

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4

Alan Mario Zuffo
Fábio Steiner
(Organizadores)

 **Atena** Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Fábio Steiner
(Organizadores)

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E38 Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
7.638 kbytes – (Elementos da Natureza; v.4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-03-1

DOI 10.22533/at.ed.031182507

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Título. IV. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Elementos da Natureza e Propriedades do Solo” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume IV, apresenta, em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo nas áreas de biologia do solo, física do solo, química do solo, morfologia e classificação do solo.

O solo é um recurso natural abundante na superfície terrestre, sendo composto por propriedades biológicas, físicas e químicas. Por outro lado, a água também é essencial os organismos vivos e, para a agricultura. Nas plantas, a água é responsável por todo o sistema fisiológico. Ambos os elementos, juntamente com os nutrientes são imprescindíveis para os cultivos agrícolas, portanto, os avanços tecnológicos na área das Ciências do solo são necessários para assegurar a sustentabilidade da agricultura, por meio do manejo, conservação e da gestão do solo, da água e dos nutrientes.

Apesar da agricultura ser uma ciência milenar diversas técnicas de manejo são criadas constantemente. No tocante, ao manejo e conservação da água e do solo, uma das maiores descobertas foi o sistema de plantio direto (SPD), criado na década de 80. Esse sistema é baseado em três princípios fundamentais: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a formação de palhada por meio do uso de plantas de cobertura. Tais conhecimentos, juntamente com a descoberta da correção do solo (calagem) propiciaram o avanço da agricultura para áreas no Bioma Cerrado, que na sua maior parte é formado por Latossolo, que são solos caracterizados por apresentar o pH ácido, baixa teor de matéria orgânica e de fertilidade natural. Portanto, as tecnologias das Ciências do solo têm gerado melhorias para a agricultura.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para as áreas de biologia do solo, física do solo, química do solo, morfologia e classificação do solo e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

Fábio Steiner

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.) EM SISTEMAS DE CULTIVO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE | |
| <i>Elston Kraft</i> | |
| <i>Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta</i> | |
| <i>Leandro do Prado Wildner</i> | |
| <i>André Junior Ogliari</i> | |
| <i>Patrícia Nogueira</i> | |
| <i>Matheus Santin Padilha</i> | |
| CAPÍTULO 2 | 19 |
| BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS PRESENTES NO EXOESQUELETO DE FORMIGAS CORTADEIRAS DO GÊNERO ATTA SPP | |
| <i>Guilherme Peixoto de Freitas</i> | |
| <i>Lucas Mateus Hass</i> | |
| <i>Luana Patrícia Pinto</i> | |
| <i>Alexandre Daniel Schneider</i> | |
| <i>Marco Antônio Bacellar Barreiros</i> | |
| <i>Luciana Grange</i> | |
| CAPÍTULO 3 | 30 |
| BIOMASSA MICROBIANA EM SOLOS DE DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO PARAGUAI, PANTANAL SUL MATO-GROSSENSE | |
| <i>Mayara Santana Zanella</i> | |
| <i>Romário Crisóstomo de Oliveira</i> | |
| <i>Sebastião Ferreira de Lima</i> | |
| <i>Marivaine da Silva Brasil</i> | |
| <i>Hellen Elaine Gomes Pelissaro</i> | |
| CAPÍTULO 4 | 37 |
| COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (GLOMEROMYCOTINA) EM ÁREAS DE CERRADO SOB DIFERENTES ESTÁGIOS DE REGENERAÇÃO | |
| <i>Bruna Iohanna Santos Oliveira</i> | |
| <i>Khadija Jobim</i> | |
| <i>Florisvalda da Silva Santos</i> | |
| <i>Bruno Tomio Goto</i> | |
| CAPÍTULO 5 | 52 |
| DENSIDADE E DIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE | |
| <i>Luana Patrícia Pinto</i> | |
| <i>Diego Silva dos Santos</i> | |
| <i>Jhonatan Rafael Wendling</i> | |
| <i>Elisandro Pires Frigo</i> | |
| <i>Marco Antônio Barcellar Barreiros</i> | |
| <i>Luciana Grange</i> | |
| CAPÍTULO 6 | 61 |
| DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MILHO UTILIZANDO <i>Trichoderma</i> sp. ASSOCIADO OU NÃO A UM REGULADOR DE CRESCIMENTO VEGETAL COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO | |
| <i>Sônia Cristina Jacomini Dias</i> | |
| <i>Rafael Fernandes de Oliveira</i> | |
| <i>Warley Batista da Silva</i> | |

CAPÍTULO 7 74

ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO SOB O CULTIVO DE CITRUS

Amanda Silva Barcelos
Athos Alves Vieira
Kleber Ramon Rodrigues
Leopoldo Concepción Loreto Charmelo
Alessandro Saraiva Loreto
João Luiz Lani

CAPÍTULO 8 79

CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO EM DIFERENTES TEMPOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Matheus de Sousa
Helton Aparecido Rosa
Silene Tais Brondani
Leonardo Saviatto
Guilherme Mascarello

CAPÍTULO 9 89

CARACTERIZAÇÃO MICROMORFOLÓGICA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS FÍSICOS EM CAMBISSOLOS DA ILHA DA TRINDADE – SUBSÍDIOS A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Eliane de Paula Clemente
Fábio Soares de Oliveira
Mariana de Resende Machado

CAPÍTULO 10 104

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, ESPECTROSCÓPICAS E TÉRMICAS DE SOLO DA BACIA DO RIO CATORZE

Elisete Guimarães
Leila Salmória
Julio Caetano Tomazoni
Nathalia Toller Marcon

CAPÍTULO 11 115

EVALUATION OF CROP MANAGEMENT THROUGH SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES UNDERSUGARCANE ON SYSTEMS: NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE

Oswaldo Julio Vischi Filho
Ingrid Nehmi de Oliveira
Camila Viana Vieira Farhate
Lenon Henrique Lovera
Zigomar Menezes de Souza

CAPÍTULO 12 120

QUALIDADE FÍSICA DO SOLO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Carlos Levi Anastacio dos Santos
Antonio Mauricélio Duarte da Rocha
Raimundo Nonato de Assis Júnior
Jaedson Cláudio Anunciato Mota

CAPÍTULO 13 129

AMOSTRA INFINITAMENTE ESPESSE DE SOLO E DE PLANTA PARA ANÁLISE POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Elton Eduardo Novais Alves
Pablo de Azevedo Rocha
Mariana Gonçalves dos Reis
Liovando Marciano da Costa

CAPÍTULO 14..... 140

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM USO DE PLANTAS DE COBERTURA

Bruna Bandeira Do Nascimento
Everton Martins Arruda
Leonardo Santos Collier
Rilner Alves Flores
Leonardo Rodrigues Barros
Vanderli Luciano Silva

CAPÍTULO 15..... 149

AValiação DA FERTILIDADE DO SOLO PARA A CULTURA DO COQUEIRO NO VALE DO JURUÁ, ACRE

Rita de Kássia do Nascimento Costa
Edson Alves de Araújo
Maria Antônia da Cruz Félix
Sílvia Maria Silva da Costa
Hugo Ferreira Motta Leite
Genilson Rodrigues Maia

CAPÍTULO 16..... 166

CAPACIDADE MÁXIMA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS DO TERRITÓRIO SERTÃO PRODUTIVO

Symone Costa de Castro
Elcivan Pereira Oliveira
Priscila Alves de Lima
Felizarda Viana Bebé

CAPÍTULO 17 178

DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM LATOSSOLO VERMELHO APÓS O USO DE SORGO E CROTALÁRIA NA ADUBAÇÃO VERDE

