em Andradina (SP), com altitude de 379 m, obtiveram, para a variedade Cativerde 02, valores próximos aos obtidos nesse estudo, no manejo convencional, mas inferiores quando no manejo orgânico. Valores elevados de altura de plantas e inserção de espigas são característicos em variedades crioulas de milho e os resultados assemelham-se aos obtidos

por Araujo *et al.* (2013), Fonseca; Parizotto; Mergener (2015) e Silveira *et al.* (2015).

No que diz respeito ao ICF, as variedades Avaré, Cativeverde 02, Piratininga e Soberano apresentaram valores superiores que, no entanto, não diferenciaram dos obtidos nas variedades Bandeirante e Santa Rita 2 (Tabela 12). Com exceção das variedades Santa Rita 1 e 2, as demais apresentaram ICF adequado para o estágio R1 de desenvolvimento do milho (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Alguns autores relatam relação positiva entre o ICF e a produtividade (COSTA *et al.*, 2012; HURTADO *et al.*, 2009), corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho para a variedade Santa Rita 1, que apresentou o menor ICF (Tabela 12) e também de produtividade dos grãos (Tabela 8).

Para o NFE, os menores valores foram observados nas variedades Santa Rita 2 e Santa Rita 1 que, por sua vez, não diferiu da variedade Soberano (Tabela 12). Segundo Gitti *et al.* (2012), o NFE é determinado pelo genótipo e não pelo ambiente, enquanto o NGF e o NGE, por sua vez, são mais afetados pelas condições ambientais.

Em relação à porcentagem de plantas acamadas, a variedade Santa Rita 2 apresentou o valor mais elevado, semelhante ao da variedade Santa Rita 1 que, por sua vez, não diferiu da variedade Bandeirante. Já a variedade Avaré apresentou menor porcentagem de acamamento, estatisticamente semelhante aos percentuais observados nas variedades Cativeverde 02 e Piratininga (Tabela 12). O acamamento poder ser consequência da altura elevada das plantas (DUETE *et al.*, 2008) e pode ser influenciado também pela altura de inserção das espigas e diâmetro dos colmos (FOLONI; SANTOS; BRIANCINI, 2008). No entanto, ressalta-se que a variedade Bandeirante, com menor AP e AIE em comparação às demais, apresentou porcentagem de acamamento superior a outras variedades com maior AP e AIE, como a Avaré e Piratininga (Tabela 12). Índices elevados de acamamento de plantas reduzem a eficiência operacional da colheita mecanizada, o que pode limitar a utilização das variedades com índices de acamamento mais elevados em áreas de maior extensão, mas podem não representar problemas para propriedades

familiares que realizam a colheita manual de milho, fato que ocorre em cerca de 40% das propriedades produtoras desse cereal no país (SANTOS,2009).

No que concerne ao peso de 1000 grãos, as variedades Piratininga, Santa Rita 1 e Santa Rita 2 apresentaram P1000 superior à variedade Soberano, sendo que nenhuma dessas diferiu estatisticamente das variedades Avaré, Bandeirante e Cativerde 02. Para esta variedade, o menor P1000 pode ter sido compensado, em parte, por um elevado número de grãos por espiga, uma vez que essa variedade não apresentou baixa produtividade de grãos (Tabela 12).

3.4. CONCLUSÕES

1. O ambiente, principalmente os efeitos da altitude e a distribuição da precipitação pluviométrica, mostrou-se o fator mais importante para o rendimento de grãos de milho quando em manejo orgânico. O desempenho agrônomo de todas as variedades foi superior quando cultivadas em maior altitude.
2. Nas condições do experimento, a variedade Piratininga apresentou bom desempenho agrônomo tanto em alta quanto em baixa altitude.
3. Nas condições experimentais, as variedades crioulas apresentaram desempenho agrônomo semelhante ao das variedades comerciais nos dois locais avaliados, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais sob manejo orgânico, observando que os elevados índices de acamamento das plantas dessas variedades pode reduzir a eficiência da colheita mecanizada dos grãos de milho, mas não representando um problema em áreas de colheita manual.

3.5. REFERÊNCIAS

ALENCAR, G. V. *et al.* Percepção ambiental e uso do solo por agricultores de sistemas orgânicos e convencionais, na chapada de Ibiapaba, Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 2, p. 217-236, 2013.

ARAUJO, A. V. *et al.* Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013.

ARAÚJO JUNIOR *et al.* Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no semiárido potiguar. **Holos**, ano 31, v. 3, p. 102-108, 2015.

ARGENTA, G. *et al.* Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 27-34, 2003.

BRACHTVOGEL, E. L. *et al.* Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. *et al.* Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 229-232, 2010.

CLAESSEN, M. E. C. (Org). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA- CNPS, 1997. 212 p. (Documentos, 1).

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

COELHO, A. M. *et al.* Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. (Ed. Técnico). **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Sistema de Produção, 1).

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRADA (CATI-DSMM). **Evolução das cultivares de milho variedades "AI" produzidas pela CATI**.

2010. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/MilhoCati/index.htm. Acesso em: 03 dez. 2015.

COSTA, A. S. V. da *et al.* Densidades populacionais de milho na região do Vale do Rio Doce. **Revista Ceres**, v. 52, n. 299, p. 33-44, 2005.

COSTA, N. R. *et al.* Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

CRUZ, J. C. *et al.* **Produtividade de variedades de milho em sistema orgânico de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 6 p. (Comunicado Técnico, 171).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014, 35 p. (Documentos, 167).

DUETE, R. R. C. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 50-76.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33 p.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. 69 p.

FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; BRIANCINI, R. Competição de cultivares de milho em espaçamento reduzido no ambiente safrinha do oeste paulista. **Colloquium Agrariae**, v. 4, n.2, p. 01-08, 2008.

FONSECA, D. J.; PARIZOTTO, C.; MERGENER, R. A. Cultivo agroecológico de cinco variedades de polinização aberta de milho no município de Campos Novos, SC. **Unoesc & Ciência**, v. 6, n. 1, p. 19-24, 2015.

FORSTHOFER, E. L. *et al.* Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e época de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

FREITAS, R. S. *et al.* Desempenho de cultivares de milho convencionais na região norte/oeste do estado de São Paulo nas safras 2011/12 e 2012/13. **Revista Núcleos**, edição especial, v. 10, n. 3, p. 117-124, 2013.

GALON, L. *et al.* Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, p. 18-38, 2010.

GITTI, D. C. *et al.* Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n.2, p. 156-168, 2012.

GUIMARÃES, L. J. M. *et al.* **Comportamento de variedades de milho em diversas regiões do Brasil**: ano agrícola 2007/08. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Comunicado Técnico, 168).

HURTADO, S. M. C. *et al.* Variação espacial da resposta do milho à adubação nitrogenada de cobertura em lavoura no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 300-309, 2009.

KAPPES, C. *et al.* Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

LARA CABEZAS, W. A. R. Matéria orgânica de solo: agente determinante da eficiência de fertilizantes nitrogenados. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 08, n. 2, p. 1-6, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Sistema de Produção, 1 – versão eletrônica). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/ecofisiologia.htm. Acesso em: 20 set. 2015.

