

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO DE TOMATEIRO CULTIVADO COM
ACRESCENT SOLUS®**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Diogo Vanderlei Schwertner

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

**PRODUÇÃO DE TOMATEIRO CULTIVADO COM
ACRESCENT SOLUS®**

Diogo Vanderlei Schwertner

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

S415p Schwertner, Diogo Vanderlei
Produção de tomateiro cultivado com Acrescent Solus® / Diogo Vanderlei
Schertner. – 2012.
72 f. ; 30 cm

Orientador: Alessandro Dal'Col Lúcio
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de
Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2012

1. Tomateiro 2. Pressupostos do modelo matemático 3. Tomateiro -
Fertilização 4. Transformação de dados 5. *Solanum tuberosum* 6. *Solanum
lycopersicum* 7. Bioproduto de batata I. Lucio, Alessandro Dal'Col II. Título.

CDU 635.64

Ficha catalográfica elaborada por
Alenir Inácio Goularte – CRB 10/990
Biblioteca Central da UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

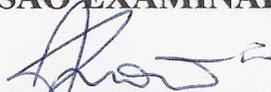
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

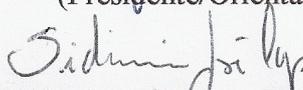
**PRODUÇÃO DE TOMATEIRO CULTIVADO COM ACRESCENT
SOLUS®**

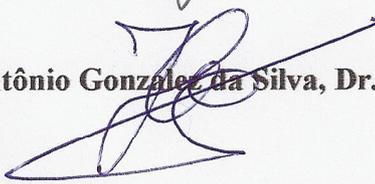
elaborada por
Diogo Vanderlei Schwertner

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr.
(Presidente/Orientador)


Sidinei José Lopes, Dr.(UFSM)


José Antônio Gonzalez da Silva, Dr.(UNIJUI)

Santa Maria, 15 de fevereiro de 2012.

DEDICATÓRIA

As pessoas importantíssimas na minha vida:

Meus pais, EGON e LONI
irmão, ANDERSON
e esposa, DÉLIS
Dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e sabedoria.

A minha Família, pelo carinho, amor, suporte, conselhos, amizade, e apoio incondicional em todos os momentos.

A Universidade Federal de Santa Maria, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao meu orientador, Alessandro Dal'Col Lúcio, pela paciência, atenção, ensinamentos, e principalmente pela oportunidade e confiança na realização deste trabalho.

Aos demais membros do comitê de orientação, professores Sidinei José Lopes e Ana Lúcia de Paula Ribeiro pela amizade, atenção, sugestões, críticas e demais contribuições na realização deste trabalho.

A CAPES, pelo apoio financeiro através da concessão de bolsa de mestrado.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia pelo aprendizado e amizade.

Aos colegas e amigos do setor de experimentação vegetal da UFSM, em nível de Pós-Graduação Rélia, Daniel e Fernando, aos bolsistas do curso de Agronomia da UFSM, Bruno Carloto, Bruno Antonelo, Denison, Altair, e Thaiza pelo auxílio na condução dos experimentos, pela amizade, pelas horas de alegre convivência e também pelos momentos de saudável discussão acadêmica.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, principalmente ao João Colpo, pelo empenho na manutenção dos túneis plásticos e por estar sempre disponível para fornecer os materiais necessários ao manejo dos experimentos.

Ao professor José Antônio Gonzalez da Silva, orientador durante o período da graduação em Agronomia na UNIJUÍ, o qual me ensinou os primeiros passos na área da pesquisa científica.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica, pessoal e profissional, e na realização deste trabalho

**MEU SINCERO,
MUITO OBRIGADO!!!**

EPÍGRAFE

“A person who never made a mistake never tried anything new”.

Albert Einstein

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

PRODUÇÃO DE TOMATEIRO CULTIVADO COM ACRESCENT SOLUS®

AUTOR: DIOGO VANDERLEI SCHWERTNER
ORIENTADOR: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de Fevereiro de 2012.

Os objetivos deste estudo foram: verificar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e, identificar transformações de dados para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel plástico e em campo, considerando cada data de colheita e colheitas agrupadas na primavera-verão e outono-inverno; e, avaliar o efeito da aplicação de Acrescent Solus® em complementação e/ou substituição à adubação mineral em cobertura sobre variáveis produtivas, morfológicas, de qualidade de frutos e de coloração de folhas de tomateiro cultivado em túnel plástico e em campo na primavera-verão e outono-inverno. Dois experimentos foram conduzidos em túnel plástico (primavera-verão e outono-inverno) e um em campo (primavera-verão), ambos no delineamento de blocos ao acaso com três repetições em um bifatorial (2x4), com quatro testemunhas adicionais. Para verificar o atendimento às pressuposições de: aditividade do modelo, normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros foram utilizados, respectivamente, os testes de: não aditividade de Tukey, Lilliefors, Bartlett e de Sequência. Nos casos de violação, os dados foram transformados e, novamente submetidos à análise das pressuposições do modelo matemático. As variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro apresentam atendimento ao pressuposto de aditividade do modelo. Ocorrem violações das variáveis produtivas e morfológicas às pressuposições de: normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros. O agrupamento de todas as colheitas para análise proporciona atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos erros. A transformação que possibilita maior proporção de atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros é a raiz quadrada. Na primavera-verão o Acrescent Solus® não influencia as variáveis produtivas, morfológicas e de qualidade dos frutos de tomateiro, enquanto no outono-inverno reduz o comprimento, a largura e a massa de frutos e, também não influencia a qualidade de frutos. O aumento da dose de Acrescent Solus®, combinada com a adubação mineral em cobertura resulta em intensificação da coloração verde das folhas, a partir da segunda e quarta colheita de frutos na primavera-verão e outono-inverno, respectivamente, porém, sem apresentar correlação favorável com a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro.

Palavras-chave: Pressupostos do modelo matemático. Transformação de dados. Bioproduto de batata. Fertilização do tomateiro. *Solanum lycopersicum*. *Solanum tuberosum*.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

YIELD OF TOMATO CULTIVATED WITH ACRESCENT SOLUS®

AUTHOR: DIOGO VANDERLEI SCHWERTNER

ADVISER: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO

Place and Date of Defense: Santa Maria, February 15th, 2012.

The objectives of this study were: verify the adequation to the presuppositions of the mathematical model and, identify data transformation for productive and morphological variables of tomato in experiments in plastic tunnel and in field, considering each harvest date and grouped harvests during spring-summer and autumn-winter seasons; and, to evaluate the effect of the application of Acrescent Solus® in complementation and/or substitution to the mineral fertilization in coverage over productive and morphological variables, quality of fruit and color of leaves of tomato cultivated in plastic tunnel and in field during spring-summer and autumn-winter seasons. Two experiments were conducted in plastic tunnel (spring-summer and autumn-winter) and one in field (spring-summer), both in a randomized block design with three replications in a bifactorial (2x4), with four additional controls. The tests of: non-additivity of Tukey, Lilliefors, Bartlett and Run Test, were used, respectively, for verify the adequation to the presuppositions of: additivity of the model, normality, homogeneity and randomness of errors. In cases of violation, the data were transformed and, submitted again to the analysis of the presuppositions of the mathematical model. The productive and morphological variables of tomato present adequation to the presupposition of additivity of the model. Violations of the productive and morphological variables occur to the presupposition of: normality, homogeneity and randomness of errors. The grouping of all harvests for analysis provides adequation of productive and morphological variables to the presuppositions of normality and homogeneity of errors. The data transformation that provides more proportion of adequation of productive and morphological variables to the presuppositions of normality, homogeneity and randomness of errors is the square root. In the spring-summer, the Acrescent Solus® does not alter the productive and morphological variables and, the quality of fruits of tomato, while, in the autumn-winter, it reduces the length, the width and the mass of fruits and, also, it does not alters the quality of fruits. The increase of the dose of Acrescent Solus®, combined with the mineral fertilization in coverage results in intensification of the green color of leaves, from the second and fourth harvest fruit in the spring-summer and autumn-winter, respectively, nevertheless, without showing favorable correlation with the expression of productive and morphological variables of tomato.

Keywords: Presuppositions of mathematical model. Data transformation. Potato bioproduct. Fertilization of tomato. *Solanum lycopersicum*. *Solanum tuberosum*.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 - Eficiência percentual da transformação de dados em provocar o atendimento das variáveis massa e número de frutos (NF) por planta, comprimento (COM) e largura (LAR) média de frutos de tomate ao pressuposto violado e porcentagem de casos sem transformação eficiente (Sem T.) ('a', 'b', 'c', 'e', 'f')= colheitas individuais; 'd'= colheitas agrupadas duas em duas; 'g'= colheitas agrupadas três em três) (percentage efficiency of data transformation to adequate the variables mass of fruit (MF) and number of fruits (NF) per plant, length (COM) and width (LAR) average of fruits of tomato to the violated presuppositions and percentage of cases without efficient transformation (Sem T.) ('a', 'b', 'c', 'e', 'f')= individual harvests; 'd'= harvests grouped two in two; 'g'= harvests grouped three in three)). Santa Maria, UFSM, 2011. 35

ARTIGO 2

Figura 1 - Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância para a variável largura de frutos (a) e, comportamento das variáveis largura de frutos (b), massa (c) e comprimento de frutos (d) em função das doses de Acrescent Solus® aplicadas no outono-inverno, no ambiente túnel. Santa Maria, RS, 2011.....43

Figura 2 - Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (a, b, c) e comportamento das variáveis chroma (C) e ângulo hue (h°) de folhas de tomateiro em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e em campo na primavera-verão em função das doses de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2011. 45

Figura 3 - Luminosidade (L), chroma (C) e ângulo hue (h°) de folhas de tomateiro na primavera-verão (a, b, c, d, e) e outono-inverno (f, g, h, i, j, l, m) em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e em campo em função das doses de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2011.....47

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das variáveis massa de frutos (g planta-1) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas individuais e agrupadas na primavera-verão (percentage of adequation to the presuppositions of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant-1) (MF), number of fruits per plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of tomato, in individual and grouped harvests in spring-summer). Santa Maria, UFSM, 2012. 32
- Tabela 2 - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das variáveis massa de frutos (g planta-1) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas individuais e agrupadas na primavera-verão (percentage of adequation to the presuppositions of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant-1) (MF), number of fruits per plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of tomato, in individual and grouped harvests in spring-summer). Santa Maria, UFSM, 2012. 33
- Tabela 3 - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das variáveis massa de frutos (g planta-1) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas individuais e agrupadas no outono-inverno (percentage of adequation to the presuppositions of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant-1) (MF), number of fruits per plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of tomato, in individual and grouped harvests in autumn-winter). Santa Maria, UFSM, 2012. 34

ARTIGO 2

- Tabela 1. Estimativa de contrastes ortogonais e do teste de Scheffé para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel plástico e em campo na primavera-verão e outono-inverno. Santa Maria, RS, 2012. 42
- Tabela 2. Estimativa de contrastes ortogonais para variáveis de coloração de folhas de tomateiro em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e a campo na estação primavera-verão com aplicação de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2012. 49
- Tabela 3. Estimativa de contrastes ortogonais para variáveis de coloração de folhas de tomateiro em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e a campo na estação primavera-verão e outono-inverno com aplicação de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2012. 50

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Correlação de Pearson entre variáveis produtivas, morfológicas e de coloração de folhas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus®	63
Apêndice B - Estimativa dos componentes de covariância e herdabilidade para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro.....	64
Apêndice C - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em túnel plástico na primavera-verão	65
Apêndice D - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em campo na primavera-verão	66
Apêndice E - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em túnel plástico no outono-inverno.....	67
Apêndice F - Mapas da estimativa do erro experimental das variáveis produtivas de tomateiro para o agrupamento total de colheitas conforme a casualização do experimento	68
Apêndice G - Mapas da estimativa do erro experimental das variáveis morfológicas de tomateiro para o agrupamento total de colheitas conforme a casualização do experimento.....	69
Apêndice H - Resumo da análise de variância para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus® na primavera-verão	70
Apêndice I - Resumo da análise de variância para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus® no outono-inverno.....	71
Apêndice J - Teste de Friedman para variáveis de qualidade de frutos de tomateiro cultivado com Acrescent Solus®.....	72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
ARTIGO 1 - VIOLAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO MATEMÁTICO E TRANSFORMAÇÃO DE DADOS EM VARIÁVEIS DE TOMATEIRO	17
Resumo	17
Abstract	18
Introdução	18
Material e métodos	20
Resultados e discussão	22
Referências	29
ARTIGO 2 - PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE FRUTOS E COLORAÇÃO DE FOLHAS DE TOMATEIRO CULTIVADO COM BIOPRODUTO DE BATATA	36
Resumo	36
Abstract	37
Introdução	37
Material e métodos	39
Resultados e Discussão	41
Conclusões	51
Referências	51
DISCUSSÃO	54
CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICES	62

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma importante olerícola cultivada em nível mundial e nacional. No ano de 2008, foram produzidas no mundo, 129,651 milhões de toneladas de tomate, cultivados em 5,227 milhões de hectares (USDA, 2010). Em 2010, o Brasil foi o nono maior produtor mundial de tomate, atrás de China, Estados Unidos, Índia, Egito, Turquia, Itália, Iran e Espanha (FAO, 2010).

No ano de 2010, o tomateiro foi a hortaliça com maior volume de produção no Brasil (4,114 milhões de toneladas), ocupando 68,086 mil hectares da área cultivada, com produtividade média de 60,5 toneladas por hectare (IBGE, 2010). Dados da safra do ano de 2009, mostram que no Brasil a produção de tomate tipo mesa é maior que a do tipo industrial, sendo aquele, responsável por 2,453 milhões de toneladas, produzidos em 44,7 mil hectares (IBGE, 2009).