Cláudia Fabiana Alves Rezende
Thiago Rodrigues Ramos Faria
Simone Janaina da Silva Moraes
Luciana Francisca Crispim
Kamilla Menezes Gomides
Karla Cristina Silva

CAPÍTULO 18..... 190

EFEITO DO BIOSSÓLIDO SOBRE A FERTILIDADE DO SOLO DE PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA - RJ

Nágila Maria Guimarães de Lima Santos
Oclizio Medeiros das Chagas Silva
Ernandes Silva Barbosa
Fernando Ramos de Souza
Gean Correa Teles
Lucas Santos Santana

CAPÍTULO 19..... 199

RENEWAL OF THE ADSORPTIVE POWER OF PHOSPHORUS IN OXISOL

Gustavo Franco de Castro
Jader Alves Ferreira
Denise Eulálio
Allan Robledo Fialho e Moraes
Jairo Tronto
Roberto Ferreira Novais

CAPÍTULO 20..... 215

ANÁLISE DE SOLOS EM TOPOSSEQUÊNCIA NA FAZENDA EXPERIMENTAL DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE CARATINGA-MG

Athos Alves Vieira

Kleber Ramon Rodrigues

Leopoldo Concepción Loreto Charmelo

Alessandro Saraiva Loreto

João Luiz Lani

CAPÍTULO 21..... 224

ENSAIOS DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE SOLOS EM ÁREA DEGRADADA POR EROÇÃO LINEAR

Alyson Bueno Francisco

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 233

SOBRE OS AUTORES..... 234

AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DO MILHO (ZEA MAYS L.) EM SISTEMAS DE CULTIVO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE

Elston Kraft

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Agroveterinária (UDESC/CAV)
Lages – Santa Catarina

Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
(UNOCHAPECÓ)
Chapecó – Santa Catarina

Leandro do Prado Wildner

Pesquisador da Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de Santa
Catarina (EPAGRI/CEPAF/CHAPECÓ).
Chapecó – Santa Catarina

André Junior Ogliari

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
(UNOCHAPECÓ)
Chapecó – Santa Catarina

Patrícia Nogueira

Universidade de Passo Fundo (UPF)
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Matheus Santin Padilha

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/
CAV)
Lages - Santa Catarina

RESUMO: O trabalho objetivou avaliar parâmetros fitotécnicos e de rendimento do milho em sistemas de cultivo com utilização de adubação biológica e bioestimulante. O estudo foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados

em parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3x4. Os tratamentos foram constituídos pela interação do fator 1 (sistemas de cultivo – parcela principal) sendo eles escarificação em dois anos consecutivos (ESC), escarificação e posterior retorno ao sistema plantio direto a dois anos (ESC+PD) e sistema plantio direto com mais de dez anos (PD), e fator 2 (adubação biológica – sub parcela) constituído pela testemunha (TEST); Bacsol® 200g ha⁻¹ (BAC); Orgasol® 200ml ha⁻¹ (ORG); Bacsol® 200g ha⁻¹+Orgasol® 200ml ha⁻¹ (BAC+ORG). Foram analisados: diâmetro de colmo (DC), altura de inserção de espiga (AIE), estatura de planta (EP), fileira de grãos por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NG), massa seca de 1000 grãos (MS1000G) e rendimento por hectare (REND). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e correlação de Pearson. Não houve diferença em relação aos adubos BAC, ORG e BAC+ORG; entretanto, houve efeito dos sistemas de cultivo sobre as respostas da utilização dos produtos testados. O tratamento ESC apresentou os piores resultados em 50% das variáveis avaliadas; sendo que o PD apresentou-se 9% superior em relação aos demais sistemas para REND. Obteve-se correlação positiva entre as variáveis de rendimento NFG, NGF, NG e MS1000G e matéria orgânica do solo (MO), potássio (K), densidade do solo (Ds) e porosidade total (Pt).

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, promotores

de crescimento, sistema de cultivo mínimo, sistema plantio direto.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the phytotechnical and yield parameters of maize in cultivation systems with the use of biological fertilizer and biostimulant. The study was conducted in a randomized complete block design in subdivided plots, in a 3x4 factorial scheme. The treatments were constituted by the interaction of factor 1 (cultivation systems - main plot), being scarification in two consecutive years (ESC), scarification and subsequent return to the no-tillage system (ESC + PD) and no-tillage system with more than ten years (PD), and factor 2 (biological fertilization - subplot) constituted by the control (TEST); Bacsol® 200g ha⁻¹ (BAC); Orgasol® 200ml ha⁻¹ (ORG); Bacsol® 200g ha⁻¹ + Orgasol® 200ml ha⁻¹ (BAC + ORG). Were analyzed: stem diameter (DC), ear insertion height (EIA), plant height (EP), row of grain per spike (NFE), number of grains per row (NGF), number of grains per spike (NG), dry mass of 1000 grains (MS1000G) and yield per hectare (REND). Data were submitted to analysis of variance and Pearson correlation. Was not found difference in relation to the BAC, ORG and BAC + ORG fertilizers; however, was an effect of the cultivation systems on the responses of the use of the tested products. The ESC treatment presented the worst results in 50% of the evaluated variables; with PD being 9% higher than the other REND systems. NFG, NGF, NG and MS1000G and soil organic matter (OM), potassium (K), soil density (Ds) and total porosity (Pt).

KEYWORDS: Sustainability, growth promoters, minimum cropping system, no-till system

1 | INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos cereais de maior importância e de maior produção em todo o mundo, sendo que na safra 2016/2017 a produção mundial do grão foi estimada em 1.075,4 milhões de toneladas (USDA, 2018). O Brasil na safra 2016/2017 obteve uma produção de 97,7 milhões de toneladas, sendo essa 46,9% superior à safra passada. A média nacional de produtividade da cultura é de 5.554 Kg ha⁻¹, e nesse cenário o estado de Santa Catarina possui uma média de produtividade de 8.150 Kg ha⁻¹ sendo acima da média nacional (CONAB, 2017).

Para se alcançar aumentos da produtividade da cultura do milho, além de boas condições climáticas e um manejo adequado da lavoura, são necessárias boas condições de solo que permitam um ambiente benéfico para o crescimento radicular da cultura, o que favorece a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Desta maneira, o manejo da cultura deverá favorecer aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, proporcionando às plantas maior resistência ao ataque de pragas e doenças e, conseqüentemente, promover o aumento de sua produtividade de maneira mais sustentável (DORAN; PARKIN, 1994).

Nesse contexto, a utilização de sistemas de cultivo conservacionistas como o cultivo mínimo e o plantio direto são alternativas para melhorar os solos sendo que ambos aumentam a capacidade de retenção de água, diminuem as perdas por evaporação, reduzem perdas de solo e nutrientes por erosão, melhoram a estrutura do solo, aumentam

os teores de matéria orgânica e a fertilidade, além de proporcionarem um ambiente favorável para o crescimento e diversidade microbiana do solo, promovendo o aumentando da produtividade das culturas (JUNIOR; CAMARGO; WENDLING, 2011; SARTORI et al., 2016).

Concomitantemente, novas tecnologias tais como produtos à base de componentes biológicos e complexos de nutrientes têm atuado na melhoria da qualidade do solo e no crescimento e desenvolvimentos das culturas, sendo uma alternativa de complemento às práticas de manejo tradicionais (CONCEIÇÃO et al., 2008; BENTO et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017).