NASCIMENTO, F. M. *et al.* Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 67-75, 2012.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, J. P. **Cultivo do milho**. Colheita e pós colheita. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Sistema de Produção, 2 – versão eletrônica).

Disponível em: <
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/colpragasa.htm>
Acesso em 20 mar. 2016.

SANTOS, N. C. B. *et al.* Características agronômicas e de desempenho produtivo de cultivares de milho-verde em sistema orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1807-1822, 2015.

SILVEIRA, D. C. *et al.* Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2015.

**4. CAPÍTULO II - PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS
DE SILAGENS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO**

PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE SILAGENS DE MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO

Autor: Otavio Duarte Giunti

Orientadora: Prof^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

RESUMO

A produção de silagem de milho em sistema orgânico, por constituir grande parte dos volumosos utilizados, é fundamental na consolidação das cadeias de produtos de origem animal em sistema orgânico. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e as características bromatológicas das silagens de cinco variedades comerciais (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga e UFVM 200 – Soberano) e duas variedades crioulas (Santa Rita 1 e Santa Rita 2) de milho em duas altitudes distintas, em sistema orgânico de produção. O delineamento utilizado foi blocos casualizados em esquema fatorial 2x7 com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois locais de produção, com altitudes de 665 e 1100 m e o segundo fator composto por sete variedades de milho. Avaliou-se o teor de nitrogênio foliar, a produtividade de matéria verde (MV), matéria seca (MS) e porcentagens de matéria seca total (MST), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) na silagem. Os parâmetros bromatológicos das silagens das variedades de milho analisadas nos dois locais apresentaram-se adequados para utilização na alimentação animal. O ambiente, principalmente os efeitos da altitude e temperatura média diurna e noturna, mostrou-se o fator mais importante para o rendimento de matéria verde e matéria seca, porém, não influenciou a maioria das características bromatológicas das silagens. As variedades crioulas apresentaram parâmetros bromatológicos semelhantes ao das variedades comerciais nos dois locais avaliados, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais sob manejo orgânico.

Palavras-chave: Altitude. Matéria Verde. Matéria Seca. Variedades. *Zea mays* L.

PRODUCTION AND BROMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MAIZE SILAGES IN ORGANIC SYSTEM

Author: OTAVIO DUARTE GIUNTI

Adviser: Prof^a. Dr^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Co-adviser: Prof^a. Dr^a. ARIANA VIEIRA SILVA

ABSTRACT

The production of corn silage in organic system, and composing the major part of the roughages, it is essential in the consolidation of animal production chains in organic system. The objective was to evaluate the performance and qualitative characteristics of silages of five commercial varieties (AL Avare, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga and UFVM 200 - Soberano) and two maize landraces (Santa Rita 1 and Santa Rita 2) in two different altitudes in organic system. The experimental design was a randomized block in a 2x7 factorial, with four replications. The first factor was composed of two production sites, with altitudes of 665 and 1100 m and the second factor consisted of seven corn varieties. Evaluated leaf nitrogen content, productivity of green matter (GM), dry matter (DM) and total dry matter percentage (TDM), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), mineral matter (MM), ether extract (EE), total carbohydrates (CHOT) and non-fiber carbohydrates (NFC) in silage. It was concluded that the bromatological parameters of silages of all maize varieties analyzed, in both places, were suitable for use in animal feed. The environment, especially the effects of altitude and average nighttime and daytime temperature, proved to be the most important factor for green matter yield (GM) and dry (DM), but did not influence most of the qualitative characteristics of silage. Landraces showed the bromatological parameters similar to that of commercial maize varieties in both locations, indicating that they can be used in commercial crops under organic management.

Key words: Altitude. Dry matter. Green matter. Varieties. *Zea mays* L.

4.1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) assume papel essencial na consolidação das cadeias de produção animal no sistema orgânico. De acordo com o último Censo Agropecuário realizado no ano de 2006, em 41,7% das propriedades orgânicas brasileiras, a pecuária mostrou-se como a atividade econômica predominante (IBGE, 2006). Esse fato ressalta a necessidade da produção de milho em sistema orgânico, uma vez que esse cereal constitui boa parte dos volumosos e rações utilizadas. No entanto, para uma melhor eficiência dos sistemas de produção de milho orgânico, verde, grãos e silagem, são necessárias adequações no manejo cultural, favorecendo os distintos segmentos da cadeia produtiva que possuem este cereal como matéria prima essencial, entre eles a produção orgânica de aves, bovinos e suínos (CRUZ *et al.*, 2007).

O milho é considerado a cultura ideal para a ensilagem, por sua elevada produção de forragem, valor energético e protéico e devido a sua composição bromatológica atender às condições desejadas para uma silagem de alta qualidade, como a taxa de matéria seca (MS) entre 30% a 35%, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original e reduzido poder tampão, fatores que promovem boa fermentação microbiana. Além desses fatores, o milho é uma espécie de cultivo tradicional, com ampla disponibilidade de cultivares, adaptada às mais distintas condições edafoclimáticas e tecnológicas (CALONEGO *et al.*, 2011; NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001; FERNANDES *et al.*, 2009; VON PINHO *et al.*, 2007).

Além da elevada produtividade de biomassa e porcentagem de grãos adequada na massa ensilada, a participação das demais frações na planta também deve ser considerada, pois, para a obtenção de uma silagem com qualidade, a determinação dos teores das frações fibrosas é de elevada importância na caracterização do valor nutritivo das forragens, uma vez que, tanto o teor de fibra em detergente ácido, quanto o de fibra em detergente neutro são correlacionados negativamente com a digestibilidade e consumo (VAN SOEST, 1994; ZOPOLLATTO *et al.*, 2009).

Para a escolha das variedades, deve-se levar em consideração a resistência ou tolerância aos estresses mais prováveis da região, devido a interação genótipo-ambiente, que influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta. Além das características genéticas, a qualidade da semente e fatores ambientais, notadamente a época de semeadura, população de plantas, preparo, correção do solo e nutrição da planta, controle de pragas, doenças e plantas daninhas têm significativa influência na produção final da cultura (FORSTHOFER *et al.*, 2006; NEUMANN *et al.*, 2008).

A radiação solar, diretamente relacionada com a localização geográfica e altitude do local de plantio, somados à precipitação e à temperatura mostram-se os fatores predominantes para produção adequada de matéria seca, refletindo no desenvolvimento adequado da cultura do milho (ARGENTA *et al.*, 2003; BRACHTVOGEL *et al.*, 2009).