A introdução de novas técnicas na agricultura requer a correta análise e interpretação dos resultados experimentais, que somente é possível quando as pressuposições do modelo matemático de aditividade dos efeitos, normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros são atendidas. Em virtude da importância econômica e agrônômica do tomateiro, um grande número de experimentos é realizado anualmente com a cultura, sendo fundamental para a correta discriminação dos efeitos de tratamentos, o estudo do atendimento às pressuposições do modelo matemático.

Violações às pressuposições do modelo matemático resultam em alterações na probabilidade de ocorrência do erro tipo I e tipo II, podendo levar a falsas conclusões a respeito dos efeitos de tratamento (STEEL et al., 1997). Quando os pressupostos são violados, dois caminhos são possíveis: transformação dos dados em nova escala, ou, emprego de análises não paramétricas, que possuem pressupostos mais brandos em relação aos dados, sendo a primeira, prática mais comum entre pesquisadores.

Embora a produção de tomate no Brasil ocorra predominantemente em campo, e seja limitada aos meses mais quentes do ano, um número cada vez maior de agricultores realiza a produção em ambiente protegido, com o cultivo em épocas antes não favoráveis a cultura. Por se tratar de um ambiente mais heterogêneo que o campo, algumas características do ambiente protegido, tais como: a proximidade das linhas de cultivo com a lateral do túnel e o manejo cultural intensivo; associados às características dos tratamentos aplicados, variável observada,

forma de avaliação, época de cultivo e a heterogeneidade da área experimental podem contribuir para uma maior variância e dificultar o atendimento às pressuposições do modelo matemático (LOPES et al., 2009; LÚCIO et al., 2010a; 2010b).

Alguns trabalhos já foram realizados em hortaliças de múltiplas colheitas visando verificar a ocorrência de violações das pressuposições do modelo matemático e identificar transformação de dados. Estes trabalhos realizados em culturas como: abobrinha italiana, brócolis e pimentão, demonstraram a ocorrência de violações aos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos erros, bem como, dificuldades em obter transformações eficientes em adequar os dados aos pressupostos violados, sendo necessárias transformações diferentes entre variáveis de uma mesma espécie, para a mesma variável em diferentes espécies e, para a mesma variável e espécie em diferentes épocas de cultivo (COUTO et al., 2009; LÚCIO et al., 2010b, 2011). No entanto, esses estudos, limitaram-se a investigar violações às pressuposições de normalidade e homogeneidade dos erros, nas variáveis massa e número de frutos.

Inexistem na literatura informações a respeito do atendimento às pressuposições de aditividade dos efeitos e aleatoriedade dos erros em experimentos com hortaliças, bem como, estudos com tomateiro, visando verificar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e a necessidade de transformação de dados em variáveis de interesse agrônomo nessa espécie.

Dessa forma, o objetivo da primeira parte deste estudo é: verificar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e, identificar transformações de dados para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel plástico e em campo, considerando cada data de colheita e colheitas agrupadas em duas estações de cultivo.

Com a intensificação da produção de tomateiro, através do uso de novas tecnologias, tais como, híbridos de alta produtividade e a plasticultura, cada vez mais os sistemas de produção devem conciliar as necessidades minerais das culturas, com as fontes e épocas de aplicação de fertilizantes. A adubação mineral do tomateiro é realizada em pré-transplante, amontoa, cobertura e complementada com aplicações foliares de cálcio e boro (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004; FILGUEIRA, 2008). Mesmo assim, deficiências nutricionais ocorrem principalmente na fase reprodutiva, já que a marcha de absorção de nutrientes no tomateiro intensifica-se a partir do início da frutificação, indicando a necessidade de adubações mais frequentes em cobertura (FAYAD et al., 2002). Os nutrientes mais requeridos pela cultura são: K, N e Ca, sendo que, a ordem de acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro é diferente entre o cultivo em ambiente protegido e em

campo (FAYAD et al., 2002; PRADO et al., 2011), demonstrando a necessidade de estudos simultâneos sobre nutrição nesses ambientes.

Enquanto a adubação mineral onera os custos de produção e contribui para o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, a aplicação de resíduos e dejetos líquidos no solo vem consolidando-se como alternativa econômica para a fertilização das culturas, pois consiste no aproveitamento de subprodutos agroindustriais como: vinhaça da cana-de-açúcar (ZOLIN et al., 2011), dejetos suínos (ASSMANN et al., 2009) e esgotos domésticos (AUGUSTO et al., 2007), como fonte de nutrientes e alternativa de descarte desses resíduos.

Nessa linha, foi registrado, em 2011, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o produto Acrescent Solus®, subproduto agroindustrial proveniente da fermentação alcoólica da batata (*Solanum tuberosum* L.) pela levedura *Sacharomyces cerevisiae*. Esse produto, é um resíduo líquido obtido durante o processo de bidestilação do mosto para a produção de destilados alcóolicos, que possivelmente possui características adequadas à fertilização das culturas, a exemplo da vinhaça da cana-de-açúcar de alambique (OLIVEIRA et al., 2009a), e de usinas sucroalcooleiras (ZOLIN et al., 2011), com as quais possui relações de similaridade, tais como: acidez, potássio como nutriente em maior concentração, elevado teor de matéria orgânica, além da presença de outros macro e micronutrientes.

A avaliação da coloração de folhas através da colorimetria é uma técnica que permite identificar o estado nutricional da planta, pois a cor da folha apresenta relação direta com os teores foliares de clorofila e nitrogênio (AMARANTE et al., 2008a, 2008b, 2009; BACKES et al., 2008), e por consequência também, com a capacidade fotossintética da planta. A eficiência do colorímetro Minolta em determinar a coloração de folhas foi comprovada em maçã (AMARANTE et al., 2008a), couve, batata (AMARANTE et al., 2008b), e uva (AMARANTE et al., 2009), podendo ser utilizado como método de avaliação do estado nutricional da planta.

Embora alguns agricultores já estejam aplicando o bioproduto de batata em diferentes espécies vegetais, tais como: soja, milho, feijão e trigo, nenhum trabalho científico foi realizado até o momento para avaliar seu efeito em hortaliças. Assim, o objetivo da segunda parte deste estudo é: avaliar o efeito da aplicação de Acrescent Solus® em complementação e/ou substituição à adubação mineral em cobertura sobre variáveis produtivas, morfológicas, de qualidade de frutos e de coloração de folhas de tomateiro cultivado em túnel plástico e em campo na primavera-verão e no outono-inverno.

O trabalho está organizado em dois artigos encaminhados para publicação em revistas científicas. O primeiro, submetido à revista *Horticultura Brasileira*, aborda o atendimento às pressuposições do modelo matemático e, transformação de dados experimentais de variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro. O segundo, submetido à revista *Ciência Agronômica*, enfoca os efeitos do *Acrescent Solus®* sobre variáveis produtivas, morfológicas, de qualidade de frutos e de coloração das folhas de tomateiro. No capítulo seguinte, denominado discussão, é realizada a integração e discussão conjunta dos resultados apresentados nos artigos, procurando sintetizar as informações e dar uma visão mais geral sobre os temas, sugerindo também, futuras pesquisas a serem realizadas para preencher as lacunas existentes nessas áreas de estudo. Finalmente, no capítulo subsequente, são apresentadas as conclusões deste trabalho.

ARTIGO 1 – VIOLAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO MATEMÁTICO E TRANSFORMAÇÃO DE DADOS EM VARIÁVEIS DE TOMATEIRO

Diogo V Schwertner; Alessandro D Lúcio; Fernando M Haesbaert; Daniel Santos; Rélia R Brunes; Sidinei J Lopes

UFSM-CCR, Depto. Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Campus Universitário, Camobi, Santa Maria - RS - Brasil, 97105-900. vs.diogo@gmail.com; adlucio@ufsm.br; fhaesbaert@gmail.com; danielsantosagro@gmail.com; relia.brunes@hotmail.com; sjlopes@pq.cnpq.br.

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e, identificar transformações de dados para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel plástico e em campo, considerando cada data de colheita e colheitas agrupadas, em duas estações de cultivo. Dois experimentos foram conduzidos em túnel plástico e um em campo, ambos no delineamento de blocos ao acaso com três repetições. As variáveis analisadas foram: massa, número, comprimento e largura de frutos. Foram utilizados os testes de não aditividade de Tukey, Lilliefors, Bartlett e de Sequência para verificar, respectivamente, a aditividade dos efeitos do modelo, normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros. As variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro apresentam atendimento ao pressuposto de aditividade do modelo. Ocorrem violações das variáveis produtivas e morfológicas às pressuposições de: normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros. O agrupamento de todas as colheitas para análise proporciona atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos erros. A transformação que possibilita maior proporção de atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros é a raiz quadrada.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Agrupamento de colheitas Aditividade. Normalidade. Homogeneidade. Aleatoriedade.

1 Violation of presuppositions to the mathematical model and data transformation for 2 variables of tomato

3 4 **Abstract**

5
6 The aim of this study was verify the adequation to the presuppositions of the mathematical
7 model and, identify data transformation for productive and morphological variables of tomato
8 in experiments in plastic tunnel and in field, considering each harvest date and grouped
9 harvests, in two cultivation seasons. Two experiments were conducted in plastic tunnel and
10 one in field, both in a randomized block design with three replications. The variables analyzed
11 were: mass, number, length and width of fruits. The tests of: Tukey of non-additivity,
12 Lilliefors, Bartlett and Run Test, were used, for verify, respectively, the additivity of the
13 model, normality, homogeneity and randomness of errors. The productive and morphological
14 variables of tomato present adequation to the presupposition of additivity of the model.
15 Violations of the productive and morphological variables occur to the presupposition of:
16 normality, homogeneity and randomness of errors. The grouping of all harvests for analysis
17 provides adequation of productive and morphological variables to the presuppositions of
18 normality and homogeneity of errors. The data transformation that provides more proportion
19 of adequation of productive and morphological variables to the presuppositions of normality,
20 homogeneity and randomness of errors is the square root.

21 **Keywords:** *Solanum lycopersicum*. Grouping of harvests. Additivity. Normality.
22 Homogeneity. Randomness.

23 24 **Introdução**

25
26 No ano de 2008, o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) foi a hortaliça mais
27 produzida no Brasil (3,868 milhões de toneladas), que corresponde a 20,04% da produção
28 total, ocupando 7,56% da área cultivada com hortaliças e gerando, aproximadamente, 610 mil
29 empregos diretos. O cultivo de tomate tipo mesa predomina sobre o industrial, sendo
30 responsável por 2,453 milhões de toneladas, cultivado em 44,7 mil hectares, com
31 produtividade média de 54,9 toneladas por hectare e, destaque nas regiões Sudeste e Sul do
32 Brasil (Ibge, 2009).

33 A correta análise e interpretação dos resultados experimentais são fundamentais para
34 a introdução de novas técnicas na agricultura, e somente são possíveis quando às

1 pressuposições do modelo matemático são atendidas. Devido à importância econômica e
2 comercial do tomateiro, um grande número de experimentos é realizado anualmente com a
3 cultura. Para que ocorra à correta discriminação dos efeitos de tratamento na análise de
4 variância, é necessário o atendimento às pressuposições de: aditividade dos efeitos; os erros
5 conjuntamente independentes, aleatórios, idêntica e normalmente distribuídos de média zero e
6 variância comum σ^2 (Storck *et al.*, 2011).

7 Quando às pressuposições são violadas, a confiabilidade de todos os testes
8 paramétricos, tais como: a análise de variância, a comparação de médias e a análise de
9 regressão, ficam comprometidas, pois ocorrem alterações na probabilidade de ocorrência do
10 erro tipo I (rejeição da hipótese de nulidade quando ela é verdadeira) e tipo II (não rejeição da
11 hipótese de nulidade quando ela é falsa), podendo levar a falsas conclusões a respeito dos
12 efeitos de tratamento (Steel *et al.*, 1997).

13 O atendimento às pressuposições deve ser testado anteriormente à análise de
14 variância. O teste de não aditividade de Tukey pode ser utilizado para verificar a aditividade
15 dos efeitos (Steel *et al.*, 1997), enquanto, o teste de Lilliefors (Sprent & Smeeton, 2007), de
16 Bartlett (Steel *et al.*, 1997) e de Sequência (Sprent & Smeeton, 2007) podem ser usados para
17 verificar, respectivamente, a normalidade, a homogeneidade e a aleatoriedade dos erros.
18 Quando os pressupostos são violados, dois caminhos são possíveis: a transformação dos
19 dados em nova escala, de maneira que os dados obedeçam às pressuposições, ou, o emprego
20 de análises não paramétricas, que possuem pressupostos mais brandos em relação aos dados
21 do que os equivalentes testes paramétricos.

22 No Rio Grande do Sul, tradicionalmente, o cultivo de tomate é em campo, sendo
23 restrito aos meses mais quentes do ano. Entretanto, o cultivo protegido está se intensificando
24 nessa região, por possibilitar a produção de tomate ao longo do ano todo, com incremento na
25 produtividade e qualidade de frutos, maior precocidade de produção, facilidade no controle de
26 pragas e doenças e economia da água de irrigação (Cermeño, 1990).

27 Características do ambiente protegido e da cultura do tomate podem contribuir para
28 uma maior variabilidade experimental e dificultar o atendimento às pressuposições do modelo
29 matemático. Dentre as características do ambiente protegido, podem-se citar a proximidade
30 das linhas de cultivo com as laterais do túnel e o manejo cultural intensivo. Já, como
31 características do tomateiro, podem-se citar as sucessivas colheitas realizadas e a ausência de
32 frutos aptos à colheita em momentos específicos (Lúcio *et al.*, 2010a; 2010b).