Dentre as tecnologias empregadas incluem-se adubos biológicos composto de bactérias e outros microrganismos e bioestimulantes a base de complexos de aminoácidos; produtos comerciais que podem ser utilizados em culturas de grande importância, entre elas o milho. De acordo com Figueiredo et al. (2010) o uso desse tipo de tecnologia será uma das táticas mais importantes do futuro, já que existe a necessidade de buscar estratégias para desenvolver uma agricultura sustentável, que possibilite a diminuição do uso de agroquímicos e, conseqüentemente, o impacto ambiental causado por eles, e que resulte em maior lucratividade.

O uso desses produtos nos agroecossistemas tem como finalidade promover o equilíbrio hormonal nas plantas (SANTOS et al., 2013), exercendo efeitos benéficos ao crescimento vegetal, assim como propiciar o aumento da disponibilidade de nutrientes para absorção pelas raízes (CONCEIÇÃO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2015), oportunizando melhores condições para obtenção do máximo potencial produtivo da cultura.

No entanto, ainda são necessários estudos que mensurem a utilização de tais tecnologias na cultura no milho, associados aos efeitos proporcionados pelos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros fitotécnicos e de rendimento do milho em sistemas de cultivo com utilização de adubação biológica e bioestimulante.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Seara - SC, latitude 27°9'67" S e longitude 52°18'37" O, com uma altitude de aproximadamente 517 m. O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa) segundo classificação de Köppen, com chuvas bem distribuídas no verão e geadas frequentes no inverno (ALVARES et al., 2014). A precipitação média da série histórica de 1969 a 2015 é de 2.067mm, segundo dados coletados na Estação Meteorológica da Epagri/Cepaf de Chapecó (Dados não publicados).

Os dados climáticos de precipitação e temperatura (máxima, mínima e média) registrados durante o período de condução do experimento estão apresentados na figura 1 abaixo.

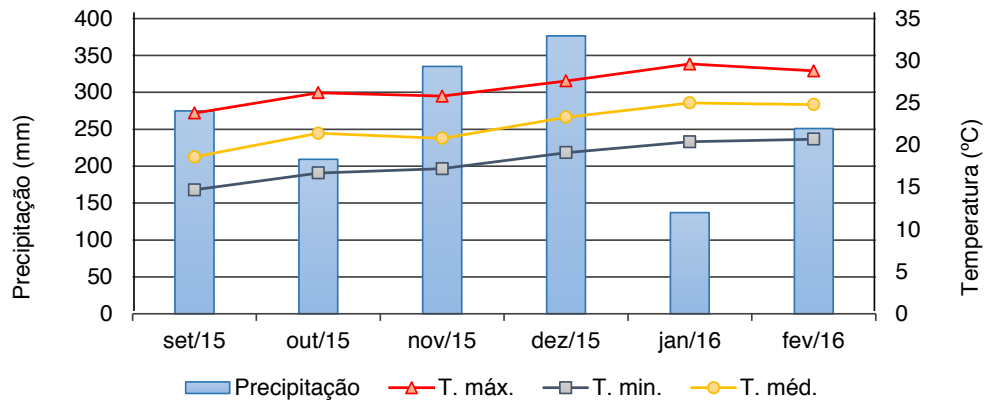


Figura 1 – Dados de precipitação (mm), variação da temperatura máxima, mínima e média (°C), durante o período de condução do experimento (setembro de 2015 a fevereiro de 2016). Fonte: Kraft, 2018 a partir de dados fornecidos pela Estação Meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI/CEPAF/CHAPECÓ.

A área experimental foi cultivada com milho durante o período de verão nos últimos 10 anos, sobre sistema plantio direto (SPD), com parte da área (20 ha) cultivada com a espécie sobre sistema de cultivo mínimo na safra de verão de 2014/2015. Durante o período de inverno nas safras de 2013/2014 e 2014/2015 a mesma foi cultivada com consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) com nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) para cobertura de solo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3x4. Sendo os tratamentos constituídos pela interação do fator 1 (sistemas de cultivo – parcela principal) e fator 2 (adubação biológica – sub parcela), totalizando 12 tratamentos em 60 unidades experimentais (parcelas). Cada parcela possuía uma área total de 24 m² (4x6m), sendo apenas utilizada como área útil para fins de avaliação a parte central de cada parcela, totalizando 12m² (2,4 x 5m).

Os sistemas de cultivo avaliados foram: realização da escarificação da área à dois anos consecutivos (ESC), escarificação da área e posteriormente retorno ao sistema plantio direto no segundo ano (ESC + PD) e sistema plantio direto com mais de dez anos de implantação (PD). A adubação biológica consistiu na utilização de fertilizante orgânico 100% natural, composto de microrganismos benéficos ao solo e a planta (Bacsol® Indústria de Insumos Agropecuários Ltda), bioestimulante - composto complexado de nutrientes/ aminoácidos (Orgasol® Indústria de Insumos Agropecuários Ltda.) e a combinação de ambos os produtos. O Bacsol® é um composto que contém uma gama de microrganismos como bactérias do gênero *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* (MONTEIRO; WINAGRASK; AUER, 2014), além de fungos como *Saccharomyces cerevisiae* (SPANIOL et al., 2014). Conforme MONTEIRO e AUER (2012), o produto é um formulado constituído, em sua maioria, por células bacterianas. O Orgasol®, por sua vez, consiste de um complexo organo-mineral à base de aminoácidos essenciais, considerado bioestimulante precursor de hormônios e enzimas, e apresenta em sua composição micronutrientes essenciais como boro (B), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), além do enxofre (S) (RSA

INDÚSTRIA DE INSUMOS AGRÍCOLA LTDA, 2014).

Os produtos foram utilizados no tratamento de sementes no período que antecedeu a semeadura, tendo as doses tomadas como princípio nas recomendação da representação técnica comercial: Bacsol® 200g ha⁻¹ (T1); Orgasol® 200ml ha⁻¹ (T2); Bacsol 200g ha⁻¹ + Orgasol 200ml ha⁻¹ (T3). O tratamento testemunha foi caracterizado pela não utilização dos produtos (T0).

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2013) e as características químicas registradas nas análises realizadas no período que antecedeu a o plantio pode ser visualizada na tabela 1 abaixo.

| | Argila | M.O | pH | Índice | P | K | Ca | Mg | H+Al | CTC | Al | V% |
|--------|--------|-----|------------------|--------|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----------------------|----|-------|
| | (%) | m/v | H ₂ O | SMP | -mg/dm ³ - | | | | | ph7.0 | | |
| | | | (1:1) | | | | | | | cmolc/dm ³ | | |
| PD | 41 | 3,1 | 5,8 | 6,1 | 10,5 | 220 | 6,3 | 1,9 | 3,71 | 12,52 | 0 | 70,37 |
| ESC | 47 | 3,1 | 5,6 | 6,2 | 9,5 | 228 | 6,3 | 1,8 | 3,67 | 12,37 | 0 | 70,31 |
| ESC+PD | 47 | 3,1 | 5,6 | 6,2 | 9,5 | 228 | 6,3 | 1,8 | 3,67 | 12,37 | 0 | 70,31 |

Tabela 1 – Características química do solo.

Fonte: Kraft, 2018.

O manejo da cobertura de solo, foi efetuada através do controle químico, sendo realizado duas aplicações nos dias 05 e 24 de agosto de 2015, utilizando Glyphosate (sal de potássio 1.176g p.a ha⁻¹), em cada aplicação.

No dia 05 de setembro, foi efetuada a escarificação a uma profundidade de 15 cm com distância entre as hastes de 40 cm, e em seguida realizada a deposição do fertilizante com semeadora tratorizada a uma profundidade de 10 cm de profundidade, utilizando-se 45 kg ha⁻¹ de N, 165 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 500 kg ha⁻¹ da fórmula 09-33-12, para uma expectativa de rendimento de 12 ton ha⁻¹ do grão, com base na recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (CQFS-RS/SC, 2004).