Desse modo, a identificação de variedades adaptadas às condições ambientais e tecnológicas da área de cultivo é imprescindível à obtenção de elevados rendimentos e também de um material com características bromatológicas adequadas. Assim, objetivou-se avaliar, em duas localidades com altitudes de 665 e 1100 m, as características de produção e bromatológicas da silagem de planta inteira de sete variedades de milho, sendo cinco comerciais e duas crioulas, em sistema orgânico de produção.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instaladas, no ano agrícola 2014/2015, duas unidades experimentais em condições de altitudes distintas. A unidade 1 foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Araras (SP), em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, situada a 665 m de altitude, sob as coordenadas geográficas de latitude 22°18'27,75" Sul e longitude 47°23'09,83" Oeste, região de clima Cwa, segundo Köppen (1948). A área está em manejo orgânico há aproximadamente seis anos, sendo que na safra 2012/13 foi instalada a cultura da soja e na safra 2013/14 a mesma encontrava-se em pousio. A unidade experimental 2 foi instalada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de

Minas Gerais – IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, situada a 1100 m de altitude, sob as coordenadas geográficas de latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste, região de clima Cwb, segundo Köppen (1948). A área não foi cultivada anteriormente em manejo orgânico, mas encontrava-se em pousio nas três safras anteriores (2011/12, 2012/13 e 2013/14).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7 com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois locais de cultivo (Araras, com altitude de 665 m e Muzambinho, com altitude de 1100 m) e o segundo consistiu de sete variedades de milho (cinco variedades comerciais: AL Avaré, AL Bandeirante, AL Piratininga, Cativerde 02 e UFVM 200 – Soberano e duas variedades crioulas denominadas Santa Rita 1 e Santa Rita 2). As principais características agronômicas das variedades comerciais avaliadas estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características agronômicas das variedades comerciais de milho utilizadas. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	Ciclo médio	Grão		Uso
		Tipo	Coloração	
AL Avaré	Normal	Semiduro	Alaranjado	G/SPI
AL Bandeirante	Semiprecoce	Semiduro	Amarelo-Alaranjado	G/SPI
AL Piratininga	Semiprecoce	Semidentado	Amarelo-Alaranjado	G/SPI/MV
Cativerde 02	Semiprecoce	Dentado	Amarelo	SPI/MV
UFVM 200	Precoce	Duro	Alaranjado	G
Soberano				

G: grãos; SPI: silagem de planta inteira; MV: milho verde.

Fonte: CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA (2010); CRUZ; PEREIRA FILHO; SIMÃO (2014).

As variedades crioulas foram selecionadas em um banco particular de sementes e cedidas por um produtor do município de Santa Rita de Caldas/MG. É uma propriedade pequena, caracterizada como familiar e localizada a 1080 m de altitude, enquadrando-se no clima tipo Cwb, segundo Köppen (1948).

A parcela experimental foi constituída por oito linhas com 5,0 m de comprimento espaçadas em 0,8 m, com cinco plantas por metro e densidade populacional de 62.500 plantas ha⁻¹. A área total de cada parcela foi de 32 m²,

onde foram avaliadas a 3ª e a 6ª linhas de cada parcela, excluindo 0,5 m de cada extremidade das linhas, totalizando uma área útil para a avaliação de 6,4 m².

Inicialmente foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0-20 cm, para caracterização química do mesmo. Para as análises, seguiu-se a metodologia proposta pelo manual da Embrapa (CLAESSEN, 1997). Os resultados das análises de solo das duas áreas experimentais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm, anterior à semeadura dos experimentos. Muzambinho/MG e Araras/SP, ano agrícola 2014/15.

Amostra	P resina (mg/dm ³)	M.O. (g/dm ³)	pH (CaCl ₂)	K	Ca	Mg	H + Al (mmol/dm ³)	SB	CTC	V (%)
MZ	45	33	5,4	6,2	28	10	33	44,1	77,1	57
AR	9	19	5,6	3,4	23	9	27	35	61,5	57

MZ – Muzambinho; AR – Araras.

Para a adubação do milho utilizou-se, nas duas localidades, 10,0 t ha⁻¹ em peso seco (após correção de umidade), do composto Visafétil Orgânico®, contendo 1,30% de N; 3,13% de P₂O₅; 1,62% de K₂O; 11,11% de CaO; 0,98% de MgO; 1,50% de SO₄; 69,2 ppm de Cu; 561,4 ppm de Fe; 511,2 ppm de Mn; 766,0 ppm de Zn; 37,40% de umidade e pH de 8,0. A dose utilizada seguiu a recomendação de Coelho (2006), visando suprir 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio, para uma produtividade esperada de massa verde de 40 a 50 t ha⁻¹. A dose total do composto foi aplicada uma única vez, distribuída na linha de semeadura, por ocasião do plantio.

O preparo do solo em pré-plantio foi feito mediante uma operação de aração e duas de gradagens. A semeadura foi realizada no dia 04/12/2014 em Muzambinho e no dia 17/12/2014 em Araras. Aos 25 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste das plantas nas parcelas, para o estabelecimento da população de 55.000 plantas ha⁻¹, que foi considerado como o estande final de cada uma das parcelas avaliadas.

As sementes das variedades comerciais e crioulas não receberam tratamento. O controle das plantas espontâneas foi realizado com três capinas manuais nos estádios V4 (quatro folhas expandidas), V8 (oito folhas expandidas) e VT (pendoamento) do milho e, para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797), foi realizada uma aplicação do inseticida biológico Dipel WP® (*Bacillus thuringiensis* var. kurstaki) na dose de 500 g ha⁻¹ (16,80 g ha⁻¹ de ingrediente ativo).

Para a análise do teor de nitrogênio foliar (N) em laboratório, foi seguida a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), com a coleta da folha oposta e abaixo da espiga superior, sendo amostradas 10 folhas por parcela, de dez plantas marcadas aleatoriamente no estágio fonológico R1 (florescimento feminino) que, posteriormente, foram secas em estufa, moídas em moinho tipo Willey e encaminhadas para a análise química em laboratório.

A colheita da silagem foi realizada no estágio R4, grãos farináceos (FANCELLI, 2015). Foram colhidas e pesadas 15 plantas inteiras da área útil de cada parcela, cortadas a 20 cm do solo, para a determinação da matéria verde (MV), cujo valor obtido em cada parcela foi transformado em kg ha⁻¹.

O total de plantas inteiras de cada parcela foi triturado em ensiladora tratorizada, em partículas de 5 a 6 cm de diâmetro. Após a homogeneização do total triturado em cada parcela, foi retirada uma amostra de 300 g, submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca da forragem.

O restante das plantas trituradas de cada parcela foi ensilado no mesmo dia da colheita, em minissilos confeccionados a partir de tubos de PVC com 50 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro. As amostras ensiladas foram compactadas, os tubos vedados e armazenados na sombra durante 40 dias, para que o processo de fermentação da silagem fosse realizado. Após esse período, os tubos de PVC foram abertos e uma amostra de 300 gramas do terço médio de cada tubo foi retirada, seca em estufa de ventilação forçada de ar, na temperatura de 65°C por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS), com conversão para kg ha⁻¹ e do teor total de matéria seca (MST) da silagem.

Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm de crivo, para a realização das análises bromatológicas, em duplicatas, para os parâmetros: a) fibra detergente ácido (FDA) e detergente neutro (FDN), determinados por método gravimétrico de Van Soest (1963); b) proteína bruta (PB), com determinação do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl (AOAC, 1990), usando o fator 6,25 para o cálculo do teor de proteína bruta; c) resíduo mineral fixo ou fração cinzas (MM), determinado gravimetricamente, avaliando a perda de peso do material submetido ao aquecimento a 550°C em mufla (AOAC, 1990); d) lipídios totais (extrato etéreo - EE), com método de extração contínua em aparelho Soxhlet, com a utilização do éter de petróleo como solvente, seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985); e) carboidratos totais (CHOT) e f) carboidratos não fibrosos (CNF) calculados, segundo Sniffen *et al.* (1992), em que: $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e $CNF = CHOT - FDN$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os dados meteorológicos referentes à precipitação pluvial, temperatura do ar (máxima, média, mínima e temperatura média noturna) e radiação solar foram obtidos nas Estações Meteorológicas Automáticas da UFSCAR, *campus* Araras (SP) e do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho (MG), com o cálculo da soma térmica levando em consideração a temperatura basal da cultura em 10° C (Tabelas 3 e 4). A partir desses dados foi elaborado o balanço hídrico mensal para as duas localidades (Figuras 1 e 2), seguindo a metodologia proposta por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998).

Tabela 3 – Radiação total incidente, soma térmica e radiação incidente por unidade de tempo térmico, para estádios compreendidos entre a emergência e oito folhas expandidas (Ve a V8) e V8 e o florescimento feminino (R1). Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Estádio de desenvolvimento	Radiação solar (cal cm ⁻² dia ⁻¹)		Soma térmica (°C dia ⁻¹)		Radiação solar (unidade de tempo ⁻¹)	
	AR	MZ	AR	MZ	AR	MZ
Ve a V8	515,42	498,05	15,92	12,95	32,37	38,46
V8 a R1	541,74	494,51	14,74	12,12	36,75	40,80

AR – Araras. Fonte: Estação automática da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras; MUZ – Muzambinho. Fonte: Estação meteorológica automática do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho.

Tabela 4 – Temperatura média diária, temperatura média noturna e precipitação pluviométrica nos estádios compreendidos entre o plantio e quatro folhas expandidas (V4), V4 e oito folhas expandidas (V8), V8 e o florescimento feminino (R1), R1 e a colheita dos grãos de milho (R6). Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Estádio de desenvolvimento	Temperatura média 24 horas (°C)		Temperatura média noturna (°C)		Precipitação (mm)	
	AR	MZ	AR	MZ	AR	MZ
Plantio a V4	24,68	20,50	22,86	19,67	167,20	344,00
V4 a V8	24,78	22,73	23,13	22,12	174,30	190,20
V8 a R1	23,74	20,84	21,67	20,78	163,10	256,60
R1 a R6	20,21	18,29	19,16	16,69	344,30	392,40
Total	-	-	-	-	849,90	1183,2

AR – Araras. Fonte: Estação automática da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras; MZ – Muzambinho. Fonte: Estação meteorológica automática do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho.

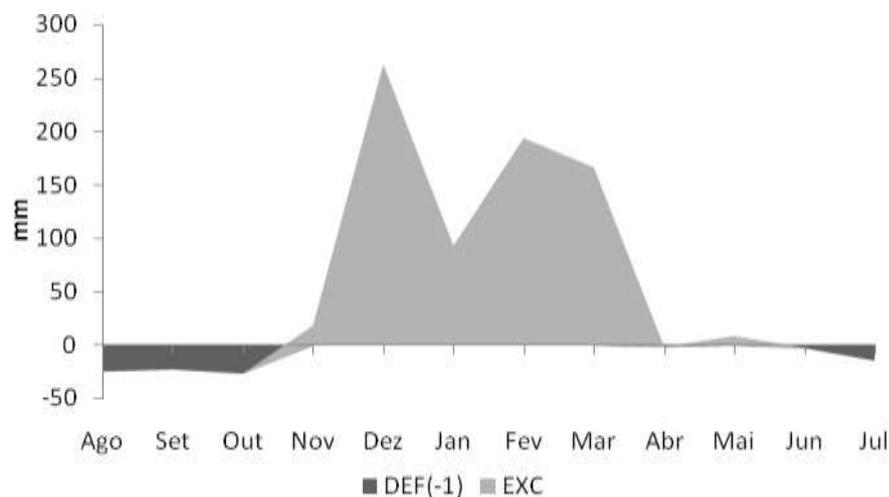


Figura 1: Balanço hídrico mensal, município de Muzambinho, para o período de agosto de 2014 a julho de 2015.

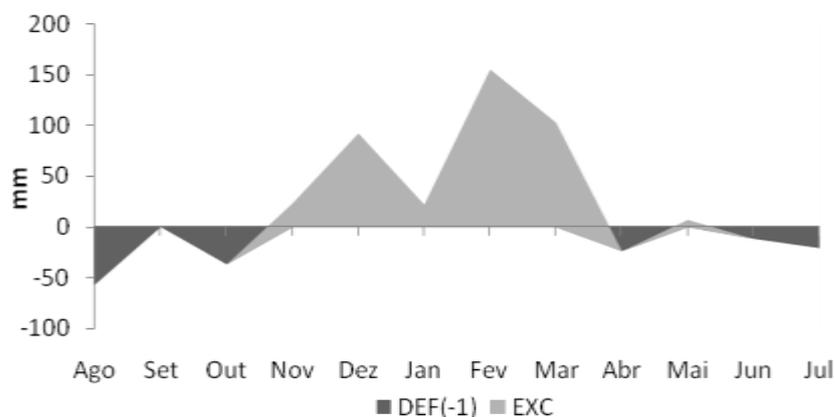


Figura 2: Balanço hídrico mensal, município de Araras, para o período de agosto de 2014 a julho de 2015.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variâncias para os parâmetros porcentagem de matéria seca total (MST), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) houve efeito da interação entre os fatores local de plantio e variedades de milho (Tabela 5). Já para teor de nitrogênio foliar (N), produção de matéria verde (MV), matéria seca (MS) e porcentagem de fibra em

detergente neutro (FDN) houve efeito isolado do local de plantio (Tabelas 5 e 6). Houve efeito independente dos fatores local de plantio e variedades para os parâmetros proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT) (Tabela 6) e não se observou diferença significativa dos fatores avaliados nos parâmetros porcentagem de matéria mineral (MM) e de carboidratos não fibrosos (CNF).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para produção de matéria verde (MV), produção de matéria seca (MS), porcentagem de matéria seca total (MST) porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) e porcentagem de extrato etéreo (EE) na matéria seca em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado Médio				
		MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	MST (%)	FDA (%)	EE (%)
LC	1	3,872 x 10 ^{9*}	100010857,15**	41,26**	34,56*	0,87*
VAR	6	89467886,75 ^{ns}	13572456,65 ^{ns}	19,80 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,24*
LC x VAR	6	50775856,36 ^{ns}	18212559,18 ^{ns}	40,92*	14,42*	0,11*
CV(%)		14,42	17,63	9,70	7,98	8,20

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância (valores de ‘F’) para teor de nitrogênio foliar (N), porcentagem de proteína bruta (PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), e porcentagem de carboidratos totais (CHOT) em função de locais de plantio e variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

FV	GL	Quadrado Médio			
		N (g kg ⁻¹)	PB (%)	FDN (%)	CHOT (%)
LC	1	262,09*	111,36*	57,07**	103,14*
VAR	6	4,19 ^{ns}	2,14*	9,90 ^{ns}	3,14*
LC x VAR	6	4,21 ^{ns}	0,89 ^{ns}	25,92 ^{ns}	1,85 ^{ns}
CV(%)		7,42	10,14	7,46	1,11

FV – Fontes de variação; LC – Local; VAR – Variedade; ^{ns}, Não significativo; *, **, p<0,01 e p<0,05, respectivamente, pelo teste F.