33 Trabalhos visando identificar violações das pressuposições do modelo matemático e
34 consequências sobre as análises dos resultados experimentais foram realizados em: milho

1 (Marques *et al.*, 2000), sorgo (Lopes *et al.*, 2009), alface (Zanardo *et al.*, 2010), abobrinha
2 italiana (Carpes *et al.*, 2010) e tomate (Lúcio *et al.* 2010a). Em trabalhos com abobrinha
3 italiana (Couto *et al.*, 2009), com brócolis e com pimentão (Lúcio *et al.*, 2010b, 2011) além da
4 violação aos pressupostos do modelo matemático, foram investigadas transformações de
5 dados, utilizando a metodologia Box-Cox (Box & Cox, 1964). Os resultados para hortaliças
6 de múltiplas colheitas têm indicado violação das pressuposições de normalidade e
7 homogeneidade dos erros, bem como, dificuldades em obter transformações eficientes dos
8 dados, sendo necessárias transformações diferentes entre variáveis de uma mesma espécie,
9 para a mesma variável em diferentes espécies e, para a mesma variável e espécie em
10 diferentes épocas de cultivo.

11 Para hortaliças, a maioria dos trabalhos limita-se a verificar o atendimento aos
12 pressupostos da normalidade e homogeneidade dos erros das variáveis massa e número de
13 frutos. A ausência de informações a respeito do atendimento às pressuposições de aditividade
14 dos efeitos e aleatoriedade dos erros em experimentos com hortaliças, associados à ausência
15 de estudos com tomate, visando identificar o atendimento às pressuposições do modelo
16 matemático e necessidade de transformação de dados, leva ao objetivo deste trabalho, que foi:
17 verificar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e, identificar transformações
18 de dados para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel
19 plástico e em campo, considerando cada data de colheita e colheitas agrupadas em duas
20 estações de cultivo.

21

22 **Material e métodos**

23

24 Foram conduzidos três experimentos com tomateiro tipo salada, híbrido Grandeur,
25 no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29°43'S,
26 longitude 53°43'W e altitude 95 m), no Município de Santa Maria, RS. O clima da região,
27 segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), é do tipo Cfa (subtropical úmido sem
28 estação seca definida e com verões quentes) e o solo classificado como Argissolo Vermelho
29 Distrófico arênico (Sistema Brasileiro de Classificação de solos, 2006).

30 Dois experimentos foram realizados simultaneamente na estação primavera-verão (P-
31 V) de 16/08/2010 a 27/01/2011, e o terceiro na estação outono-inverno (O-I) de 03/03/2011 a
32 30/07/2011. Na P-V, um experimento foi em túnel plástico e outro em campo, e no O-I, o
33 experimento foi em túnel. O túnel possui 3,5 m de altura na parte central, 25 m de
34 comprimento por 4 m de largura, com dimensão útil de 19,2 m de comprimento e 3,6 m de

1 largura, coberto com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 100 micras, com
2 aditivo anti-UV, e orientação Norte-Sul.

3 Nos três experimentos, as mudas foram transplantadas com quatro folhas verdadeiras
4 e dispostas em três linhas (camalhões sem uso de mulching) com 0,15 m de altura e 0,40 m de
5 largura e, irrigação por gotejamento. Utilizou-se espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m
6 entre linhas, num total de 24 plantas por linha de cultivo.

7 A adubação no transplante foi realizada com: 65 kg ha⁻¹ de N, 230 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e
8 65 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de amontoa foi realizada aos 21 dias após o transplante com:
9 35 kg ha⁻¹ de N e 35 kg ha⁻¹ de K₂O, e as adubações de cobertura com 30 kg ha⁻¹ de N e 30 kg
10 ha⁻¹ de K₂O, aplicados em intervalos de 15 dias, iniciando após a adubação de amontoa, num
11 total de sete aplicações durante o ciclo. Todas as adubações, bem como, a calagem, foram
12 realizadas conforme resultados da análise de solo por linha de cultivo (Sociedade Brasileira de
13 Ciência do Solo, 2004). As plantas foram conduzidas em haste única e, todos os demais tratos
14 culturais foram realizados conforme as recomendações para a cultura (Filgueira, 2008).

15 A parcela foi constituída de duas plantas na direção da linha de cultivo. Foi utilizado
16 o delineamento blocos ao acaso, com três repetições e 12 tratamentos. Os tratamentos foram a
17 combinação de dois intervalos de aplicação de Acrescent Solus® (após todas as colheitas de
18 frutos e em colheitas alternadas) com a adubação mineral recomendada em cobertura mais as
19 doses de 1, 2, 3 e 4 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aplicados no solo, e: (T₁) adubação mineral
20 em cobertura (sem Acrescent Solus®); (T₂) adubação mineral em cobertura mais 50 L ha⁻¹ de
21 Acrescent Solus® aplicados aos 30 e 60 dias após o transplante; (T₃) substituição da adubação
22 mineral em cobertura pela dose de 100 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aplicados a cada 15 dias e;
23 (T₄) adubação mineral em cobertura mais 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aplicados após
24 todas as colheitas.

25 Na estação primavera-verão, foram realizadas dez colheitas (de 11/11/2010 a
26 27/01/2011) e, no outono-inverno, seis (de 02/06/2011 a 30/07/2011). Em cada colheita,
27 foram avaliados: massa de frutos por planta em balança digital com precisão de 1 g; número
28 de frutos por planta; comprimento e largura média de frutos, mensurados com paquímetro
29 com precisão de 1 mm.

30 O atendimento de cada variável aos pressupostos do modelo matemático foi testado
31 em cada data de colheita e em colheitas agrupadas. Para isso, os grupos formados seguiram a
32 sequência da divisão das colheitas obtidas pelos seus múltiplos nos diferentes experimentos.
33 Os agrupamentos testados foram os seguintes: agrupamento duas em duas (1^a+2^a; 3^a+4^a; ...;
34 9^a+10^a), agrupamento cinco em cinco (1^a+2^a+3^a+4^a+5^a; 6^a+7^a+8^a+9^a+10^a) e agrupamento total

1 (1^a+2^a+3^a; ...; 8^a+9^a+10^a) na primavera-verão; e, agrupamento duas em duas (1^a+2^a; 3^a+4^a;
 2 5^a+6^a), agrupamento três em três (1^a+2^a+3^a; 4^a+5^a+6^a) e agrupamento total (1^a+2^a; ...; 5^a+6^a),
 3 no outono-inverno.

4 Para testar o atendimento às pressuposições do modelo matemático e obter o erro
 5 experimental foi considerado o modelo matemático do delineamento blocos ao acaso: $y_{ij} = m$
 6 $+ t_i + b_j + e_{ij}$, com $i = 12$ tratamentos e, $j = 3$ repetições, em que: m é uma constante associada
 7 a todas as observações; t_i é o efeito do tratamento; b_j é o efeito do bloco; e_{ij} é o erro
 8 experimental associado à observação y_{ij} (Storck *et al.*, 2011). Para testar a aditividade dos
 9 efeitos do modelo foi utilizado o teste de não aditividade de Tukey (Steel *et al.*, 1997),
 10 enquanto que, para testar a normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros foram
 11 utilizados os testes de Lilliefors (Sprent & Smeeton, 2007), Bartlett (Steel *et al.*, 1997) e de
 12 Sequência (Sprent & Smeeton, 2007), respectivamente.

13 Para os casos em que ocorreu alguma violação dos pressupostos do modelo
 14 matemático, foram realizadas transformações de dados, e os mesmos foram novamente
 15 submetidos à análise, para verificar se a transformação foi eficiente em adequar a variável ao
 16 pressuposto violado. Foram testadas transformações presentes na literatura e utilizadas em
 17 outros estudos: raiz quadrada $(Y_{ij})^{0,5}$ (Storck *et al.*, 2011), raiz quarta $(Y_{ij})^{0,25}$ (Couto *et al.*,
 18 2009) e suas inversas $(Y_{ij})^{-0,5}$ e $(Y_{ij})^{-0,25}$ (Lúcio *et al.*, 2010b; 2011); inversa ou recíproca
 19 $(Y_{ij})^{-1}$. Nestas transformações, quando havia no banco de dados valores nulos adicionou-se
 20 uma constante ($c=0,5$) somada a variável (Storck *et al.*, 2011). Foi também testada à
 21 transformação logarítmica $(\log_{10} (Y_{ij}))$ e sua inversa $(\log_{10} (Y_{ij}))^{-1}$, adicionando-se a
 22 constante ($c=1$) para valores nulos (Lúcio *et al.*, 2010b; Storck *et al.*, 2011). Todos os testes
 23 foram aplicados em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando planilha eletrônica no
 24 aplicativo Office Excel® elaborada por Martin & Storck (2008).

25

26 **Resultados e discussão**

27

28 Houve 100% de atendimento das variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro ao
 29 pressuposto da aditividade dos efeitos do modelo em colheitas individuais e agrupadas, no
 30 ambiente túnel plástico e em campo nas duas estações de cultivo (Tabelas 1, 2 e 3). Alta
 31 porcentagem de atendimento dessa pressuposição também foi obtida por Marques *et al.*,
 32 (2000) em ensaios de competição de cultivares de milho, nos quais verificaram a violação
 33 deste pressuposto em apenas 8,75%, dos 307 experimentos avaliados.

1 Foi verificado comportamento diferenciado no atendimento aos pressupostos da
2 normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros entre as variáveis estudadas, nos
3 diferentes ambientes e estações de cultivo (Tabelas 1, 2 e 3). As variáveis massa (MF) e
4 número de frutos (NF), apresentaram, em cada tipo de colheita, porcentagem de atendimento
5 aos pressupostos da normalidade e homogeneidade dos erros maior, ou no mínimo igual, ao
6 das variáveis comprimento (COM) e largura (LAR) média de frutos. A relação direta entre a
7 MF e o NF de tomate ($r= 0,88$, ver Apêndice A), pode ser a explicação para o similar
8 comportamento dessas variáveis, assim como, observado em abobrinha italiana (Couto *et al.*,
9 2009). O menor percentual de atendimento a normalidade e homogeneidade dos erros das
10 variáveis COM e LAR em relação ao peso e NF, pode ser explicado, pelo fato daquelas
11 apresentarem maior variabilidade, causando a assimetria, que resulta também em
12 heterogeneidade dos erros (Martin & Storck, 2008).

13 Para a aleatoriedade dos erros, observou-se comportamento inverso, com maior ou
14 igual porcentagem de adequação à pressuposição das variáveis COM e LAR de frutos, em
15 relação ao massa e NF (Tabelas 1, 2 e 3). Variáveis produtivas como MF e NF, caracterizam-
16 se por apresentar baixa herdabilidade (Apêndice B), e, portanto, sofrem maior influência de
17 fatores não controlados adequadamente pelo delineamento experimental, responsáveis pela
18 falta de aleatoriedade dos erros (Marques *et al.*, 2000; Martin & Storck, 2008). As variáveis
19 COM e LAR, por apresentarem maior herdabilidade (Apêndice B), são menos influenciadas
20 pela heterogeneidade da área experimental, possuindo, portanto, maior atendimento ao
21 pressuposto da aleatoriedade dos erros.

22 De maneira geral, na primavera-verão, o cultivo em campo ocasionou maiores
23 porcentagens de atendimento aos pressupostos da normalidade, homogeneidade e
24 aleatoriedade dos erros, em relação ao cultivo em túnel plástico (Tabelas 1 e 2). Isso ocorre
25 porque o túnel é um ambiente de cultivo mais heterogêneo que o campo, com: maior
26 amplitude térmica e de umidade do ar; sombreamento ocasionado pela estrutura; as duas
27 linhas laterais do túnel ficam em condições diferentes da linha central quanto à temperatura,
28 umidade do ar e do solo, ocasionando aumento da variabilidade experimental pela
29 heterogeneidade entre as linhas de cultivo e, em consequência, redução no atendimento às
30 pressuposições do modelo matemático (Lúcio *et al.*, 2003, 2008; Carpes *et al.*, 2008).

31 Menores porcentagens de atendimento às pressuposições de normalidade,
32 homogeneidade e aleatoriedade dos erros, foram observadas de maneira geral no cultivo em
33 túnel plástico no outono-inverno, em relação ao cultivo na primavera-verão (Tabelas 2 e 3),
34 também relatado por Lúcio *et al.*, (2008), Carpes *et al.*, (2008) e Couto *et al.*, (2009), em

1 abobrinha italiana. Essas diferenças podem ser atribuídas às condições ambientais
2 desfavoráveis ao desenvolvimento do tomateiro no outono-inverno, como temperatura do ar
3 inferior a ideal (21 a 24°C) e, inferior a mínima (10°C) para a cultura (Filgueira, 2008).
4 Também, nesta época (maio, junho e julho), a radiação solar atinge valores insuficientes para
5 permitir o crescimento normal das plantas no município de Santa Maria, prejudicando o
6 processo fotossintético (Estefanel *et al.*, 1998), ocasionando abortamento de flores, aumento
7 na ocorrência de valores zero no banco de dados e, inflacionando o desvio padrão, conforme
8 apontado por Lúcio *et al.*, 2010b, e observado no Apêndice E, onde, na estação outono-
9 inverno, observamos ocorrência de valores zero nas variáveis até o agrupamento de 3
10 colheitas, com maior desvio padrão em relação ao observado na primavera-verão (Apêndice
11 C).

12 Houve 100% de atendimento ao pressuposto da normalidade dos erros no cultivo em
13 campo (Tabela 2), enquanto no túnel, houve pequena violação dessa pressuposição em
14 colheitas individuais para as variáveis comprimento (COM) e largura (LAR) de frutos, e no
15 agrupamento de duas colheitas, na variável LAR, na primavera-verão (P-V) (Tabela 1). No
16 outono-inverno (O-I), houve violação desse pressuposto em todas as variáveis, em colheitas
17 individuais e apenas para a variável COM, no agrupamento de duas colheitas (Tabela 3). A
18 partir do agrupamento da produção em duas metades iguais (agrupamento de cinco colheitas
19 na P-V e de três colheitas no O-I), verifica-se ausência de violação ao pressuposto da
20 normalidade dos erros, fundamental para a validação dos testes de hipóteses.