Posteriormente, realizou-se a semeadura manual, com a utilização de Saraquá utilizando o híbrido AS1656 PRO2 (Agroeste Sementes), depositando três sementes por cova a uma distância de 0,8m entre linhas e de 0,2m entre cova. O desbaste das plantas ocorreu 11 dias após a emergência (DAE) permanecendo apenas uma planta por cova, totalizando 62.500 plantas ha⁻¹.

A aplicação N em cobertura foi dividida em duas épocas de aplicação sendo a primeira, realizada no dia 07 de novembro, quando as plantas encontravam-se em estágio vegetativo V4, utilizando-se 67,5 kg ha⁻¹ de N. Neste mesmo momento realizou-se a complementação da adubação potássica com aplicação 22 kg ha⁻¹ de K₂O, representado 187 kg ha⁻¹ da fórmula 36 - 00 - 12. A segunda aplicação ocorreu 15 dias após a primeira, em estágio vegetativo V7 à V8, com aplicação de 67,5 kg ha⁻¹ de N, representando 150 kg ha⁻¹ da fórmula 45-00-00, suplementando assim a necessidade de nitrogênio e potássio para

expectativa de 12 ton ha⁻¹ do grão. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade e recomendação para a cultura.

Quando a cultura atingiu a maturidade fisiológica foram avaliadas variáveis fitotécnicas e os componentes do rendimento, utilizando 18 plantas por unidade experimental. Foram avaliados: 1. Estatura de planta (EP): medida do comprimento do colmo (da superfície do solo até a inserção da inflorescência masculina) com auxílio de régua de madeira graduada em cm; 2. Altura de inserção de espiga (AIE): obtida pela distância (cm) entre a superfície do solo e o ponto de inserção da espiga principal; 3. Diâmetro de colmo (DC): considerou-se para esta avaliação o diâmetro (cm) do segundo internódio, a partir da base da planta, com auxílio de um paquímetro digital; 4. Número médio de fileiras de grãos da espiga (NFE): determinado pela contagem do número de fileiras de cada uma das 18 espigas de cada unidade experimental, após a colheita e antes da trilha dos grãos. 5. Número médio de grãos por fileiras da espiga (NGF): determinado pela contagem do número de grãos das fileiras de cada uma das espigas das unidades experimentais. 6. Número de grãos por espiga (NG): obtido pela multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos por espiga. 7. Massa seca de 1000 grãos (MS1000G): utilizando-se a parte central de cada uma das espigas da unidade experimental utilizando balança de precisão (0,01g), e para o cálculo final foi realizada a correção de umidade para 13%. 8. Rendimento de grãos (REND): obtido a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na área útil de cada parcela. A pesagem dos grãos foi realizada em balança analítica de precisão (0,0001g); a determinação de umidade de grãos foi realizada utilizando o equipamento Automatic Moisture Meter (Modelo 999*ES), para posterior correção de umidade dos grãos a 13%. Foram ainda descontados os grãos ardidos presentes nas amostras.

A população final das plantas foi utilizada para estimar a produção final por hectare e foi obtida através da contagem do número total de plantas dentro de cada área útil.

Ao final foram realizadas amostragem de solo na camada de 0-10cm de profundidade, para determinações das características físico-químicas utilizadas como variáveis para a análise de correlação realizada com os parâmetros de rendimento. As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de um trado holandês e encaminhadas ao Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CEPAF/CHAPECÓ) (Tabela 2). Para avaliação dos parâmetros físicos foi realizada a coleta de amostras indeformadas e, posteriormente, encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) para determinação da densidade do solo (Ds), densidade de partícula (Dp) e porosidade total (PT). Foram determinados à campo a resistência do solo à penetração (Rp) com o auxílio de um Medidor Eletrônico de Compactação do Solo - PenetroLOG® PLG1020, e a umidade volumétrica (Uv) utilizando-se um Medidor Eletrônico de Umidade do Solo modelo HIDROFARM® ambos da marca FALKER (Tabela 2).

| | Arg | M.O | pH H ₂ O | P | K | Ca | Mg | Al | Ds | Pt | Ug | Rp |
|----------|-------|------|------------------------|------------------------|--------|---------------------------|------|------|--------------------------|------------------------------------|-------|------|
| | (%) | | (1:1) | - mg/dm ³ - | | - cmolc/dm ³ - | | | g cm ⁻³³ - | cm ³ cm ⁻³ % | | MPa |
| PDT0 | 27,40 | 3,74 | 6,16 | 66,92 | 167,20 | 6,44 | 2,36 | 0,00 | 1,57 | 0,40 | 25,84 | 1,96 |
| PDT1 | 29,00 | 4,48 | 6,18 | 118,63 | 308,00 | 7,43 | 2,75 | 0,00 | 1,56 | 0,42 | 27,53 | 1,03 |
| PDT2 | 27,75 | 4,83 | 6,15 | 114,50 | 161,00 | 7,95 | 2,03 | 0,00 | 1,53 | 0,41 | 26,78 | 1,96 |
| PDT3 | 29,20 | 3,84 | 6,24 | 39,76 | 198,40 | 6,16 | 2,76 | 0,00 | 1,58 | 0,41 | 25,02 | 1,47 |
| ESCT0 | 28,00 | 4,08 | 6,36 | 95,34 | 219,20 | 7,24 | 2,54 | 0,00 | 1,53 | 0,40 | 15,12 | 1,66 |
| ESCT1 | 28,00 | 4,08 | 6,36 | 95,34 | 219,20 | 7,24 | 2,54 | 0,00 | 1,54 | 0,40 | 15,92 | 1,59 |
| ESCT2 | 26,80 | 3,98 | 6,38 | 69,38 | 193,60 | 6,76 | 2,52 | 0,00 | 1,51 | 0,43 | 15,36 | 1,20 |
| ESCT3 | 28,60 | 3,76 | 6,42 | 73,84 | 164,80 | 6,90 | 2,74 | 0,00 | 1,62 | 0,39 | 15,14 | 1,49 |
| ESC+PDT0 | 31,20 | 4,54 | 5,10 | 38,46 | 230,40 | 3,18 | 1,82 | 2,54 | 1,61 | 0,38 | 22,44 | 1,76 |
| ESC+PDT1 | 35,00 | 5,16 | 5,24 | 32,16 | 296,00 | 3,62 | 1,90 | 1,80 | 1,61 | 0,41 | 21,70 | 1,16 |
| ESC+PDT2 | 42,60 | 3,78 | 4,82 | 16,86 | 219,20 | 1,48 | 0,98 | 3,26 | 1,56 | 0,41 | 24,10 | 2,26 |
| ESC+PDT3 | 34,40 | 3,90 | 5,22 | 24,38 | 184,00 | 3,24 | 1,80 | 2,06 | 1,66 | 0,37 | 23,26 | 2,43 |

Tabela 2 – Características físico-químicas do solo utilizadas na análise de correlação com as variáveis de rendimento. Média de 5 repetições. Seara – SC, 2016.

Fonte: Kraft, 2018.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico SAS, versão 6.12 (SAS, 1990), e as médias comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$). Adicionalmente realizou-se análise de correlação de Pearson ($P < 0,05$) utilizando o programa estatístico PAST 3.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliações dos parâmetros vegetativos

As variáveis altura de inserção de espiga (AIE) e estatura de planta (EP) diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre os produtos testados (Bacsol – BAC, Orgasol – ORG, mistura BAC + ORG) e sistemas de cultivo avaliados (Plantio direto – PD, escarificação – ESC e escarificação com retorno ao plantio direto – ESC+PD) (Tabela 3). A variável diâmetro de colmo (DC) diferiu estatisticamente entre os sistemas avaliados, porém, não diferiu entre os produtos testados e nem obteve resposta da interação (Tabela 3).