Para o parâmetro teor de MST na silagem, as variedades Avaré e Soberano apresentaram menor teor em Araras, enquanto que o teor da variedade Santa Rita 1 foi menor em Muzambinho e as demais variedades não

diferiram entre si. Analisando o desempenho das variedades em cada local de plantio, observou-se que, para o município de Araras, as variedades Avaré, Soberano e Piratininga apresentaram menores teores de MST, os quais não diferiram dos teores das variedades Cativerde 02, Bandeirante e Santa Rita 2, que por sua vez não diferiram da variedade Santa Rita 1, com maior teor de MST (Tabela 7). Já para o município de Muzambinho, não houve diferença entre as variedades (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores médios de matéria seca total (MST), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) da matéria seca da silagem de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	AR	MZ	AR	MZ	AR	MZ
	MST (%)		FDA (%)		EE (%)	
Avaré	27,91 Bb	32,34 Aa	24,42 Aab	21,85 Aa	2,60 Aabc	2,22 Bab
Bandeirante	31,78 Aab	35,16 Aa	22,86 Aab	22,50 Aa	2,82 Aa	2,61 Aa
Cativerde 02	30,00 Aab	31,21 Aa	21,28 Ab	23,09 Aa	2,78 Aab	2,18 Bab
Piratininga	29,54 Ab	31,47 Aa	23,37 Aab	22,53 Aa	2,71 Aab	2,29 Bab
Santa Rita 1	36,55 Aa	31,77 Ba	24,24 Aab	21,16 Ba	2,20 Ac	2,29 Aab
Santa Rita 2	33,72 Aab	30,85 Aa	23,40 Aab	23,78 Aa	2,64 Aabc	2,61 Aa
Soberano	28,16 Bb	36,87 Aa	26,47 Aa	20,13 Ba	2,36 Abc	2,17 Ab

AR – Araras; Mz – Muzambinho. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na literatura, a faixa adequada para o teor de MST da silagem varia entre os autores. Fancelli e Dourado Neto (2004) indicam valores entre 28 a 35% de MST, tanto para o consumo, quanto para a conservação da silagem. No entanto, Nussio (1999) e Van Soest (1994) indicam como ideais os teores de MST variando entre 30 a 35%. O fato é que teores de MST inferiores a 25% proporcionam a proliferação e o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico, que reduzem a qualidade do produto, podendo sofrer perdas de nutrientes por lixiviação e degradação acentuada de proteínas (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2001; EVANGELISTA, 1986). Além disso, o cálculo da dieta alimentar animal é estabelecido em $\text{kg MS animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ou seja, quanto menor o teor de matéria seca na silagem, maior será o consumo. Nesse

trabalho, todas as variedades de milho avaliadas apresentaram valores superiores a 25% no teor de MST, independente do local de plantio.

Os teores de MST encontrados nesse estudo assemelham-se aos obtidos por Viana *et al.* (2012) e Jaremtchuk *et al.* (2005) e são inferiores aos valores de 38,81 a 43,89% verificados por Mello *et al.* (2005) em silagens de híbridos de milho. Ao analisarem parâmetros bromatológicos de silagens no sudoeste paranaense, Carvalho *et al.* (2015) obtiveram valores de 33,13% de MST para a variedade Avaré, superior ao verificado nesse estudo e de 31,38% para a variedade Bandeirante, muito próximo ao encontrado no presente trabalho.

O teor de fibra em detergente ácido (FDA), por ter maior proporção de lignina, é um indicador da digestibilidade da silagem, uma vez que essa é uma fração de fibra não digerível, ou seja, teores elevados para esse parâmetro indicam baixa digestibilidade do material. A FDA também é um indicador do valor energético da silagem, uma vez que o aumento da mesma reduz o valor energético do material ensilado (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2001; FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2004), o teor adequado de FDA na matéria seca da silagem deve ser inferior a 30%.

Somente as variedades Santa Rita 1 e Soberano apresentaram diferença no teor de FDA entre os locais de plantio, com valores superiores no município de Araras (Tabela 7). Ao se analisar os locais de plantio isoladamente observou-se que, para o município de Araras, a variedade Soberano apresentou maior teor de FDA, porém, esse foi semelhante ao das variedades Avaré, Bandeirante, Piratininga, Santa Rita 1 e Santa Rita 2, que não diferiram da variedade Cativerde 02, a qual apresentou menor teor de FDA (Tabela 7). Em Muzambinho, não houve diferença estatística entre as variedades. Todas as variedades, nos dois municípios, expressaram teores de FDA considerados adequados, inferiores a 30% da MST. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Von Pinho *et al.* (2007) e inferiores aos observados por Jaremtchuk *et al.* (2005), de 27,09 a 33,49%, Moraes *et al.* (2013) de 28, 87% , Mello *et al.* (2005) entre 26,82 a 32,20%, Pinto *et al.* (2010) de 27,3 a 29,4% e Viana *et al.* (2012) de 33,1% na MS.

É interessante ressaltar que, em Muzambinho, a silagem da variedade Soberano, que não possui recomendação como forrageira, apresentou maior porcentagem absoluta de MST e um menor percentual absoluto de FDA, demonstrando que essa variedade pode ser indicada para a produção de silagem, por permitir um alimento com melhor digestibilidade, não limitando a ingestão de matéria seca.

O teor de Extrato Etéreo (%EE), também denominado gordura bruta, por indicar a porcentagem de gordura na silagem, é um parâmetro bastante utilizado para a quantificação da energia, uma vez que fornece 2,25 vezes mais energia que carboidratos e proteínas, resultando em materiais com teores mais elevados de nutrientes digestíveis totais (SILVA; QUEIROZ, 2002). As variedades Avaré, Cativerde e Piratininga apresentaram teores mais elevados de EE no município de Araras em comparação com Muzambinho, enquanto as demais variedades apresentaram teores de EE semelhantes nos dois locais de plantio. Analisando o município de Araras isoladamente, a variedade Bandeirante foi a que apresentou valor mais elevado no teor de EE, mas superior apenas ao das variedades Santa Rita 1 e Soberano, enquanto que, em Muzambinho, os teores mais elevados foram observados nas variedades Bandeirante e Santa Rita 02 (Tabela 7). Todas as variedades, em ambos os locais, apresentaram o teor de EE variando entre 2 a 3% da MS, dentro da margem de 2 a 5% da MS, considerado adequado por Moraes, Granato e Fritsche-Neto (2015) e superiores aos obtidos por Moraes *et al.* (2013), que verificaram 1,49% de EE na matéria seca de um híbrido de milho.