21 A ausência de normalidade dos erros geralmente causa um aumento no verdadeiro
22 nível de significância do teste de hipótese, resultando em maior probabilidade de erro tipo I
23 do que o especificado pelo nível de significância adotado, além da falta de normalidade ser
24 uma das possíveis causas da heterogeneidade regular dos erros, quando existe uma relação
25 entre a média e a variância dos vários tratamentos (Steel *et al.*, 1997).

26 Verifica-se nas tabelas 1, 2 e 3, uma proporção menor de atendimento ao pressuposto
27 da homogeneidade dos erros em relação ao observado para a normalidade dos erros no mesmo
28 ambiente, variável e agrupamento de colheita, o que indica, não ser a falta de normalidade dos
29 dados a principal causa da heterocedasticidade. A falta de homogeneidade dos erros pode ser
30 atribuída no mínimo a natureza e características dos tratamentos (Storck *et al.*, 2000), aos
31 manejos aplicados (Carpes *et al.*, 2008), a escolha incorreta da unidade experimental (Lúcio *et al.*
32 *et al.*, 2010a), a heterogeneidade da área experimental, as múltiplas colheitas realizadas, ao
33 excesso de valores zero de produção (Couto *et al.*, 2009; Lúcio *et al.*, 2010a, 2010b) e, a
34 variável e a forma de avaliação (Lopes *et al.*, 2009). Somente com o agrupamento de todas as

1 colheitas realizadas no túnel plástico foi possível obter 100% de homogeneidade dos erros
2 para todas as variáveis analisadas, enquanto no cultivo em campo, já a partir do agrupamento
3 de cinco colheitas, obtém-se o mesmo nível de atendimento a essa pressuposição.

4 Pequenas porcentagens de atendimento à pressuposição da aleatoriedade dos erros foi
5 obtida para a ampla maioria das variáveis observadas, independente do tipo de colheita, época
6 e ambiente de cultivo (Tabelas 1, 2 e 3), exceção apenas à variável comprimento de frutos, na
7 primavera-verão, no total da produção e ambiente túnel (Tabela 2), que não apresentou
8 violação dessa pressuposição. Não atendimento a essa pressuposição do modelo matemático
9 também foi verificada em 9,88% de 307 ensaios de milho realizados no RS entre 1993 e 1996,
10 sendo a consequência dessa violação, o aumento da variância experimental e do erro tipo II
11 (Marques *et al.*, 2000).

12 A falta de aleatoriedade dos erros não era um resultado esperado, pois em princípio, a
13 aleatoriedade é assegurada pela casualização dos tratamentos na área experimental. Conforme
14 Martin & Storck (2008), a falta de aleatoriedade pode indicar que os blocos foram orientados
15 de forma inadequada à variabilidade existente na área experimental. No entanto, trabalhos têm
16 demonstrado a necessidade do uso de blocos no sentido longitudinal do ambiente protegido
17 (estufas e túneis) para controlar a heterogeneidade entre as linhas de cultivo, ocasionadas pela
18 proximidade com as laterais (Lorentz *et al.*, 2005; Carpes *et al.*, 2008; Lúcio *et al.*, 2008).

19 A não aleatoriedade dos erros pode ser atribuída à heterogeneidade existente dentro
20 das linhas de cultivo, ocasionada possivelmente por diferenças na fertilidade do solo, falhas
21 na distribuição de água pelo sistema de irrigação por gotejamento e ao pequeno tamanho de
22 parcela utilizado (Carpes *et al.*, 2008), pois, observando os mapas que contém a estimativa
23 dos erros de cada parcela conforme a casualização do experimento (Apêndices F e G) foi
24 possível identificar que: a) em determinados blocos, os erros são negativos e poucos são
25 positivos (ou vice-versa); b) os erros positivos ou negativos estão em muitos casos agrupados
26 em posições intermediárias ou nas extremidades dos blocos e; c) em pelo menos um dos
27 blocos, ocorreu concentração dos erros positivos e/ou negativos em posição intermediária ou
28 na sua extremidade, concordando com resultados apresentados por Marques *et al.*, (2000) em
29 situações de falta de aleatoriedade dos erros, em ensaios de milho. São necessários, portanto,
30 novos estudos de simulação de tamanho de parcela para tomateiro, tendo por objetivo
31 identificar um tamanho de parcela experimental que possibilite maior atendimento ao
32 pressuposto da aleatoriedade dos erros, como já realizado para o pressuposto da
33 homogeneidade dos erros (Lúcio *et al.*, 2010a).

1 O agrupamento das sucessivas colheitas demonstrou ser uma técnica viável para
2 aumentar as porcentagens de atendimento aos pressupostos da normalidade e homogeneidade
3 dos erros (Tabelas 1, 2 e 3), principalmente, a partir do agrupamento de cinco colheitas na
4 primavera-verão e total (seis colheitas) no outono-inverno, concordando com resultados
5 obtidos em tomateiro, em que, para parcelas de duas plantas, observou-se colheitas
6 homogêneas a partir do agrupamento de seis colheitas (Lúcio *et al.*, 2010a), enquanto que,
7 para abobrinha italiana, já a partir do agrupamento de três colheitas (Carpes *et al.*, 2010).
8 Porém, o agrupamento de colheitas não é eficiente em proporcionar maiores porcentagens de
9 atendimento ao pressuposto da aleatoriedade dos erros, pois a falta de aleatoriedade dos erros
10 está condicionada à heterogeneidade da área experimental (Martin *et al.*, 2000). Mesmo com
11 o agrupamento do total de colheitas, observa-se que apenas há atendimento dessa
12 pressuposição para a variável comprimento de frutos no cultivo em campo (Tabela 2).

13 O agrupamento de colheitas permite suavizar os extremos de produção observados em
14 colheitas individuais, principalmente, pelo preenchimento das lacunas formadas pelas
15 parcelas não colhidas (produção nula na colheita), (Apêndices C, D e E), responsável pelo não
16 atendimento as pressuposições de normalidade e homogeneidade dos erros (Lúcio *et al.*,
17 2010b). Com o agrupamento do total de colheitas ocorreu: aumento da média de todas as
18 variáveis e, redução no desvio padrão das variáveis comprimento e largura de frutos; ausência
19 de valores zero de produção (Apêndices C, D e E), e assim, maior uniformidade entre as
20 diferentes repetições de um mesmo tratamento, o que proporciona melhor atendimento às
21 pressuposições de normalidade e homogeneidade dos erros (Carpes *et al.*, 2010; Lúcio *et al.*,
22 2010a, 2010b).

23 Uma alternativa à análise de dados com violação de pressupostos do modelo
24 matemático é o uso de análises não paramétricas, pois não exigem normalidade e
25 homogeneidade dos erros (Steel *et al.*, 1997; Sprent & Smeeton, 2007). Contudo, esses
26 também exigem a aleatoriedade dos erros, não observada nesse estudo. Embora exista um
27 grande número de testes não paramétricos disponíveis, esses são de aplicação restrita e de
28 resultados pouco satisfatórios na maioria dos casos, sendo a prática mais comum, entre os
29 pesquisadores, a transformação de dados para adequar a variável às pressuposições violadas
30 (Storck *et al.*, 2011).

31 Na figura 1 pode ser observada a porcentagem de eficiência das transformações
32 testadas, conforme a variável, ambiente de cultivo, tipo de colheita e pressuposição violada.
33 São apresentados resultados para as situações em que foi possível obter pelo menos uma
34 transformação eficiente para os casos de violação observados nas Tabelas 1, 2 e 3.

1 A transformação raiz quadrada $((Y+0,5)^{0,5})$ apresentou 100% de eficiência em adequar
 2 a massa e número de frutos ao pressuposto da normalidade dos erros, sem apresentar
 3 eficiência para as variáveis comprimento e largura de frutos (Figura 1-c). Porém, dentre todos
 4 os casos de violação desse pressuposto (Tabelas 1, 2 e 3), essa transformação foi eficiente
 5 apenas em colheitas individuais, no cultivo em túnel plástico no outono-inverno. A difícil
 6 detecção de transformações adequadas para superar a falta de normalidade dos erros indica
 7 que os desvios observados são severos e de difícil contorno, também relatado por Lúcio *et al.*,
 8 (2010b) em brócolis, em que, mesmo após a transformação dos dados não houve aderência
 9 dos erros a normalidade.

10 A transformação logarítmica ($\text{Log}(Y+1)$) foi eficiente em 33,33% dos casos de
 11 violação do pressuposto da homogeneidade dos erros em colheitas individuais do número de
 12 frutos (NF) no cultivo em túnel (Figura 1-a) e, em 33,33% e 25% dos casos de violação das
 13 variáveis massa e NF, respectivamente, em campo (Figura 1-b), ambos na primavera-verão.
 14 Storck *et al.*, (2011) e Martin & Storck, (2008) enfatizam que a transformação logarítmica é
 15 geralmente eficiente nos casos de heterocedasticidade regular, quando a variância é
 16 proporcional a média do tratamento. A transformação logarítmica também foi identificada,
 17 pelo procedimento Box-Cox como a mais adequada para cabeças e ramificações comerciais e
 18 não comerciais de brócolis, minimizando a variabilidade, mas sem assegurar a
 19 homogeneidade dos erros (Lúcio *et al.*, 2010b).

20 As transformações inversa da raiz quarta $(Y^{-0,25})$ e raiz quadrada $((Y+0,5)^{0,5})$
 21 apresentaram 33,33 e 50% de eficiência, respectivamente, em adequar as variáveis número
 22 (NF) e massa de frutos ao pressuposto da homogeneidade dos erros, na primavera-verão, no
 23 cultivo em túnel, em colheitas individuais (Figura 1-a). Já no cultivo em campo, para a mesma
 24 situação (Figura 1-b), essas transformações não foram eficientes. A transformação
 25 $((Y+0,5)^{0,5})$ também foi eficiente no outono-inverno, em colheitas individuais em 100 e 50%
 26 dos casos de violação das variáveis massa e NF (Figura 1-f). A transformação inversa da raiz
 27 quarta também foi identificada como a mais adequada para massa e NF de pimentão (Lúcio *et*
 28 *al.*, 2011), cabeças e ramificações comerciais e não comerciais de brócolis, no outono (Lúcio
 29 *et al.*, 2010b), minimizando a variabilidade, mas sem assegurar a homogeneidade dos erros.

30 A transformação raiz quadrada $(Y^{0,5})$ apresentou 33,33 e 20% de eficiência em
 31 adequar as variáveis NF e comprimento de frutos ao pressuposto da homogeneidade dos erros,
 32 em colheitas individuais, no ambiente túnel (Figura 1-a); e, 33,33 e 25% de eficiência para as
 33 variáveis massa e NF, também em colheitas individuais, em campo (figura 1-b), ambos na
 34 primavera-verão. No outono-inverno, a mesma transformação foi eficiente em 50 e 33% dos

1 casos de violação da homogeneidade dos erros das variáveis NF e largura de frutos (Figura 1-
2 d), no agrupamento de colheitas duas em duas. A transformação raiz quadrada é geralmente
3 eficiente quando os dados possuem poucos valores extremos, como valores muito baixos de
4 produção, observados em determinadas repetições de um tratamento pela ausência de frutos
5 aptos a colheita (Storck *et al.*, 2011; Martin & Storck, 2008). Ainda, a transformação inversa
6 da raiz quadrada ($Y^{0,5}$)⁻¹ foi eficiente em 16,67% dos casos de violação dessa pressuposição
7 para o comprimento de frutos, apenas no outono-inverno, em colheitas individuais (Figura 1-
8 f), também identificada por Lúcio *et al.*, (2010b), como a transformação mais adequada para
9 ramificações comerciais de brócolis no outono.

10 Para superar a falta de aleatoriedade dos erros, foi identificada a transformação raiz
11 quadrada ($Y^{0,5}$), que permitiu a adequação de 16,67 e 50% dos casos de violação dessa
12 pressuposição das variáveis massa e comprimento de frutos, respectivamente, em colheitas
13 individuais (Figura 1-e) e agrupadas três em três (Figura 1-g), no outono-inverno. Não era
14 esperado identificar transformação de dados que permitisse superar a falta de aleatoriedade
15 dos erros, pois conforme Martin & Storck (2008), não há solução aparente para a não
16 aleatoriedade dos erros, tipo de transformação de dados ou uso de testes não paramétricos.

17 Dessa forma, fica evidente que a transformação adequada depende da variável, estação
18 de cultivo, ambiente experimental, agrupamento de colheita e pressuposição violada. Os
19 resultados apresentados são uma primeira indicação do tipo de transformação a ser testada
20 quando variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro apresentam violação dos
21 pressupostos do modelo matemático, podendo acelerar o processo de identificação da
22 transformação adequada.

23 Foi possível identificar transformação eficiente de dados em apenas 22,78% das 79
24 situações de violação às pressuposições de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos
25 erros observados nas Tabelas 1, 2 e 3. Mesmo dentro desses 22,78% de situações de violação,
26 que apresentaram pelo menos uma transformação adequada, a eficiência das transformações é
27 na sua maioria inferior a 50% do número de casos de violação observados (Figura 1),
28 enfatizando a dificuldade de identificar transformações eficientes em adequar a variável ao
29 pressuposto violado em experimentos com hortaliças de múltiplas colheitas (Couto *et al.*,
30 2009; Lúcio *et al.*, 2010b, 2011).

31 As variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro apresentam atendimento ao
32 pressuposto de aditividade do modelo. Ocorrem violações das variáveis produtivas e
33 morfológicas às pressuposições de: normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros. O
34 agrupamento de todas as colheitas para análise proporciona atendimento das variáveis

1 produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos erros. A
 2 transformação que possibilita maior proporção de atendimento das variáveis produtivas e
 3 morfológicas aos pressupostos de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros é a
 4 raiz quadrada.