Para o DC os maiores valores encontrados foram no tratamento ESC+PD, seguido pelo PD e ESC. O tratamento ESC+PD apresentou-se superior em 12% em relação ao ESC, ao contrário do que se esperava, onde os melhores resultados para DC não foram obtidos pelo sistema PD como encontrados por Ferreira (2012), que obteve os melhores resultados para esta variável em sistema de plantio direto quando comparado ao sistema convencional.

Bertolini et al. (2008), avaliando a adubação antecipada em sistema de plantio direto

e cultivo mínimo em diferentes cultivares de milho, encontraram resultados semelhantes ao presente estudo para o DC. Contudo, resultados obtidos por Bertolini, Gamero e Benez (2006) avaliando o desempenho da cultura do milho em diferentes manejos de solo sob cobertura de nabiça, não constataram diferença significativa pela utilização de diferentes preparos de solo para o DC; assim como os resultados encontrados por Andrade Junior et al. (2014), ao avaliarem espaçamentos tradicional e reduzido entre linhas nos sistemas de plantio direto, mínimo e convencional.

| SISTEMAS | TEST | BAC | ORG | BAC + ORG | MÉDIAS |
|-----------------|---------------------|----------|----------|-----------|--------------------|
| DC (cm) | | | | | |
| PD | 25,24 | 25,65 | 25,07 | 25,01 | 25,24 B |
| ESC | 23,96 | 23,59 | 23,99 | 23,85 | 23,85 C |
| ESC+PD | 26,42 | 26,05 | 26,23 | 26,03 | 26,19 A |
| MÉDIAS | 25,21 ^{ns} | 25,09 | 25,09 | 24,97 | |
| C.V. (%) | 3,14 | 1,59 | 3,48 | 2,60 | |
| AIE (m) | | | | | |
| PD | 1,45 abA | 1,46 abA | 1,48 aA | 1,43 bA | 1,46 ^{ns} |
| ESC | 1,43 aA | 1,44 aA | 1,45 aAB | 1,46 aA | 1,45 |
| ESC+PD | 1,43 aA | 1,45 aA | 1,44 aB | 1,41 aA | 1,43 |
| MÉDIAS | 1,44 ^{ns} | 1,45 | 1,46 | 1,44 | |
| C.V. (%) | 2,89 | 3,96 | 1,90 | 2,75 | |
| EP (m) | | | | | |
| PD | 2,55 bA | 2,58 abA | 2,61 aA | 2,56 bA | 2,57 A |
| ESC | 2,58 aA | 2,56 aAB | 2,56 aAB | 2,56 aA | 2,56 A |
| ESC+PD | 2,55 aA | 2,51 aB | 2,52 aB | 2,56 aA | 2,53 B |
| MÉDIAS | 2,56 ^{ns} | 2,55 | 2,56 | 2,56 | |
| C.V. (%) | 1,15 | 1,59 | 1,31 | 2,49 | |

Tabela 3 – Diâmetro de colmo (DC), altura de inserção de espiga (AIE) e estatura de planta (EP) do milho (*Zea mays* L.), submetido à utilização de Bacsol® e Orgasol® nos sistemas de cultivo: plantio direto (PD), escarificação (ESC) e escarificação com retorno ao plantio direto (ESC+PD). Média de 5 repetições. Seara – SC, 2016

TEST - tratamento que não recebeu os produtos; BAC: adubação biológica na dose de 200g ha⁻¹; ORG: bioestimulante na dose de 200ml ha⁻¹; BAC + ORG: adubação biológica + bioestimulante. PD: sistema de plantio diretos; ESC: sistema de plantio com escarificação; ESC + PD: escarificação com retorno ao plantio direto. Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste LSD (P < 0,05).

Quanto à utilização da adubação biológica e bioestimulante, os resultados obtidos por esta pesquisa corroboram com os encontrados por Krenchinski et al. (2014), que demonstraram a ineficiência da utilização de bioestimulantes para a cultura do milho para as variáveis DC, corroborando também com os dados obtidos por Bento et al. (2016), avaliando diferentes doses de P₂O₅ na presença e ausência dos produtos Bacsol®+Orgasol® em sistema de cultivo convencional.

Para a AIE os produtos testados apenas influenciaram esta variável dentro do sistema plantio direto, tendo o ORG como melhor resposta, diferenciando-se do tratamento com a mistura dos dois produtos, porém não diferindo da testemunha e da adubação biológica (BAC) (Tabela 3). Não houve diferença estatística entre os manejos adotados para a AIE

em relação aos produtos testados, com exceção para o tratamento bioestimulante (ORG), onde o sistema PD apresentou a melhor resposta em relação ao ESC+PD, não diferindo do sistema escarificado (Tabela 3).

De acordo com Farinelli, Penariol e Fornasieri Filho (2012), esta variável está diretamente ligada aos fatores genéticos da planta, não sendo alterada pelos diferentes manejos adotados. Corroborando com os dados desta pesquisa Bertolini, Gamero e Benez (2006), avaliando três híbridos de milho em plantio direto e cultivo mínimo, não encontraram diferença estatística para esta variável.

Semelhantemente, Oliveira et al. (2012) não verificaram efeito significativo da utilização de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas via tratamento de sementes do milho, em diferentes doses de adubação de base em sistema de plantio direto, para as variáveis AIE e EP.

Ressalta-se que, atualmente, busca-se cada vez mais lançar híbridos com menor altura de inserção de espiga, uma vez que as espigas proporcionam menor acamamento das plantas por apresentar menor deslocamento do centro de gravidade permanecendo mais próximo à base da planta (SANGOI et al., 2011; FERREIRA, 2012).

Para a EP houve diferença estatística para os tratamentos utilizando BAC e ORG nos diferentes sistemas de cultivo, onde o PD apresentou-se superior em relação ao ESC+PD, mas não diferiu em relação ao ESC (Tabela 3). Apenas o PD promoveu diferença entre os produtos testados, sendo os maiores valores encontrados nos tratamentos utilizando o bioestimulante (ORG), que não diferiu estatisticamente em relação à adubação biológica (BAC), mas diferiu em relação aos demais tratamentos (TEST e BAC+ORG) (Tabela 3).

Em estudo realizado por Veiga, Reinert e Pandolfo (2006), avaliando sistemas de cultivos (preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto) e a utilização de diferentes fontes de nutrientes, os autores não obtiveram diferença estatística para EP; corroborando com os dados anteriormente obtidos por Krenchinski et al. (2014).