Para as variáveis teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho, produção de matéria verde (MV), produção de matéria seca (MS) e porcentagem de proteína bruta (PB) na matéria seca das silagens observou-se valores superiores em Muzambinho, enquanto que as variáveis porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e porcentagem de carboidratos totais na matéria seca (CHOT) das silagens apresentaram valores mais elevados em Araras (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios de teor de nitrogênio foliar (N) nas plantas de milho, produção de matéria verde (MV), produção de matéria seca (MS), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), porcentagem de proteína bruta (PB) e porcentagem de carboidratos totais (CHOT) na matéria seca da silagem de planta inteira de milho em função de locais de plantio. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Local	N (g kg ⁻¹)	MV (kg ha ⁻¹)	MS (Kg ha ⁻¹)	FDN (%)	PB (%)	CHOT (%)
AR	22,95 b	57984,89 b	18039,05 b	48,68 a	6,79 b	86,82 a
MZ	27,28 a	63244,12 a	20711,81 a	46,66 b	9,61 a	84,10 b

AR – Araras; MZ – Muzambinho. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Apesar da produtividade de MV e de MS das variedades no município de Araras terem apresentado valores, em média 8,31% e 12,90%, respectivamente, inferiores aos valores obtidos em Muzambinho (Tabela 8), estas se encontram acima da produtividade esperada, entre 40 a 50 t MV ha⁻¹ em função da adubação realizada (COELHO, 2006).

Ao avaliar 14 variedades e dois híbridos duplos de milho em sistema orgânico de produção, Cruz *et al.* (2007) obtiveram produtividade de MV total variando entre 19,37 t ha⁻¹ a 33,61 t ha⁻¹, inferiores aos obtidos no presente estudo. Cancellier *et al.* (2010), ao mensurarem a produção forrageira de uma variedade de milho em Tocantins, sob manejo orgânico, verificaram produtividade de MV de 26,96 t ha⁻¹, ao utilizarem a dose de 60 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, aplicado na linha de plantio e de 29,6 t ha⁻¹ de MV quando da associação entre 50 t ha⁻¹ de esterco na linha de plantio e 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura, valores também inferiores aos obtidos nesse estudo, nos dois locais avaliados. Santos *et al.* (2010) ao avaliarem seis variedades de milho em sistema convencional, obtiveram produtividade média de MV de 33,8 t ha⁻¹ e de MS de 13,7 t ha⁻¹, inferiores aos resultados do presente estudo. Paziani *et al.* (2009), trabalhando com um número de cultivares variando entre 15 a 24 e com coleta de dados entre 4 a 7 anos, em distintas localidades do estado de São Paulo, obtiveram produtividade média de MV de 50,47, abaixo dos valores observados nesse estudo e 18,69 t ha⁻¹ de média de MS, inferior ao observado em Muzambinho, mas próximo do obtido em Araras.

Possivelmente, os valores superiores de produtividade de MV e MS em Muzambinho podem estar relacionados às diferenças de temperatura e de radiação incidente entre os dois municípios (Tabelas 3 e 4). O milho, por possuir metabolismo C4, com mecanismos mais eficientes na utilização de CO₂, responde positivamente à elevação na quantidade de radiação solar, que, junto com a precipitação pluviométrica e a temperatura são os fatores que mais influenciam a produtividade da cultura, atuando diretamente nos processos fisiológicos, com reflexos na produção de matéria seca e de grãos. Desse modo, a radiação solar é extremamente relevante na fotossíntese da cultura e, conseqüentemente, em seu crescimento, desenvolvimento e produtividade (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009; FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; GALON *et al.*, 2010).

A radiação solar e a temperatura são afetadas pela altitude. Comparando-se os dados de variações de temperatura e de radiação solar incidente nos dois locais de plantio (Tabela 3), verifica-se maior disponibilidade de radiação solar por superfície em Araras, bem como o número de unidades térmicas acumulados por dia, principalmente em função das temperaturas mais elevadas, tanto noturnas quanto diurnas nesse município, localizado em baixa altitude (Tabela 4).

Por outro lado, em Muzambinho, em elevada altitude, foram verificados valores superiores de radiação solar disponível por unidade de tempo térmico para os estágios compreendidos entre a emergência e o florescimento do milho, bem como a ocorrência de menores temperaturas, tanto noturnas, quanto diurnas (Tabelas 3 e 4). Assim, a maior altitude em Muzambinho proporcionou rendimentos superiores de MV e MS, por promover melhor aproveitamento da radiação solar, ao mesmo tempo em que condicionou temperaturas amenas, principalmente noturnas, resultando numa menor taxa de respiração e consumo energético, promovendo conversão de radiação solar em carbono orgânico mais eficiente e incidindo em maiores produtividades. Paziani *et al.* (2013) ao avaliarem a produtividade de MV e MS de silagem de 16 variedades de milho em cinco localidades no estado de São Paulo, obtiveram os maiores valores próximos aos obtidos nesse estudo no município

de Muzambinho, nas localidades com maior altitude (municípios de Mococa e Tatuí, com produtividades de 63,77 e 59,98 t ha⁻¹ de MV e de 22,47 e 28,68 t ha⁻¹ de MS, respectivamente). Encontraram também menores produtividades (40,77 t ha⁻¹ e 15,89 t ha⁻¹, de MV e MS, respectivamente) em Andradina, local com menor altitude, valores inferiores aos obtidos no município de Araras. Neumann *et al.* (2008), ao analisarem quatro híbridos de milho para silagem, no Paraná, obtiveram médias de produção de MV inferiores aos obtidos nesse estudo para o município de Muzambinho, em condições de altitude semelhante. Já Mello *et al.* (2005), ao compararem seis híbridos de milho na Depressão Central do Rio Grande do Sul, região de baixa altitude, obtiveram uma produtividade de MV entre 16,24 a 30,77 t ha⁻¹ e de MS variando entre 6,64 a 11,37 t ha⁻¹, inferiores aos obtidos nesse estudo.

Outro fator que pode ter contribuído para a menor produção de MV e MS em Araras, provavelmente foi a precipitação pluviométrica. Nos dois locais, esta se mostrou em volumes adequados para o desenvolvimento da cultura (Tabela 4), entre 400 a 600 mm de precipitação mínima durante o ciclo (FANCELLI, 2015). Mas, ao analisar o balanço hídrico nos dois municípios (Figuras 1 e 2), verifica-se que, em Araras, houve déficit hídrico no início do mês de abril de 2015, quando a cultura estava entre o estágio R3 (grãos pastosos) e R4 (grãos farináceos). Segundo Fancelli (2015), a ocorrência de estresse hídrico nesses estádios de desenvolvimento do milho pode comprometer a produtividade, pois a falta de água eleva a porcentagem de grãos pequenos e de peso reduzido.