5 **Agradecimentos**

6 À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado e ao CNPq e FAPERGS pelo auxílio
 7 financeiro para a realização do trabalho e pela concessão de bolsa de produtividade em
 8 pesquisa aos autores Alessandro Dal'Col Lúcio e Sidinei José Lopes.

10 **Referências**

- 12 BOX GEP; COX DR 1964. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Society* 26:
 13 211-252.
- 15 CARPES RH; LÚCIO AD; LOPES SJ; BENZ V; HAESBAERT F; SANTOS D. 2010.
 16 Variabilidade produtiva e agrupamentos de colheitas de abobrinha italiana cultivada em
 17 ambiente protegido. *Ciência Rural* 40: 294-301.
- 19 CARPES RH; LÚCIO AD; STORCK L; LOPES SJ; ZANARDO B; PALUDO AL. 2008.
 20 Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos
 21 de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. *Revista Ceres* 55:
 22 590-595.
- 24 CERMEÑO ZS. 1990. *Estufas – instalações e manejo*. Lisboa: Litexa. 355p.
- 26 COUTO MRM; LÚCIO AD; LOPES SJ; CARPES RH. 2009. Transformação de dados em
 27 experimentos com abobrinha italiana em ambiente protegido. *Ciência Rural* 39: 1701-
 28 1707.
- 30 ESTEFANEL V; BURIOL GA; ANDRIOLO JL; LIMA CP; LUZZI N. 1998.
 31 Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo do tomateiro
 32 (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na região de Santa Maria, RS. *Ciência Rural* 28: 553-
 33 559.
- 35 FILGUEIRA FAR. 2008. *Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na*
 36 *produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 421p.
- 38 IBGE. 2011, 2 de setembro. *Produção Agrícola Municipal, 2009*. Disponível em
 39 http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm.
 40 m.
- 42 LOPES SJ; BRUM B; STORCK L; LÚCIO AD; SILVEIRA TR; TOEBE M. 2009.
 43 Espaçamento entre plantas de sorgo granífero: produtividade de grãos e qualificação do
 44 modelo matemático. *Ciência Rural* 39: 649-656.

- 1 LORENTZ LH; LÚCIO AD; BOLIGON AA; LOPES SJ; STORCK L. 2005. Variabilidade
2 da produção de frutos de pimentão em estufa plástica. *Ciência Rural* 35: 316-323.
3
- 4 LÚCIO AD; CARPES RH; STORCK L; LOPES SJ; LORENTZ LH; PALUDO AL. 2008.
5 Variância e média da massa de frutos de abobrinha-italiana em múltiplas colheitas.
6 *Horticultura Brasileira* 26: 335-341.
7
- 8 LÚCIO AD; CARPES RH; STORCK L; ZANARDO B; TOEBE M; PUHL OJ; SANTOS
9 JRA. 2010a. Agrupamento de colheitas de tomate e estimativas do tamanho de parcela
10 em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira* 28: 190-196.
11
- 12 LÚCIO AD; COUTO MRM; TREVISAN JN; MARTINS GAK; LOPES SJ. 2010b. Excesso
13 de zeros nas variáveis observadas: estudo de caso em experimento com brócolis.
14 *Bragantia* 69: 1035-1046.
15
- 16 LÚCIO AD; COUTO MRM; LOPES SJ; STORCK L. 2011. Transformação box-cox em
17 experimentos com pimentão em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 29: 38-42.
18
- 19 LÚCIO AD; SOUZA MF; HELDWEIN AB; LIEBERKNECHT D; CARPES RH;
20 CARVALHO MP. 2003. Tamanho da amostra e método de amostragem para avaliação
21 de características do pimentão em estufa plástica. *Horticultura Brasileira* 21: 180-184.
22
- 23 MARQUES DG; STORCK L; LOPES SJ; MARTIN TN. 2000. Qualidade dos ensaios de
24 competição de cultivares de milho no estado do rio grande do sul. *Ciência Rural* 30: 381-
25 385.
26
- 27 MARTIN TN; STORCK L. 2008. Análise das pressuposições do modelo matemático em
28 experimentos agrícolas no delineamento blocos ao acaso. In: MARTIN TN & ZIECH MF
29 (org). *Sistemas de Produção Agropecuária*. Curitiba: UTFPR. p. 177-196.
30
- 31 MORENO JA. 1961. *Clima no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura.
32 41p.
33
- 34 SILVA MAS; GRIEBELER NP; BORGES LC. 2007. Uso de vinhaça e impactos nas
35 propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e*
36 *Ambiental* 11: 108-114.
37
- 38 SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
39
- 40 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do
41 solo. 2004. *Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e*
42 *de Santa Catarina*. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul - Sociedade Brasileira de Ciência
43 do Solo. 394p.
44
- 45 SPRENT P; SMEETON NC. 2007. *Applied nonparametric statistical methods*. Boca Raton:
46 Chapman & Hall. 530p.
47
- 48 STEEL RGD; TORRIE JH; DICKEY DA. 1997. *Principles and procedures of statistics: a*
49 *biometrical approach*. New York: McGraw-Hill. 666p.
50

- 1 STORCK L; GARCIA DC; LOPES SJ; ESTEFANEL V. 2011. *Experimentação vegetal*.
2 Santa Maria: UFSM. 200p.
3
- 4 STORCK L; LOPES SJ; MARQUES DG; TISOTT CA; ROS CA. 2000. Análise de
5 covariância para melhoria da capacidade de discriminação em ensaios de cultivares de
6 milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1311-1326.
7
- 8 ZANARDO B; LÚCIO AD; PALUDO AL; SANTOS D; BENZ V. 2010. Posições das mudas
9 de alface nas bandejas de poliestireno e efeitos na normalidade e homogeneidade dos
10 erros na produção de plantas. *Revista Ciência Agronômica* 41: 285-293.
11

1 **Tabela 1** - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das
 2 variáveis massa de frutos (g planta⁻¹) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento
 3 médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas
 4 individuais e agrupadas na primavera-verão (percentage of adequation to the presuppositions
 5 of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant⁻¹) (MF), number of fruits per
 6 plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of
 7 tomato, in individual and grouped harvests in spring-summer). Santa Maria, UFSM, 2012.
 8

Primavera-Verão em Túnel				
Tipo de Colheita	Variáveis			
	MF	NF	COM	LAR
Aditividade				
Individuais	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 2 em 2	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 5 em 5	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Normalidade				
Individuais	100%	100%	90%	90%
Agrupadas 2 em 2	100%	100%	100%	80%
Agrupadas 5 em 5	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Homogeneidade				
Individuais	80%	70%	50%	40%
Agrupadas 2 em 2	80%	100%	40%	80%
Agrupadas 5 em 5	100%	50%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Aleatoriedade				
Individuais	10%	0%	10%	20%
Agrupadas 2 em 2	0%	0%	0%	20%
Agrupadas 5 em 5	0%	0%	0%	0%
Total	0%	0%	0%	0%

9

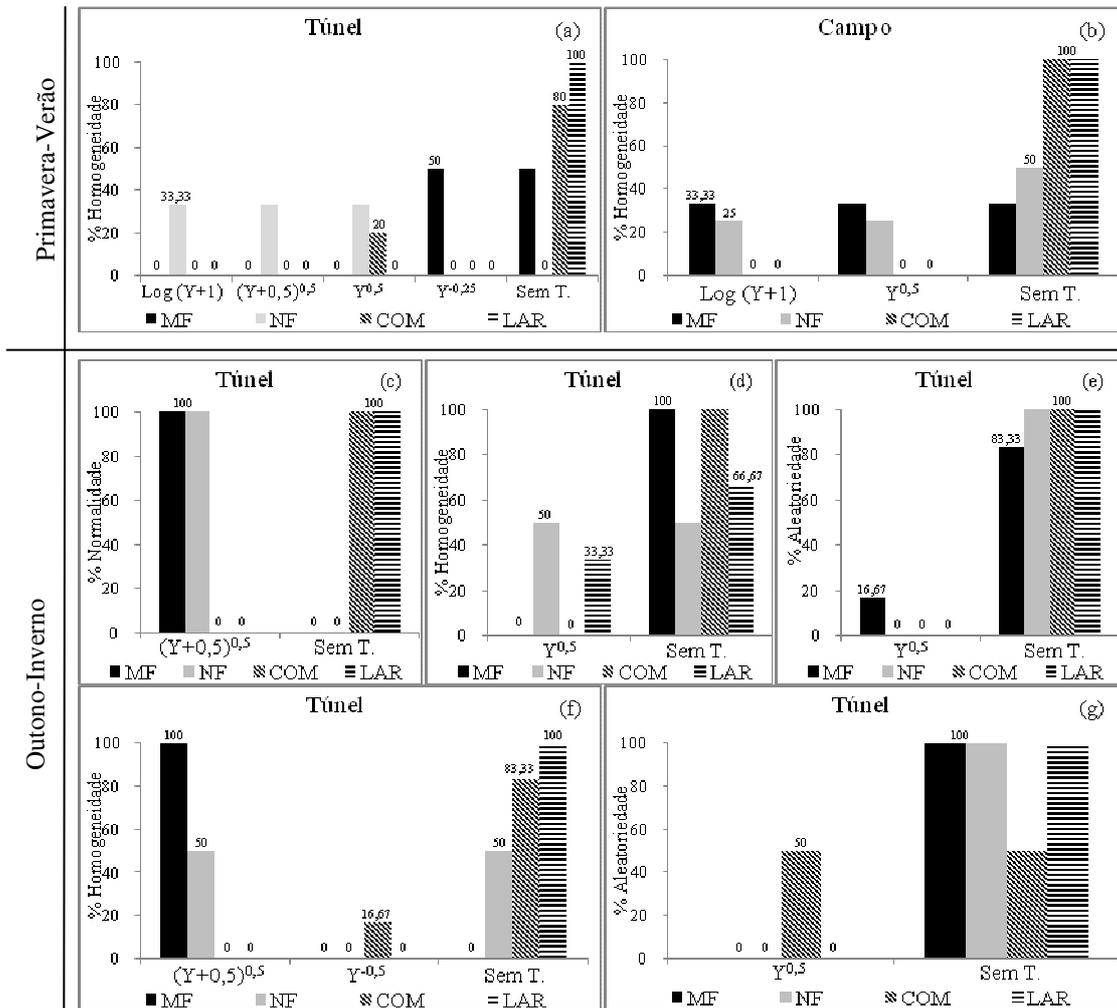
Tabela 2 - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das variáveis massa de frutos (g planta⁻¹) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas individuais e agrupadas na primavera-verão (percentage of adequation to the presuppositions of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant⁻¹) (MF), number of fruits per plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of tomato, in individual and grouped harvests in spring-summer). Santa Maria, UFSM, 2012.

Primavera-Verão em Campo				
Tipo de Colheita	Variáveis			
	MF	NF	COM	LAR
Aditividade				
Individuais	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 2 em 2	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 5 em 5	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Normalidade				
Individuais	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 2 em 2	100%	100%	100%	100%
Agrupadas 5 em 5	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Homogeneidade				
Individuais	70%	60%	40%	40%
Agrupadas 2 em 2	100%	100%	40%	80%
Agrupadas 5 em 5	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%
Aleatoriedade				
Individuais	0%	10%	20%	50%
Agrupadas 2 em 2	20%	20%	40%	20%
Agrupadas 5 em 5	0%	0%	50%	50%
Total	0%	0%	100%	0%

1 **Tabela 3** - Porcentagem de atendimento aos pressupostos do modelo matemático das
 2 variáveis massa de frutos (g planta⁻¹) (MF), número de frutos por planta (NF), comprimento
 3 médio de frutos (COM, mm) e largura média de frutos (LAR, mm) de tomate, em colheitas
 4 individuais e agrupadas no outono-inverno (percentage of adequation to the presuppositions
 5 of the mathematical model of variables mass of fruit (g plant⁻¹) (MF), number of fruits per
 6 plant (NF), average length of fruits (COM, mm) and average width of fruits (LAR, mm) of
 7 tomato, in individual and grouped harvests in autumn-winter). Santa Maria, UFSM, 2012.
 8

Outono-Inverno em Túnel				
Tipo de Colheita	Variáveis			
	MF	NF	COM	LAR
Aditividade				
Individuais	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Agrupadas 2 em 2	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Agrupadas 3 em 3	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Normalidade				
Individuais	83,33%	83,33%	66,67%	66,67%
Agrupadas 2 em 2	100,00%	100,00%	66,67%	100,00%
Agrupadas 3 em 3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Homogeneidade				
Individuais	83,33%	66,67%	0,00%	33,33%
Agrupadas 2 em 2	100,00%	33,33%	33,33%	0,00%
Agrupadas 3 em 3	100,00%	50,00%	0,00%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Aleatoriedade				
Individuais	0,00%	16,67%	16,67%	0,00%
Agrupadas 2 em 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Agrupadas 3 em 3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Total	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

1



Log (Y+1)= transformação logarítmica acrescida da constante c=1 (logarithmic transformation plus constant); (Y+0,5)^{0,5}= raiz quadrada acrescida da constante c=0,5 (square root plus constant); Y^{0,5}= raiz quadrada (square root); Y^{-0,25}= inversa da raiz quarta (inverse fourth root); Y^{-0,5}= inversa da raiz quadrada (inverse square root).

2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

Figura 1 - Eficiência percentual da transformação de dados em provocar o atendimento das variáveis massa (MF) e número de frutos (NF) por planta, comprimento (COM) e largura (LAR) média de frutos de tomate ao pressuposto violado e porcentagem de casos sem transformação eficiente (Sem T.) ('a', 'b', 'c', 'e', 'f')= colheitas individuais; 'd'= colheitas agrupadas duas em duas; 'g'= colheitas agrupadas três em três) (percentage efficiency of data transformation to adequate the variables fruit mass (MF) and number of fruits (NF) per plant, length (COM) and width (LAR) average of fruits of tomato to the violated presuppositions and percentage of cases without efficient transformation (Sem T.) ('a', 'b', 'c', 'e', 'f')= individual harvests; 'd'= harvests grouped two in two; 'g'= harvests grouped three in three)). Santa Maria, UFSM, 2012.