3.2 Avaliação dos componentes do rendimento

Houve efeito da interação entre os produtos testados (Bacsol – BAC, Orgasol – ORG, mistura BAC + ORG) e dos sistemas de cultivo avaliados (Plantio direto – PD, escarificação – ESC e, escarificação com retorno ao plantio direto – ESC+PD) para o número de grãos por fileira (NGF) ($P < 0,05$). O número de grãos por espiga (NG) diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) para os sistemas de cultivo avaliados e, embora o fator produto testado tenha apresentado significância, não houve diferença entre os mesmos; enquanto, o número de fileiras de grãos por espiga (NFE) apresentou efeito apenas para os sistemas de cultivo avaliados (Tabela 4).

| SISTEMAS | TEST | BAC | ORG | BAC + ORG | MÉDIAS |
|-----------------|---------------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| NFE | | | | | |
| PD | 17,17 | 17,14 | 17,22 | 17,27 | 17,20 A |
| ESC | 16,80 | 17,11 | 16,69 | 17,18 | 16,95 AB |
| ESC + PD | 16,80 | 16,84 | 17,18 | 16,80 | 16,91 B |
| MÉDIAS | 16,92 ^{ns} | 17,03 | 17,03 | 17,08 | |
| C.V. (%) | 2,28 | 2,30 | 1,75 | 3,19 | |
| NGF | | | | | |
| PD | 34,11 aB | 33,94 aAB | 34,68 aA | 35,05 aA | 34,46 B |
| ESC | 34,84 aAB | 33,62 bB | 34,84 aA | 34,46 abA | 34,44 B |
| ESC + PD | 35,37 aA | 35,27 aA | 34,88 aA | 35,33 aA | 35,21 A |
| MÉDIAS | 34,77 ^{ns} | 34,28 | 34,80 | 34,95 | |
| C.V. (%) | 1,94 | 3,26 | 2,53 | 3,11 | |
| NG | | | | | |
| PD | 584,78 | 580,82 | 596,91 | 604,53 | 591,66 AB |
| ESC | 583,65 | 575,13 | 580,86 | 590,42 | 582,52 B |
| ESC + PD | 593,93 | 593,14 | 598,69 | 592,80 | 594,64 A |
| MÉDIAS | 587,45a | 583,03a | 592,02a | 595,92a | |
| C.V. (%) | 3,55 | 3,05 | 2,37 | 3,55 | |

Tabela 4 – Fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NG) do milho (*Zea mays* L.), submetido à utilização de Bacsol® e Orgasol® nos sistemas de cultivo: plantio direto (PD), escarificação (ESC) e escarificação com retorno ao plantio direto (ESC+PD). Média de 5 repetições. Seara – SC, 2016

TEST - tratamento que não recebeu os produtos; BAC: adubação biológica na dose de 200g ha⁻¹; ORG: bioestimulante na dose de 200ml ha⁻¹; BAC + ORG: adubação biológica + bioestimulante. PD: sistema de plantio diretos; ESC: sistema de plantio com escarificação; ESC + PD: escarificação com retorno ao plantio direto. Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste LSD (P < 0,05).

A variável NFE não apresentou diferença estatística para a utilização da adubação biológica e o bioestimulante ou a mistura de ambos; apenas houve diferença estatística quanto ao sistema de cultivo. As médias para os sistemas de cultivo mostraram diferença significativa, com os melhores resultados para o sistema plantio direto seguido pelo cultivo mínimo que não diferiu dos demais. O sistema de escarificação com retorno ao plantio direto apresentou a menor resposta diferenciando-se do sistema plantio direto (Tabela 4).

De acordo com Ritchie, Hanway e Benson (1993), esta variável tem seu potencial determinado até o estágio V12, sendo que até este estágio ocorre a definição do número de fileiras de grãos por espiga. Dessa forma pode-se dizer que o uso da adubação biológica e bioestimulante não exerceram ou exerceram baixa influência nos estádios iniciais de crescimento da planta; o oposto pode ser observado quando se analisa os sistemas de cultivo. De acordo com Narimatsu et al. (2014), o sistema de cultivo adotado afeta o crescimento do sistema radicular bem como a distribuição das raízes no perfil do solo, o que influencia diretamente na capacidade de absorção de água e nutrientes.

Para a variável NGF foi observada diferença estatística para a utilização dos produtos apenas no sistema cultivo mínimo (ESC), situação em que o uso da adubação biológica (BAC) proporcionou o pior resultado diferindo da testemunha e do tratamento contendo

o bioestimulante (ORG) que não diferiram entre si (Tabela 4). Acredita-se que o uso da adubação biológica possa ter proporcionado um efeito antagônico dentro deste sistema (ESC) proporcionado pelo revolvimento do solo, uma vez que todas as parcelas com o mesmo tratamento apresentaram a mesma respostas.

Dentro dos sistemas de cultivo apenas os tratamentos TEST e BAC apresentaram diferença estatística para o NGF. Na testemunha os maiores valores encontrados foram no PD+ESC, que não diferiu de ESC, mas diferiu do PD. De modo semelhante, em BAC os maiores valores encontrados no PD+ESC que não diferiram do PD, mas diferiram de ESC (Tabela 4).

Krenchinski et al. (2014) não obtiveram diferença significativa para as variáveis NFE e NGF quanto ao uso de bioestimulantes no milho. Segundo os autores Ritchie, Hanway e Benson (1993), estas variáveis tem sua definição no período de pré-florescimento a florescimento. De acordo com o pressuposto o sistema ESC+PD proporcionou condições favoráveis para a expressão fenotípica da planta durante esse período, diferindo das médias dos demais sistemas.

Para NG não houve diferença estatística entre as adubações testadas, com os maiores valores observados em PD e ESC+PD que não diferiram entre si. O sistema de cultivo ESC promoveu os menores valores de NG, porém não diferindo do PD (Tabela 4). Ao observar as médias por sistema de cultivo das variáveis apresentadas na Tabela 4, percebe-se que o maior número de grãos na fileira tendem a proporcionar também maiores quantidade de grãos por espiga, mesmo quando obtidos menores números de fileiras de grãos

Kolling et al. (2016) ao avaliarem a utilização do bioestimulante Stimulate® sob a variabilidade de plantas de milho em sistema plantio direto, não constataram diferença significativa para o NG, corroborando com os dados desta pesquisa. Já Bertolini, Gamero e Benez (2006) e Bertolini et al. (2008), não encontraram diferença estatística para esta variável em relação aos sistemas de cultivo utilizados.

Apesar do sistema de cultivo ESC+PD ter apresentado o maior número de grãos por espiga, isto não se traduziu em maior rendimento da cultura, como verificado para os valores de massa de 1000 grãos (MS1000G) e rendimento por hectare (REND), apresentados na tabela 5. Não houve efeito das adubações testadas e nem da interação entre estas e os sistemas de cultivo para a MS1000G e REND, havendo diferença significativa ($P < 0,05$) para estas variáveis apenas quanto ao sistema de cultivo avaliado (Tabela 5).

Ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, a utilização da adubação biológica e bioestimulante em pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2012), Dourado Neto et al. (2014), Krenchinski et al. (2014) e Kolling et al. (2016), promoveram diferenças para a MS1000G, apesar destes valores não refletirem no rendimento final da cultura. Dados obtidos por Kraft (2015) demonstraram a influência dos produtos Bacsol® e Orgasol® sobre esta variável quando avaliados individualmente ou de forma conjunta, demonstrando valores até 19% superior à testemunha, em condições de casa de vegetação.

| SISTEMAS | TEST | BAC | ORG | BAC + ORG | MÉDIAS |
|--------------------|------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| MS1000G (g) | | | | | |
| PD | 342,38 | 351,11 | 342,34 | 340,11 | 343,99 A |
| ESC | 341,40 | 335,73 | 346,20 | 341,94 | 341,32 A |
| ESC + PD | 331,10 | 307,84 | 324,13 | 324,04 | 321,77 B |
| MÉDIAS | 338,30 ^{ns} | 331,56 | 337,56 | 335,36 | |
| C.V. (%) | 7,94 | 9,22 | 7,43 | 2,65 | |
| REND (Kg) | | | | | |
| PD | 11113,9 | 11768,3 | 11665,9 | 11611,9 | 11540,0 A |
| ESC | 10856,9 | 10205,4 | 11194,3 | 10812,7 | 10767,3 B |
| ESC + PD | 11082,2 | 10361,6 | 10245,2 | 10724,4 | 10603,3 B |
| MÉDIAS | 11017,07 ^{ns} | 10778,4 | 11035,1 | 11049,7 | |
| C.V. (%) | 9,70 | 5,96 | 10,27 | 8,06 | |

Tabela 5 – Massa seca de 1000 grãos (MS1000G) e rendimento por hectare (REND) do milho (*Zea mays* L.), submetidos à utilização de Bacsol® e Orgasol® nos sistemas de cultivo: plantio direto (PD), escarificação (ESC) e escarificação com retorno ao plantio direto (ESC+PD). Média de 5 repetições. Seara – SC, 2016

TEST - tratamento que não recebeu os produtos; BAC: adubação biológica na dose de 200g ha⁻¹; ORG: bioestimulante na dose de 200ml ha⁻¹; BAC + ORG: adubação biológica + bioestimulante. PD: sistema de plantio diretos; ESC: sistema de plantio com escarificação; ESC + PD: escarificação com retorno ao plantio direto. Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste LSD (P < 0,05).