A menor produtividade de MV e MS em Araras devem-se também ao menor teor de nitrogênio foliar, uma vez que em Muzambinho, os teores foliares de N apresentaram-se superiores e com teores próximos à faixa considerada adequada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), entre 27,5 a 32,5 g kg⁻¹ no estágio fenológico avaliado. Já em Araras, os teores foram inferiores à faixa considerada adequada (Tabela 8). O nitrogênio influencia a interceptação e uso eficiente da radiação fotossinteticamente ativa, melhorando a capacidade de assimilar CO₂, sintetizando maior quantidade de carboidratos na fotossíntese, fato que resulta no maior acúmulo de biomassa seca e,

conseqüentemente, elevada produtividade da cultura (KAPPES *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2012). Também pode estar relacionado ao maior teor de matéria orgânica encontrado no solo da área experimental nesse município (3,3%), superior ao observado em Araras, de 1,9%, conforme pode ser observado na Tabela 2. Assim, uma vez que, para cada 1% de matéria orgânica do solo, há uma disponibilidade de 20 kg N ha⁻¹ (COELHO *et al.*, 2011), em Muzambinho, houve uma disponibilidade de N no solo via matéria orgânica 74% superior ao verificado em Araras. E como o incremento na produtividade da cultura do milho é altamente relacionada à disponibilidade de N, por esse ser o nutriente absorvido em maior quantidade, com efeito mais pronunciado na produção da cultura (MARIN; MENEZES; SALCEDO, 2007; RAIJ, 1991), a maior disponibilidade desse nutriente em Muzambinho resultou em produtividades mais elevadas nesse município.

O teor de proteína bruta (PB) na silagem de milho é um importante parâmetro a ser analisado, uma vez que a demanda dos animais será, em parte, atendida por essa proteína. De acordo com Demarchi (2001), Fancelli e Dourado Neto (2004), teores adequados de PB variam entre 6 a 9% na matéria seca, podendo-se considerar o valor médio entre 7 a 7,5%. Em Muzambinho, o teor médio de PB foi superior ao considerado adequado, enquanto que em Araras, o teor médio estava dentro do parâmetro considerado adequado (Tabela 8).

O valor superior no teor de proteína encontrado nas silagens produzidas no município de Muzambinho (9,61%) em relação ao município de Araras (6,79%) pode estar relacionado ao teor de nitrogênio foliar, uma vez que em Muzambinho o teor de N foi superior ao observado em Araras e o teor de proteínas está diretamente relacionado ao teor de nitrogênio na silagem, com sua determinação dada pelo acúmulo desse nutriente, com conversão do N pelo fator 6,25 (MEDEIROS; MARINO, 2015). Também, como já mencionado, pode estar relacionado ao maior teor de matéria orgânica encontrado no solo da área experimental desse município (3,3%), superior ao observado em Araras, de 1,9%, conforme pode ser observado na Tabela 2, com maior disponibilidade de N em Muzambinho.

A fibra em detergente neutro (FDN) é um indicativo do total de fibras presentes na silagem, estando diretamente relacionado ao consumo pelo animal, uma vez que, quanto mais elevado o nível de FDN, menor o consumo de matéria seca. O nível considerado adequado de FDN está ao redor de 50% (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2001; FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). De acordo com Van Soest (1994), níveis de FDN na silagem acima de 60% apresentam correlação negativa com o consumo animal. Já a FDN em torno de 50% possibilita maior consumo pelo animal, pois a taxa de fermentação é reduzida, esvaziando o rúmen rapidamente e permitindo maior consumo de silagem, melhorando o desempenho do animal (VELHO *et al.*, 2007). Tanto em Araras quanto em Muzambinho, os níveis de FDN ficaram abaixo de 50% (Tabela 8). Fernandes *et al.* (2009), Pinto *et al.* (2010) e Von Pinho *et al.* (2007) obtiveram níveis de FDN abaixo de 50%, enquanto que Moraes *et al.* (2013), Mello *et al.* (2005) e Viana *et al.* (2012) observaram valores de FDN acima de 50%, para silagens com milho híbridos.

Segundo Von Pinho *et al.* (2007), chuvas elevadas durante o ciclo da cultura podem reduzir o percentual de FDN na silagem, por acelerar a atividade metabólica das células, propiciando maior acréscimo do conjunto de metabólitos no conteúdo celular e reduzindo a lignificação da parede celular da planta de milho. Como em Muzambinho a precipitação pluviométrica foi superior a Araras durante todo o ciclo da cultura (Tabela 4), tal condição pode ter contribuído para o menor percentual de FDN.

Em relação aos teores de carboidratos totais (CHOT), em Araras a média obtida para esse parâmetro foi superior ao teor obtido em Muzambinho (Tabela 8). Resultados semelhantes aos obtidos em Araras foram descritos por Mello *et al.* (2005) e por Pereira *et al.* (2007). Já Valadares Filho *et al.* (2015) obtiveram teores semelhantes aos observados em Muzambinho.

Ao analisar o efeito isolado das variedades de milho para os parâmetros teor de proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT), as variedades Bandeirante e Soberano apresentaram menor teor de PB na massa seca, porém semelhante às variedades Avaré, Cativerde 02, Santa Rita 1 e Santa Rita 2 que, por sua vez, não diferiram da variedade Piratininga, com maior teor

de PB na massa seca. Todas as variedades apresentaram o teor de PB dentro do intervalo considerado adequado, entre 6 a 9% na matéria seca, em ambos os municípios (Tabela 09). Carvalho *et al.* (2015) verificaram teores de proteína inferiores aos obtidos nesse estudo para a variedade Avaré (7,60%), mas muito próximos aos encontrados na variedade Bandeirante (7,97%).

Tabela 9 – Teores médios de proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT) das silagens em função das variedades de milho e de proteína bruta (PB) em função das variedades de milho e locais de plantio Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	PB (%)	PB (%)		CHOT (%)
		Araras	Muzambinho	
Avaré	8,79 ab	7,81 a	9,76 ab	84,67 b
Bandeirante	7,67 b	6,72 a	8,61 b	85,94 ab
Cativerde 02	8,23 ab	6,75 a	9,71 ab	85,40 ab
Piratininga	8,98 a	7,31 a	10,64 a	84,76 b
Santa Rita 1	7,95 ab	6,34 a	9,56 ab	85,84 ab
Santa Rita 2	8,14 ab	6,33 a	9,95 ab	85,25 ab
Soberano	7,65 b	6,27 a	9,03 ab	86,36 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao efeito das variedades para o parâmetro teor carboidratos totais (CHOT), as variedades Avaré e Piratininga apresentaram os menores teores, mas semelhantes aos teores obtidos pelas variedades Bandeirante, Cativerde 02, Santa Rita 1 e Santa Rita 2, que por sua vez não diferiram da variedade Soberano, com maior teor de CHOT na matéria seca (Tabela 9).

4.4. CONCLUSÕES

1. Os rendimentos de matéria seca (MS) e matéria verde (MV) da silagem foram influenciados pelo ambiente, principalmente pelas condições de temperatura e radiação solar, com melhores resultados observados em Muzambinho. Porém, a menor produção de matéria verde e seca no município de Araras não influenciou a maioria das características bromatológicas da silagem, que se mantiveram dentro das faixas de teores consideradas adequadas.