1 **ARTIGO 2 – PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE FRUTOS E**
2 **COLORAÇÃO DE FOLHAS DE TOMATEIRO CULTIVADO COM**
3 **BIOPRODUTO DE BATATA**

4
5
6 **Diogo Vanderlei Schwertner^{2*}, Alessandro Dal’Col Lúcio³, Daniel Santos⁴, Fernando**
7 **Machado Haesbaert², Auri Brackmann³**

8
9 **Productivity, quality of fruits and color of leaves of tomato cultivated with potato**
10 **bioproduct**

11 **Resumo**

12 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioproduto de batata em
13 complementação e/ou substituição à adubação mineral em cobertura sobre variáveis
14 produtivas, morfológicas, de qualidade de frutos e de coloração de folhas de tomateiro,
15 cultivado em túnel plástico e em campo, na primavera-verão e no outono-inverno. Dois
16 experimentos foram conduzidos em túnel plástico e um em campo, ambos no delineamento de
17 blocos ao acaso com três repetições em um bifatorial (2x4) com quatro testemunhas
18 adicionais. Foi avaliado a massa, o número, o comprimento e a largura de frutos, o número de
19 frutos atacados por brocas, deformados, com lóculo aberto, podridão apical, rachadura radial
20 e, a coloração de folhas no espaço L, C e h°. Na primavera-verão, o bioproduto não altera as
21 variáveis produtivas, morfológicas e de qualidade dos frutos, enquanto, no outono-inverno,
22 reduz o comprimento, a largura e a massa de frutos e, também, não altera a qualidade dos
23 frutos. O aumento da dose de Acrescent Solus®, combinada com a adubação mineral em
24 cobertura resulta em intensificação da coloração verde das folhas, a partir da segunda e quarta
25 colheita de frutos na primavera-verão e outono-inverno, respectivamente, porém, sem

* Autor para correspondência.

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia/PPGAGRO, CCR/UFSM.

² Bolsista da CAPES, programa de Pós-Graduação em Agronomia com área de concentração em produção vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, 97105-900, vs.diogo@gmail.com, fhaesbaert@gmail.com, relia.brunes@hotmail.com.

³ Departamento de Fitotecnia/CCR-UFSM, Campus Universitário, Camobi, Santa Maria - RS - Brasil, 97105-900, adlucio@ufsm.br, auribruckmann@gmail.com.

⁴ Bolsista do CNPQ, programa de Pós-Graduação em Agronomia com área de concentração em produção vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, 97105-900, danielsantosagro@gmail.com.

26 apresentar correlação favorável com a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de
27 tomateiro.

28 **Palavras-chave** – *Solanum lycopersicum*. *Solanum tuberosum*. Adubação do tomateiro.
29 Acrescent Solus®.

30 **Abstract**

31 The aim of this work was to evaluate the effect of the application of potato bioproduct in
32 complementation and/or substitution to the mineral fertilization in coverage over productive
33 and morphological variables, quality of fruits and color of leaves of tomato cultivated in
34 plastic tunnel and in field during spring-summer and autumn-winter seasons. Two
35 experiments were conducted in plastic tunnel and one in field, both in a randomized block
36 design with three replications in a factorial (2x4) with four additional controls. It was
37 measured the mass, the number, the length and width of fruits, the number of fruits attacked
38 by insect-pests, deformed, with open locule, blossom-end rot, radial crack and, the color of
39 leaves in the space L, C and h°. In the spring-summer, the Acrescent Solus® does not alter the
40 productive and morphological variables and, the quality of fruits of tomato, while, in the
41 autumn-winter, it reduces the length, the width and the mass of fruits and, also, it does not
42 alters the quality of fruits. The increase of the dose of Acrescent Solus®, combined with the
43 mineral fertilization in coverage results in intensification of the green color of leaves, from the
44 second and fourth harvest fruit in the spring-summer and autumn-winter, respectively,
45 nevertheless, without showing favorable correlation with the expression of productive and
46 morphological variables of tomato.

47 **Key words** - *Solanum lycopersicum*. *Solanum tuberosum*. Tomato Fertilization. Acrescent
48 Solus®.

49 **Introdução**

50 No ano de 2010, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) foi a hortaliça com maior
51 volume de produção no Brasil (4,114 milhões de toneladas), ocupando 68,086 mil hectares da
52 área cultivada e com produtividade média de 60,5 toneladas por hectare (IBGE, 2010). Dados
53 da safra do ano de 2009 mostram que no Brasil a produção de tomate tipo mesa é maior que a
54 do tipo industrial, sendo aquele responsável por 2,453 milhões de toneladas, produzidos em
55 44,7 mil hectares (IBGE, 2009).

56 A adubação mineral do tomateiro é realizada no pré-transplante, amontoa, em
57 cobertura e complementada com aplicações foliares de cálcio e boro (SOCIEDADE
58 BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004; FILGUEIRA, 2008). Mesmo assim,
59 deficiências nutricionais ocorrem, principalmente, na fase reprodutiva, manifestando-se

60 através de defeitos nos frutos, como podridão apical e lóculo aberto, cujas causas, dentre
61 outros fatores são, a deficiência de cálcio e boro, respectivamente (FILGUEIRA, 2008).

62 A máxima absorção de nutrientes pelo tomateiro ocorre no início da frutificação
63 (FAYAD et al., 2002), e quando não há um adequado suprimento de nutrientes pelo solo as
64 deficiências tendem a se acentuar. As taxas de absorção de nutrientes indicam a necessidade
65 de adubações mais frequentes em cobertura, e que a ordem de acúmulo de nutrientes na parte
66 aérea é diferente entre o cultivo em ambiente protegido e em campo (FAYAD et al., 2002),
67 sendo os nutrientes mais requeridos pela cultura: K, N e Ca (PRADO et al., 2011).

68 A fertilização mineral onera os custos de produção da cultura do tomate, além de
69 contribuir para o esgotamento dos recursos naturais não renováveis. A aplicação de resíduos e
70 dejetos líquidos no solo é uma alternativa econômica para a fertilização das culturas
71 (OLIVEIRA et al., 2009a), pois consiste no aproveitamento de subprodutos agroindustriais,
72 tais como: vinhaça da cana-de-açúcar (SCHULTZ et al., 2010; ZOLIN et al., 2011), dejetos
73 suínos (ASSMANN et al., 2009) e esgotos domésticos (AUGUSTO et al., 2007), como fonte
74 de nutrientes, e também uma alternativa de descarte desses resíduos. Em hortaliças, a
75 aplicação de subprodutos líquidos pode possuir um potencial de emprego maior que nas
76 plantas de lavoura, devido o cultivo daquelas serem geralmente realizados com irrigação
77 (FILGUEIRA, 2008), que pode ser utilizada para a distribuição desses resíduos.

78 No ano de 2011, foi registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
79 (MAPA), o produto Acrescent Solus®, subproduto agroindustrial proveniente da fermentação
80 alcoólica da batata (*Solanum tuberosum* L.) pela levedura *Sacharomyces cerevisiae*. Este
81 bioproduto é um resíduo líquido obtido durante o processo de destilação do mosto para a
82 produção de bidestilados alcóolicos, que possivelmente possui características adequadas à
83 fertilização das culturas, a exemplo da vinhaça da cana-de-açúcar de alambique (OLIVEIRA
84 et al., 2009a), e de usinas sucroalcooleiras (ZOLIN et al., 2011), com as quais possui relações
85 de similaridade, tais como: acidez, potássio como nutriente em maior concentração, elevado
86 teor de matéria orgânica, além da presença de outros macro e micronutrientes.

87 A avaliação da coloração de folhas através da colorimetria é uma técnica que permite
88 identificar o estado nutricional da planta, pois a cor da folha apresenta relação direta com os
89 teores foliares de clorofila e nitrogênio (AMARANTE et al., 2008a, 2008b, 2009; BACKES
90 et al., 2008), e por consequência também, com a capacidade fotossintética da planta. A
91 eficiência do colorímetro Minolta (séries 100, 200, 300 e 400) em determinar a coloração de
92 folhas foi comprovada em maçã (AMARANTE et al., 2008a), couve, batata (AMARANTE et

93 al., 2008b), e uva (AMARANTE et al., 2009), apresentando relação direta com os teores
94 foliares de clorofila.

95 Embora agricultores já estejam aplicando esse bioproduto em diferentes espécies
96 vegetais, tais como: soja, milho, feijão e trigo, nenhum trabalho científico foi realizado até o
97 momento para avaliar seu efeito em hortaliças. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o
98 efeito da aplicação de bioproduto de batata em complementação e/ou substituição à adubação
99 mineral em cobertura sobre variáveis produtivas, morfológicas, de qualidade de frutos e de
100 coloração de folhas de tomateiro, cultivado em túnel plástico e em campo, na primavera-verão
101 e no outono-inverno.

102 **Material e métodos**

103 Foram conduzidos três experimentos com tomate tipo salada, híbrido Grandeur, no
104 Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29°43'S,
105 longitude 53°43'W e altitude 95 m), no Município de Santa Maria, RS. O clima da região,
106 segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa (subtropical úmido sem estação seca
107 definida e com verões quentes) e o solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico
108 arênico (SISTEMA Brasileiro de Classificação de solos, 2006).

109 Dois experimentos foram realizados na primavera-verão (P-V) de 16/08/2010 a
110 27/01/2011, e o terceiro no outono-inverno (O-I) de 03/03 a 30/07/2011. Na P-V, um
111 experimento foi em túnel plástico e outro em campo, enquanto que no O-I, o experimento foi
112 em túnel. O túnel possui 3,5 m de altura na parte central, 25 m de comprimento por 4 m de
113 largura, com dimensão útil de 19,2 m de comprimento e 3,6 m de largura, coberto com filme
114 de polietileno de baixa densidade de 100 micras, com aditivo anti-UV, e orientação Norte-Sul.

115 As mudas foram transplantadas com quatro folhas e dispostas em três linhas
116 (camalhões sem uso de mulching) com 0,15 m de altura e 0,40 m de largura e irrigação por
117 gotejamento. Utilizou-se espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre linhas, num total
118 de 24 plantas por linha de cultivo.

119 A adubação de transplante foi realizada com 65 kg ha⁻¹ de N, 230 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 65
120 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de amontoa foi realizada 21 dias após o transplante (DAT) com
121 35 kg ha⁻¹ de N e 35 kg ha⁻¹ de K₂O, e as adubações de cobertura com 30 kg ha⁻¹ de N e 30 kg
122 ha⁻¹ de K₂O, aplicados em intervalos de 15 dias, iniciando após a adubação de amontoa, num
123 total de sete aplicações durante o ciclo. Todas as adubações bem como a calagem foram
124 realizadas conforme resultado da análise de solo por linha de cultivo (SOCIEDADE
125 BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004), cujos valores médios foram: pH_(água) = 5,4;
126 matéria orgânica = 2,25%; P_(Mehlich) = 35 mg dm⁻³; K = 299 mg dm⁻³; Ca = 8,50 cmol_c dm⁻³;

127 Mg = 2,80 cmol_c dm⁻³; S = 38,30 mg dm⁻³; Al = 0,30 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,40 cmol_c dm⁻³;
 128 Cu = 0,50 mg dm⁻³; Zn = 2,30 mg dm⁻³; B = 0,40 mg dm⁻³; CTC pH7 = 15,43 cmol_c dm⁻³;
 129 V(%) = 77,20% e; argila = 23,83%. As plantas foram conduzidas em haste única e os demais
 130 manejos foram realizados conforme as recomendações para a cultura (FILGUEIRA, 2008).

131 A parcela foi constituída de duas plantas na direção da linha de cultivo. Foi empregado
 132 o delineamento blocos ao acaso, com três repetições, em um bifatorial (2x4) com quatro
 133 testemunhas adicionais. O fator A (intervalo de aplicação de Acrescent Solus®) foi
 134 constituído de dois níveis (aplicações após todas as colheitas e aplicações em colheitas
 135 alternadas). O fator D (adubação mineral recomendada para a cultura em cobertura mais
 136 diferentes doses de Acrescent Solus®) foi constituído por quatro níveis (1, 2, 3, 4 L ha⁻¹ de
 137 Acrescent Solus® aplicados no solo junto à base da planta). Além disso, foram utilizadas
 138 testemunhas adicionais: (T₁) adubação mineral em cobertura (sem Acrescent Solus®); (T₂)
 139 adubação mineral em cobertura mais 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus®, aplicados aos 30 e 60
 140 dias após o transplante; (T₃) substituição da adubação mineral em cobertura pela dose de 100
 141 L ha⁻¹ de Acrescent Solus®, aplicados a cada 15 dias; e, (T₄) adubação mineral em cobertura
 142 mais 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus®, aplicados após todas as colheitas.

143 O Acrescent Solus® utilizado foi cedido pela empresa Santa Eulália Indústria de
 144 Bebidas e Fertilizantes LTDA, localizada no município de Silveira Martins, RS. O mesmo
 145 apresentou as seguintes características químicas: matéria orgânica = 24,4%; pH = 3,2; N =
 146 324,25 mg L⁻¹; P = 71,93 mg L⁻¹; K = 465,00 mg L⁻¹; Ca = 12,55 mg L⁻¹; Mg = 51,65 mg L⁻¹;
 147 S = 39,81 mg L⁻¹; Cu = 1,11 mg L⁻¹; Fe = 6,42 mg L⁻¹; Mn = 0,42 mg L⁻¹ e; Zn = 0,97 mg L⁻¹.