Contudo, vale ressaltar que algumas vezes os resultados obtidos em condições controladas não são repetidos nas condições de campo, uma vez que nesta, as interferências são mais adversas e amplas. Oliveira et al. (2012) indicam que para a utilização dos produtos biológicos deve-se considerar a grande amplitude de comportamento dos microrganismos que quando associadas as condições climáticas e disponibilidade de nutrientes, afeta a interação entre os mesmos e as plantas. Por isso, ressaltam os autores que a estabilidade, sobrevivência e atuação dos microrganismos pode ser comprometida por estresses climáticos e condições adversas do solo.

Microrganismos inoculados ao solo sofrem efeitos de adaptações a este ambiente, bem como competição por nicho e substrato, com populações microbianas nativas mais adaptadas e muitas vezes mais eficientes. A interação entre plantas e microrganismos pode ser benéfica, neutra ou até mesmo prejudicial; enquanto Reis et al. (2000) e Domingues Neto et al. (2013), conferem ao genótipo da planta o fator determinante desta interação. Autores como Araújo et al. (2013), ao avaliarem 35 cultivares de milho constituídos de híbridos simples, duplos, triplos e variedades, sob a utilização de bactérias diazotróficas, encontraram resposta favorável a utilização das mesmas em apenas nove híbridos.

Oliveira et al. (2012) em pesquisa avaliando a utilização de rizobactérias na cultura do milho não obtiveram diferença significativa para as variáveis acima citadas, onde o mesmo justificou a ineficiências da utilização devido a períodos de estiagem durante o estágio reprodutivo da cultura. Contrariamente, Bento et al. (2016) avaliando doses de adubação fosfata com e sem a utilização dos produtos Bacsol+Orgasol, demonstraram efeito positivo do uso dos produtos sobre as variáveis de rendimento na dose de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os maiores valores obtidos para MS1000G foram encontrados nos sistemas PD e ESC que não diferiam entre si, enquanto, o sistema ESC + PD apresentou os menores resultados (Tabela 5). Para a medida do rendimento (REND) o sistema PD foi estatisticamente superior aos demais tratamentos (ESC e ESC + PD). Observa-se nos sistemas ESC+PD e ESC valores contrários, com maiores quantidades de grãos (Tabela 4) apresentando menores valores de MS1000G e vice versa. Apenas para o sistema PD obteve-se elevados valores de NGE e MS1000G, fato que contribuiu para o maior rendimento de grãos obtido neste sistema.

De forma contrária ao presente estudo, Andrade Junior et al. (2014), quando avaliando diferentes espaçamentos entre linhas e sistemas de cultivo, verificaram que mesmo em diferentes manejos do solo não houve diferença para a massa de 100 grãos (MS100G). Para o presente estudo, a diferença significativa do rendimento de grãos de milho entre os diferentes sistemas de manejo de solo, está atribuída ao preparo de solo associado às condições climáticas. A distribuição desuniforme da precipitação pluvial ao longo do período de cultivo proporcionou menores precipitações nos períodos cruciais para a cultura, ou seja, durante a fase reprodutiva, como verificando na figura 1.

Condições climáticas associadas a práticas de manejo que envolvam o revolvimento do solo, mesmo de forma menos intensa como ocorre através da escarificação, oferecem menor condição de armazenamento de água no solo por causar danos a sua estrutura, quando comparado ao sistema plantio direto (SANTOS; TOMM; KOCHHANN, 2003). O sistema de escarificação promove alteração na porosidade do solo, principalmente da macroporosidade, o que facilita a taxa de infiltração e aeração do solo, mas também favorece a perda de água no solo por evaporação (BERTOLINI et al., 2008).

No entanto, maiores intensidades de preparo do solo tendem a ocasionar a compactação subsuperficial em função da descompactação mecânica da camada mobilizada, sendo que a carga aplicada tem efeito acumulativo em subsuperfície no decorrer do tempo, proporcionando o efeito conhecido como pé de grade (LLANILLO et al., 2006), impedindo o aprofundamento do sistema radicular, e diminuindo a capacidade de água que as plantas podem absorver (BRADY; WEIL, 2013). Desta maneira, no primeiro momento, a escarificação pode até melhorar a capacidade de infiltração de água no solo, melhorar a aeração e diminuir a resistência à penetração de raiz pelas plantas, no entanto, a longo prazo, o seu efeito leva a uma condição de solo pior ao estágio pré-escarificação, afetando as plantas como um todo e proporcionando condições inadequadas para o desenvolvimento das plantas, como verificado no presente estudo.

O estudo demonstrou haver uma relação direta entre a resposta obtida para os parâmetros de rendimento e algumas variáveis químico-físicas analisadas. A análise de Correlação de Person mostrou significância ($P < 0,05$) sendo possível observar correlações positivas para os valores encontrados de matéria orgânica do solo - MO ($r=0,59$), densidade do solo - Ds ($r=0,51$), Porosidade Total - Pt ($r=0,62$) e Ds ($r=0,52$) e Pt ($r=0,54$), respectivamente, para as variáveis NFE e NGF. Enquanto, a variável NG teve alta correlação positiva com os teores de magnésio - Mg ($r=0,66$) e MO ($r=0,50$).

Para tanto quando analisamos a Pt, práticas de manejo do solo que proporcionam

preservação e estabilidade de poros no perfil favorece o fluxo de água, como é o caso do sistema plantio direto, permitindo que a mesma seja redistribuída para as plantas em uma condição de escassez de precipitação. Além disso, os poros contínuos permitem a aprofundamento das raízes no solo (FREITAS et al., 2017) aumentando assim a área de exploração das raízes, favorecendo a maior absorção de água e nutrientes em períodos de restrição hídrica.

A elevada correlação dos atributos de rendimento com a Ds pode ser explicada pelo fato das culturas terem uma compactação ideal ótima para seu desenvolvimento sendo este fator preponderante para o melhor desenvolvimento do sistema radicular e absorção de água e nutriente. Silva, Albuquerque e Costa (2014) avaliando o crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo Bruno com diferentes graus de compactação, constataram que a máxima resposta da cultura quando atingiu-se 82% da compactação máxima do solo. O grau de compactação é a relação direta da Ds, sendo que para Silva, Albuquerque e Costa (2014) a densidade do solo tornou-se crítica quando estava acima de $1,14 \text{ kg dm}^{-3}$, que corresponde a um grau de compactação de 95%. Assim, o aumento da Ds pode favorecer o desenvolvimento da cultura até determinado ponto, contudo é necessário ressaltar, que este grau de compactação ótimo varia de acordo com o tipo de solo e cultura implantada.