2. Para as variedades de milho testadas o manejo orgânico proporcionou silagem com parâmetros bromatológicos adequados para uso animal, nos dois locais avaliados, inclusive a variedade UFVM 200 Soberano, recomendada somente para a produção de grãos. A variedade UFVM 200 Soberano, no município de Muzambinho, apresentou teores adequados de MST e FDA proporcionando uma silagem com melhor digestibilidade.

3. As variedades crioulas apresentaram os parâmetros bromatológicos semelhante ao das variedades comerciais nos dois locais avaliados, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais para a produção de silagem em manejo orgânico.

4.5. REFERÊNCIAS

AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). **Official Methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington: 1990. 15. ed., v. 2., 1298 p.

ARGENTA, G. *et al.* Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 27-34, 2003.

BRACHTVOGEL, E. L. *et al.* Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.

CALONEGO, J. C. *et al.* Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

CANCELLIER, L. L. *et al.* Influência da adubação orgânica da linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. **Revista Verde**, v. 5, n. 5, p. 25-32, 2010 (número especial).

CARVALHO, A. F. G. *et al.* Perfil agronômico e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 2, p. 149-159, 2015.

CLAESSEN, M. E. C. (Org). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA- CNPS, 1997. 212 p. (Documentos, 1).

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

COELHO, A. M. *et al.* Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. (Ed. Técnico). **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Sistema de Produção, 1).

CRUZ, J. C. *et al.* Produção orgânica de grãos e silagem de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.1, p.1186-1189, 2007.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C. *et al.* (Ed. Téc.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p. 11-37.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. Oferta abundante. **Cultivar Grandes Culturas**, ano 12, n. 136, p. 18-33, 2010.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014, 35 p. (Documentos, 167).

DEMARCHI, J. J. A. A. Pontos críticos na amostragem e interpretação das análises bromatológicas para a silagem de milho. **Milkpoint**. 2001. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-de->

[forragens/pontos-criticos-na-amostragem-e-interpretacao-das-analises-bromatologicas-para-silagem-de-milho-8167n.aspx](#)>. Acesso em: 10 jan. 2016.

EVANGELISTA, A. R. **Consórcio milho-soja e sorgo-soja: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens**. Viçosa, 1986. 77 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 50-76.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2004. 360 p.

FERNANDES, L. O. *et al.* Cultivares de milho e sorgo para a produção de silagem – safra 2003/2004. **FAZU em Revista**, n. 6, s/v, p. 83-86, 2009.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. 69 p.

FORSTHOFER, E. L. *et al.* Desempenho Agronômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, mar. 2006.

GALON, L. *et al.* Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, p. 18-38, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. v. 1. São Paulo: IAL, 1985. 533 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm>. Acesso em: 10 mar. de 2015.

JAREMTCHUK, A. R. *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho para silagem (*Zea mays* L.) na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 27, n.8, p. 181-188, 2005.

KAPPES, C. *et al.* Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aleias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (org.). **Nutrição de bovinos de corte**. Fundamentos e aplicações. Brasília: Embrapa/SENAR, 2015, p. 29-44.

MELLO, R. *et al.* Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 1, p. 79-94, 2005.

MORAES, S. D. *et al.* Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

MORAIS, P. P. P.; GRANATO, I. S. C.; FRITSCHÉ-NETO, R. Milho silagem. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho**: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 224-241.

NASCIMENTO, F. M. *et al.* Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 67-75, 2012.

NEUMANN, M. *et al.* Comportamento de híbridos de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) para a silagem na região centro-sul do Paraná. **Ambiência**, v. 4, n. 2, p. 237-250, 2008.

NUSSIO, L. G. Silagem de milho. In: PEIXOTO, A. M. *et al.* **Alimentação suplementar**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1999, p. 27-46.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.127-145.

PAZIANI, S. F. *et al.* Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PAZIANI, S. F. *et al.* Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem no estado de São Paulo na safra 2011/2012. **Revista Nucleus**, edição especial, v. 10, n. 3, p. 135-134, 2013.

PEREIRA, E. S. *et al.* Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 08-12, 2007.

PINTO, A. P. *et al.* Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343 p.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, R. D. *et al.* Características agrônômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n.4, p. 367-373, 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. 2. Carbohydrates and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S. C. *et al.* **CQBAL 3.0**. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. 2015. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 12 jan. 2016.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen. **Journal of the Association Official Agricultural Chemists**, Washington, v. 46, n. 5, p. 825-29, 1963.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VIANA, P. T. *et al.* Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

VON PINHO, R. G. *et al.* Produtividade e qualidade da silagem de milho e de sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 235-247, 2007.

VELHO, J. P. *et al.* Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, suplemento, p. 1532-1538, 2007.

ZOPOLLATTO, M. *et al.* Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.452-461, 2009.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Em relação ao desempenho agrônômico das variedades testadas, as condições ambientais dos locais de plantio, notadamente a radiação solar, temperaturas diurnas e noturnas e precipitação pluviométrica influenciaram significativamente a maior parte das características avaliadas, determinando maiores alturas de plantas, inserção de espiga, diâmetros de colmos, número de folhas acima da espiga superior, número de fileiras por espiga, de grãos por fileiras e de grãos por espiga de milho, peso de 1000 grãos e produtividade no município de Muzambinho/MG. Com base nos resultados obtidos, as variedades recomendadas para esse município são a Bandeirante e a Piratininga. Já para Araras/SP, a variedade mais indicada é a Piratininga.

Em Muzambinho, todas as variedades testadas apresentaram valores superiores à média nacional de produtividade para safra 2014/15 que foi de 5.382 kg ha⁻¹, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015) e também superiores à média obtida em Minas Gerais (5.462 kg ha⁻¹) e no Centro Oeste (6.083 kg ha⁻¹), maior região produtora de cereais do país (CONAB, 2015). No entanto, em Araras, apenas a variedade Piratininga superou a média nacional de produtividades de grãos, assim como a média obtida no estado de São Paulo na safra 2014/15, que foi de 5.462 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Em relação às características produtivas da silagem, estas também foram influenciadas pelas condições ambientais, nesse caso, pela radiação solar e temperaturas diurnas e noturnas, que resultaram em maior produtividade de matéria verde e seca em Muzambinho. Mas as condições ambientais não influenciaram os parâmetros bromatológicos das silagens, que apresentaram teores considerados adequados nos dois municípios, para todas as variedades testadas. Em Muzambinho, inclusive a UFVM 200 Soberano, que é recomendada apenas para a produção de grãos apresentou, em termos absolutos, maior teor de MST e menor teor de FDA, o que pode conferir ao material uma melhor digestibilidade, elevando o desempenho animal.

Ainda é possível concluir que, nas condições experimentais, as duas variedades crioulas apresentaram componentes de produção e parâmetros

bromatológicos de silagem semelhantes aos das variedades comerciais, indicando que as mesmas podem ser utilizadas em plantios comerciais, para a produção de grãos e silagem, em manejo orgânico.