148 Em cada colheita realizada, foram avaliados: massa de frutos por planta em balança
 149 digital com precisão de 1 g; número de frutos por planta; comprimento e largura média de
 150 frutos (mm) com paquímetro com precisão de 1 mm; número de frutos atacados por brocas,
 151 deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial (CQH/CEAGESP, 2003).

152 Foi coletado um folíolo sadio no terço inferior, médio e superior do tomateiro, em
 153 cada tratamento, após a 2^a, 5^a e 8^a colheita de frutos na P-V e, após a 2^a, 4^a e 6^a colheita de
 154 frutos, no O-I. Procedeu-se a leitura da coloração dos folíolos na face adaxial, em cada terço
 155 da planta, utilizando o colorímetro Minolta (modelo CR-300), no módulo L, C e h°, que
 156 indicam, respectivamente, luminosidade (brilho ou refletância: 0=escuro/opaco; 100=
 157 branco), chroma (saturação ou intensidade da cor: 0= cor impura; 60= cor pura) e ângulo hue
 158 (ângulo da cor: 0°/Vermelho; 90°/amarelo; 180°/verde e 270°/azul) (AMARANTE et al.,
 159 2008b).

160 Os dados das variáveis produtivas, bem como, os de coloração das folhas para cada
161 terço da planta, foram submetidos aos testes dos pressupostos do modelo matemático. Em
162 seguida, foi realizada a análise de variância para o delineamento blocos ao acaso em um
163 bifatorial com testemunhas adicionais. O efeito do fator A foi comparado pelo teste de Tukey
164 e o do fator D submetido à análise de regressão.

165 As testemunhas adicionais (TA) foram comparadas por contrastes ortogonais: X1: TA
166 sem Acrescent Solus® (T₁) vs. TA com Acrescent Solus® (T₂+T₃+T₄); X2: TA com
167 Acrescent Solus® mais adubação mineral em cobertura (T₂+T₄) vs. TA com Acrescent
168 Solus® e sem adubação mineral em cobertura (T₃); X3= TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus®,
169 aos 30 e 60 dias após o transplante mais adubação mineral em cobertura (T₂) vs. TA 0,5 L ha⁻¹
170 de Acrescent Solus®, em todas as colheitas mais adubação mineral em cobertura (T₄). O teste
171 de Scheffé balanceado foi utilizado para comparar a testemunha sem aplicação de Acrescent
172 Solus® (T₁) com os tratamentos com aplicação de Acrescent Solus®. Foi realizada a análise
173 de correlação de Pearson entre as variáveis produtivas, morfológicas e de coloração de folhas
174 de tomateiro. Utilizou-se o teste de Friedman para comparar os efeitos dos tratamentos sobre
175 a ocorrência de brocas e defeitos em frutos ao invés da transformação dos dados, uma vez que
176 estas variáveis apresentam distribuição binomial (ausência ou presença). Todas as análises
177 estatísticas foram realizadas em nível de 5% de probabilidade de erro com o pacote estatístico
178 Soc-NTIA (EMBRAPA, 1997) e o aplicativo Office Excel®.

179 **Resultados e Discussão**

180 Na primavera-verão (P-V), foram realizadas dez colheitas (de 11/11/2010 a
181 27/01/2011) e no outono-inverno (O-I), seis (de 02/06 a 30/07/2011). Na P-V, os
182 experimentos em túnel plástico e em campo não evidenciaram interação entre os intervalos de
183 aplicação e as doses de Acrescent Solus®. Também não houve efeito principal do intervalo de
184 aplicação (fator qualitativo) pela análise de variância, e das doses de bioproduto (fator
185 quantitativo) pela análise de regressão (Apêndice H), nem diferença entre as testemunhas
186 adicionais e os tratamentos fatoriais (Tabela 1). O teste de Scheffé não detectou diferença
187 entre a testemunha sem bioproduto e os tratamentos com bioproduto (Tabela 1).

188 O experimento na estação outono-inverno (O-I) evidenciou interação entre os
189 intervalos de aplicação e as doses de Acrescent Solus® na variável largura de frutos (LAR). O
190 teste de Tukey demonstrou diferenças entre os intervalos de aplicação de bioproduto apenas
191 na dose de 4 L ha⁻¹, em que aplicações em colheitas alternadas proporcionaram maior LAR
192 em relação a aplicação em todas as colheitas (Figura 1-a), sinalizando que aplicações
193 frequentes de doses baixas de bioproduto combinadas com a adubação mineral em cobertura

194 causam efeitos adversos ao normal desenvolvimento da cultura. A LAR apresentou
 195 comportamento linear decrescente em função das doses de bioproduto dentro do intervalo de
 196 aplicação em todas as colheitas (D/A₁) (Figura 1-b), com redução de 12,39 mm a cada L ha⁻¹
 197 de bioproduto.

198

199

200 Tabela 1. Estimativa de contrastes ortogonais e do teste de Scheffé para variáveis produtivas e
 201 morfológicas de tomateiro em experimentos em túnel plástico e em campo na primavera-
 202 verão e outono-inverno. Santa Maria, RS, 2012.

203

Primavera-Verão em Túnel				
Contrastes	MF	NF	COM	LAR
X1	-94,06 ^{ns}	-4,28 ^{ns}	-3,24 ^{ns}	-6,25 ^{ns}
X2	1323,08 ^{ns}	1,17 ^{ns}	-3,55 ^{ns}	-2,09 ^{ns}
X3	-3493,5 [*]	-10,33 ^{ns}	-4,29 ^{ns}	-1,03 ^{ns}
Adic X Fat	-88,43 ^{ns}	-2,79 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,63 ^{ns}
Scheffé	-1553,92 ^{ns}	-60,83 ^{ns}	-27,12 ^{ns}	-120,19 ^{ns}
Média	9250,16	42,90	58,53	73,58
CV (%)	21,03	15,60	10,47	9,08
Primavera-Verão em Campo				
Contrastes	MF	NF	COM	LAR
X1	-1673,17 ^{ns}	-2,89 ^{ns}	-4,49 ^{ns}	-3,61 ^{ns}
X2	537,00 ^{ns}	-3,67 ^{ns}	1,23 ^{ns}	1,22 ^{ns}
X3	-1158,67 ^{ns}	-7,33 ^{ns}	-1,66 ^{ns}	-4,58 ^{ns}
Adic X Fat	246,13 ^{ns}	1,77 ^{ns}	-2,95 ^{ns}	-4,55 ^{ns}
Scheffé	-13089,50 ^{ns}	-11,83 ^{ns}	-64,00 ^{ns}	-68,88 ^{ns}
Média	8257,29	35,32	57,00	73,17
CV (%)	16,71	16,42	9,86	10,81
Outono-Inverno em Túnel				
Contrastes	MF	NF	COM	LAR
X1	-133,94 ^{ns}	0,50 ^{ns}	-8,81 ^{ns}	-14,50 ^{ns}
X2	39,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,86 ^{ns}	4,23 ^{ns}
X3	-538,69 ^{ns}	-4,00 ^{ns}	-0,67 ^{ns}	1,27 ^{ns}
Adic X Fat	766,64 ^{ns}	1,85 ^{ns}	2,02 ^{ns}	2,28 ^{ns}
Scheffé	4927,69 ^{ns}	19,33 ^{ns}	-63,18 ^{ns}	-112,24 ^{ns}
Média	5268,03	17,56	62,86	80,91
CV (%)	20,27	21,26	15,88	15,94

204

205

206

207

208

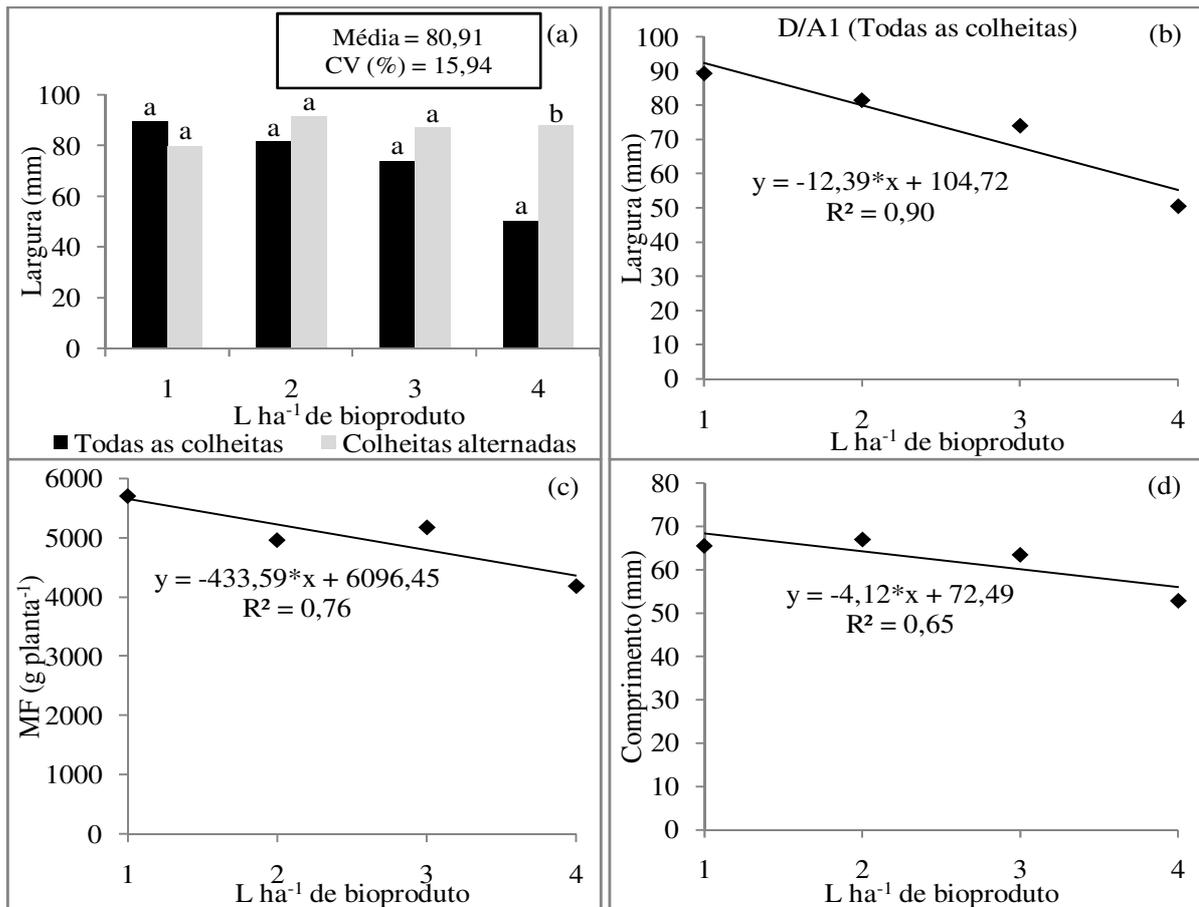
209

210

211

212

X1 - Testemunha adicional (TA) sem Acrescent Solus® vs. TA com Acrescent Solus®; X2 - TA com Acrescent Solus® mais adubo em cobertura vs. TA com Acrescent Solus® e sem adubo em cobertura; X3 - TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® em todas as colheitas; Adic x Fat - Testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais; Scheffé - Sem Acrescent Solus® vs. com Acrescent Solus®; CV(%) - Coeficiente de variação; MF – Massa de frutos (g planta⁻¹); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); * significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} – não significativo.



213
 214 Figura 1 - Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância para a variável
 215 largura de frutos (a) e, comportamento das variáveis largura de frutos (b), massa (MF) (c) e
 216 comprimento de frutos (d) em função das doses de Acrescent Solus® aplicadas no outono-
 217 inverno, no ambiente túnel. Santa Maria, RS, 2012.

218

219

220 O comprimento de frutos (COM) apresentou comportamento linear decrescente, a taxa
 221 de 4,12 mm a cada $L\ ha^{-1}$ de bioproducto (Figura 1-d). A combinação de frutos mais curtos e
 222 estreitos resultou na redução do massa de frutos por planta em 433,59 g a cada $L\ ha^{-1}$ de
 223 bioproducto (Figura 1-c). Não houve efeito principal do intervalo de aplicação (fator
 224 qualitativo) pela análise de variância, e das doses de Acrescent Solus® (fator quantitativo)
 225 pela análise de regressão para as demais variáveis no O-I (Apêndice I), nem diferença entre as
 226 testemunhas adicionais e os tratamentos fatoriais (Tabela 1). O teste de Scheffé não detectou
 227 diferença entre a testemunha sem bioproducto e os tratamentos com bioproducto (Tabela 1).