Para a correlação de NG entre Mg e MO é sabido a importância do Mg como componente central da molécula de clorofila, atuando nos processos fotossintéticos e no metabolismo energético vegetal (SILVA et al., 2016), bem como os efeitos promovidos pela MO quanto a disponibilidade de nutrientes, contribuição no aumento da CTC, bem como a atividade de elementos potencialmente fitotóxicos como Al^{3+} e Mn^{2+} em solos ácidos, e metais pesados; além de efeitos sobre agregação do solo e retenção de umidade (ZANDONADI et al., 2014).

A variável MS1000G demonstrou correlação positiva com os teores de K do solo ($r=0,94$), está elevada correlação corrobora com o que vem sendo discutido na literatura, onde, a adubação potássica proporciona precocidade do aparecimento da inflorescência feminina, uniformidade de maturação, resistência do colmo, diminuição no acamamento das plantas e maior peso de grãos (TAKASU et al., 2014).

4 | CONCLUSÃO

A utilização da adubação biológica (BAC), bioestimulante (ORG) e da combinação entre BAC+ORG não promoveu efeito sobre os parâmetros fitotécnicos e de rendimento avaliados no presente estudo;

Houve efeito dos sistemas de cultivo sobre as respostas da utilização da adubação biológica e do bioestimulante, quando da existência da interação entre os produtos testados e sistemas de cultivo (AIE, EP e NG), ressaltando a necessidade da associação dos mesmos a um bom manejo para obtenção de melhores respostas a sua utilização;

O estudo reforça a importância dos sistemas de cultivo sobre o desenvolvimento das culturas, onde o sistema escarificado (ESC) apresentou a menor resposta em mais de

50% das variáveis analisadas; enquanto o sistema de plantio direto (PD) apresentou uma superioridade de 9% no rendimento em relação aos demais sistemas;

Os componentes de rendimento NFG, NGF, NG e MS1000G apresentaram correlações positivas com parâmetros físico-químicos avaliados (K, Mg, MO, Ds e Pt).

REFRÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ANDRADE JUNIOR, O. et al. Crescimento e produtividade de milho em três sistemas de manejo de solo e dois espaçamentos entrelinhas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina – PR, v. 35, n. 3, p. 1221-1230, maio/jun. 2014.

ARAUJO, F. F. et al. Híbridos e variedades de milho submetidos à inoculação de sementes com *Herbaspirillum seropedicae*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina – PR, v. 34, n. 3, p. 1043-1054, maio/jun. 2013.

BENTO, R. U. et al. Contribuição de bioestimulantes contendo microrganismos rizosféricos na absorção de fósforo pelo milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 572-581, 2016.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre a cobertura vegetal de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.). **Engenharia Agrícola**, Botucatu – SP, v. 21, n. 1, p. 34 – 49, 2006.

BERTOLINI, E. V. et al. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 32, p. 2355-2366, 2008.

BRADY, N. C. WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra de Grãos**. Brasília, v.4 Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-158 setembro 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.

CONCEIÇÃO, P. M. et al. Recobrimento de sementes de milho com ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 43, n. 4, p. 545-548, 2008.

DOMINGUES NETO, F. J. et al. Desenvolvimento e produtividade do milho verde safrinha em resposta à aplicação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p.1030, 2013.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. 3-21p.

DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia – MG, v. 30, p. 371-379, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agrônômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entrelinhas e densidades populacionais. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 21-27, 2012.

FERREIRA, J. P. **Características agrônômicas do milho sob diferentes arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado**. 2012. 86p. Dissertação (Sistemas de produção), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira - SP. 2012. 86p.

FIGUEIREDO, M. V. B. et al. **Microrganismos promotores do crescimento de plantas. Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais**, cap.1, p.385-414, Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF. Instituto Agrônomo de Pernambuco Recife, 2010.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

FREITAS, L. A. et al. Soil physical and phenological attributes of soybean in different management systems and gypsum. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 508-515, 2017.

JUNIOR, H. B. M.; CAMARGO, R. De.; WENDLING, B. Sistema de plantio direto na conservação do solo e água e recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, N. 12, p. 1-17, 2011.

KOLLING, D. F. et al. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v. 46, n. 2, p. 248-253, fev. 2016.

KRAFT, E. **Utilização do bacsol e orgasol no crescimento e desenvolvimento do milho (Zea mays L.) e qualidade do solo**. 2015. 20 p. Relatório de pesquisa – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2015.

KRENCHINSKI, F. H. et al. Utilização de bioestimulante organomineral no milho de segunda safra cultivado no Oeste do Paraná. **Revista Agrarian**, Dourados – MT, v. 7, n. 25, p. 468-473, 2014.

LLANILLO, R. F. et al. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Sêmima: Ciências Agrárias**, Londrina – PR, v. 27, n. 2, p. 205-220, abr./jun. 2006.

MONTEIRO, P. H. R.; WINAGRASKI, E.; AUER, C. G. **Importância do uso de rizobactérias na produção de mudas florestais**. Colombo, PR, Embrapa Floresta, 2014. 6p. (Comunicado técnico, 338). Disponível em:

MONTEIRO, P. R.; AUER, C. G. **Avaliação do crescimento de mudas de Eucalyptus benthamii após uso do Bacsol**. In: FERTBIO 2012, “A Responsabilidade Socioambiental da Pesquisa Agrícola”. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- SBCS, 2012.

NARIMATSU, K. C. P. et al. Corn productivity in function of surface application of lime in different management systems and cultural preparation. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal – SP, v. 34, n. 2, p. 254-262, mar./abr. 2014.

OLIVEIRA, M. A. et al. Desempenho agrônômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 16, n. 10, p. 1040–1046, 2012.

OLIVEIRA, M. A. et al. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desempenho agrônômico do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife – PB, v. 38, p. 18-25, jan. 2015.

REIS, V. M. et al. Biological nitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Review in Plant Science**, London, v. 19, n. 3, p. 227-247, 2000.

RIBEIRO, R. F. et al. Bioestimulante na produção de mudas de videira cv. Crimson Seedless. **Scientia Agrária**, Curitiba – PR, v. 18, n. 4, p. 36-42, 2017.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special Bulletin**, Iowa, n. 48. 1993. Disponível em: <https://s10.lite.msu.edu/res/msu/botonl/b_online/library/maize/www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corngrows.html#contents>. Acessado em: 22 nov. 2015.

RSA Indústria de Insumos Agrícolas LTDA. São Paulo, SP: Bacsol, 2014. Bula.

SANGOI, L. et al. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, jun. 2011.

SANTOS, E. P.; TOMM, G. O.; KOCHHANN, R. A. Rendimento de grãos de milho em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas – RS, v. 9, n. 3, p. 251-256, jul./set. 2003.

SANTOS, V. M. et al. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas – MG, v.12, n.3, p. 307-318, 2013.

SARTORI, G. M. S. et al. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016 .

SAS. INSTITUTE. **SAS User's guide**: Statistics. 6.ed. Cary,1990.

SILVA, A. D. et al. Fontes e doses de magnésio na cultura do milho. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 20 - 30, 2016.

SILVA, F. R. Da.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. Da. Crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo Bruno com diferentes graus de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 38, n. 6, p. 1731-1739, 2014.

SPANIOL, J. S. et al. Influence of probiotic on somatic cell count in milk and immune system of

dairy cows. **Comparative Clinical Pathology**, v. 24, n. 3, p. 677-681, 2014.

TAKASU, A. T. et al. Produtividade da cultura do milho em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 154-161, 2014.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. 2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

VEIGA, M.; REINERT, D. J.; PANDOLFO, C. M. Efeito de sistemas de preparo e de fontes de nutrientes sobre a fertilidade do solo e o crescimento e produção de milho. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis – SC, v. 19, n. 1, p. 69-73, mar. 2006.

ZANDONADI, D. B. et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 14-20, 2016.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-03-1