228 Os resultados fatoriais evidenciaram que o aumento na dose de bioproducto, combinada
 229 com a adubação mineral em cobertura, provocou redução na massa de frutos de tomateiro no
 230 O-I, devido às reduções no COM e LAR, sem alterar o número de frutos produzidos. Também
 231 foi observado que a redução na LAR ocorreu somente quando as aplicações foram realizadas

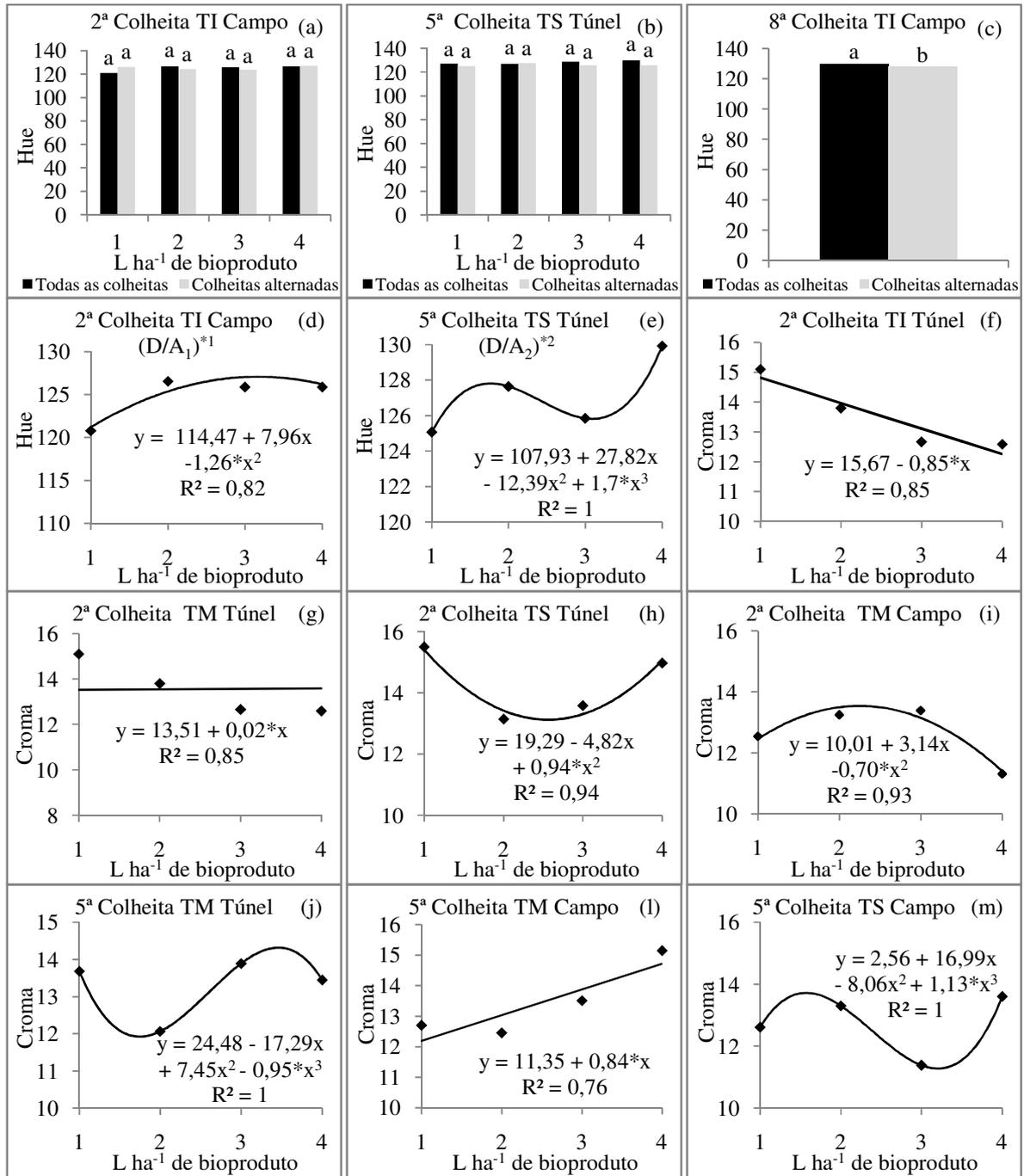
232 em todas as colheitas (D/A₁). Com o aumento da dose de Acrescent Solus®, apenas em O-I,
233 ocorreu efeito antagônico entre o bioproduto e a adubação mineral em cobertura (Figura 1).
234 Esse resultado é contrário ao obtidos por Schultz et al., (2010) e por Oliveira et al., (2009a) na
235 produtividade de cana-de-açúcar, que observaram respectivamente efeito sinérgico entre a
236 aplicação de vinhaça e a adubação nitrogenada e potássica, e entre a aplicação de vinhaça de
237 alambique e a adubação nitrogenada em cobertura.

238 Não houve diferença nos três experimentos entre as testemunhas adicionais com
239 Acrescent Solus® mais adubação mineral em cobertura e a testemunha adicional na qual se
240 propôs a substituição da adubação em cobertura pela dose de 100 L ha⁻¹ de Acrescent Solus®
241 no mesmo intervalo de aplicação (X2) (Tabela 1). Embora esse resultado sugira que a
242 adubação mineral em cobertura no tomateiro possa ser substituída pela dose de 100 L ha⁻¹ de
243 Acrescent Solus® aplicado no solo a cada 15 dias, sem prejuízo nas variáveis produtivas, é
244 possível também que a produtividade tenha sido mantida em função do alto nível de
245 fertilidade do solo, já que a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) preconiza que
246 quando os teores de nutrientes no solo estão acima do nível crítico a probabilidade de resposta
247 das culturas a adição de fertilizantes é baixa ou mesmo nula.

248 Novos estudos devem ser realizados com Acrescent Solus® enfocando a
249 determinação de doses adequadas para a substituição total ou parcial da adubação mineral nas
250 culturas, e as consequências nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sobre
251 os aspectos físicos, químicos e sensoriais dos frutos, quando altas doses são aplicadas, a
252 exemplo de estudos realizados com a vinhaça da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2009a;
253 OLIVEIRA et al., 2009b; ZOLIN et al., 2011).

254 O Acrescent Solus® não alterou o número de frutos deformados, atacado por brocas,
255 com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial nos três experimentos (Apêndice J).
256 Assim, não houve influência na qualidade dos frutos de tomateiro em resposta a adição ou
257 substituição da adubação mineral em cobertura pelo bioproduto. Este resultado pode ser
258 explicado pelo fato de todos os tratamentos terem recebido a mesma adubação de transplante
259 e amontoa, que pode ter conferido um bom equilíbrio nutricional a planta, já que Leite et al.,
260 (2003) observaram maior porcentagem de frutos atacados pela traça do tomateiro em altas
261 doses de nitrogênio e ausência de adubação potássica.

262 Ocorreu interação entre os intervalos de aplicação e as doses de Acrescent Solus®
263 apenas para o ângulo hue (h°) na P-V. Não houve diferença pelo teste de Tukey entre a
264 aplicação em todas as colheitas e em colheitas alternadas dentro das diferentes doses de
265



266

267 TI= terço inferior da planta; TM= terço médio da planta; TS= terço superior da planta. *¹ = D/A₁ (Todas as
 268 colheitas); *² = D/A₂ (Colheitas alternadas).

269

270 Figura 2 - Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (a, b, c) e
 271 comportamento das variáveis chroma (C) e ângulo hue (h°) de folhas de tomateiro em
 272 diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e em campo na primavera-verão em
 273 função das doses de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2012.

274

275

276 Acrescent Solus® (Figura 2- a e b). Na segunda colheita, no experimento em campo e no

277 terço inferior da planta, o h° apresentou comportamento quadrático crescente até a dose de

278 3,16 L ha⁻¹ no intervalo de aplicação em todas as colheitas (Figura 2-d). O aumento do h°,
279 entre 90 e 180°, indica uma intensificação da coloração verde das folhas, maior teor de
280 clorofila, capacidade fotossintética e conteúdo de nitrogênio (AMARANTE et al., 2008b,
281 2009; BACKES et al., 2008) e reflete um melhor estado nutricional da planta. Na quinta
282 colheita, no experimento em túnel e no terço superior da planta o h° apresentou
283 comportamento cúbico, e o maior h° ocorreu na dose de 4 L ha⁻¹ no intervalo de aplicação em
284 colheitas alternadas (Figura 2-e).

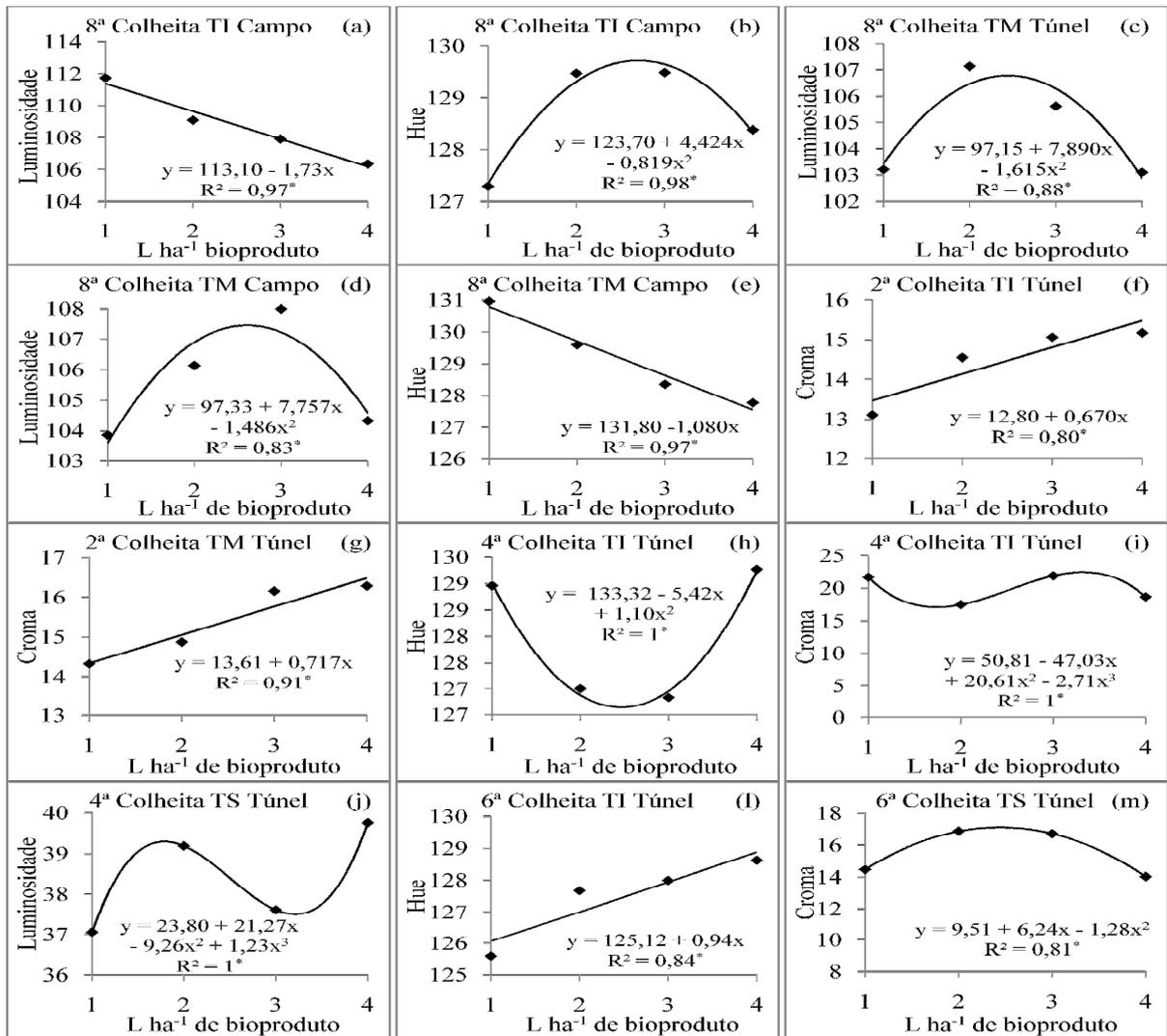
285 Efeito principal do intervalo de aplicação de Acrescent Solus® foi observado apenas
286 na variável h°, na P-V, na oitava colheita do experimento em campo no terço inferior da
287 planta (Figura 2-c). Aplicações do bioproduto em todas as colheitas provocaram aumento no
288 h° em relação à aplicação em colheitas alternadas. A dose de 2,70 L ha⁻¹ resultou no maior h°
289 nesta situação (Figura 3-b), enquanto a luminosidade (L) apresentou comportamento linear
290 decrescente com o aumento da dose de Acrescent Solus® (Figura 3-a), indicando menor
291 reflexão de radiação pela folha. Conforme Amarante et al., (2008b), os valores de L permitem
292 detectar tonalidades de verde, em que: valores baixos correspondem à coloração verde escura
293 e, altos, a verde clara.

294 O chroma ou intensidade da cor (C) foi a variável que apresentou o maior número de
295 modelos de regressão ajustados na P-V (Figura 2) e no O-I (Figura 3). Conforme Amarante et
296 al., (2008, 2009), o comportamento esperado em folhas com maior teor de clorofila é o
297 aumento do h° e a redução nos valores de L e C. Porém, os valores de C variaram
298 independentemente de alterações nos parâmetros L e h°, carecendo assim de interpretação
299 biológica, já que maiores valores de C significam apenas maior desvio a partir do ponto
300 correspondente ao cinza, de menor chroma (AMARANTE et al., 2008b).

301 No O-I, o comportamento do ângulo da cor (h°) no terço inferior da planta foi quadrático na
302 quarta colheita com maior valor na dose de 4 L ha⁻¹, e linear crescente na sexta colheita
303 (Figura 3-h e i), resultado semelhante ao obtido na P-V, no experimento em campo.

304 Os resultados fatoriais permitem inferir que a coloração verde das folhas de tomateiro
305 intensificou-se com o aumento da dose de Acrescent Solus® combinada com a adubação
306 mineral em cobertura, principalmente, no terço inferior da planta, a partir da segunda e quarta
307 colheita na primavera-verão (P-V) e outono-inverno (O-I), respectivamente. O incremento na
308 coloração verde das folhas pode ser explicado pelo suprimento de nitrogênio e magnésio via
309 Acrescent Solus®, já que, ambos os elementos, são constituintes da molécula de clorofila.

310



311
312
313
314
315
316
317
318
319

TI= terço inferior da planta; TM= terço médio da planta; TS= terço superior da planta.

Figura 3 - Luminosidade (L), chroma (C) e ângulo hue (h°) de folhas de tomateiro na primavera-verão (a, b, c, d, e) e outono-inverno (f, g, h, i, j, l, m) em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e em campo em função das doses de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2012.

320
321
322
323
324
325
326
327
328

A análise de correlação demonstrou a falta de associação entre o ângulo da cor (h°) e as variáveis: massa, número, comprimento e largura de frutos (Apêndice A). A variável luminosidade (L), também não apresentou associação com as variáveis produtivas, e na estação O-I, apresentou correlação positiva com o comprimento e largura de frutos, resultado não esperado, pois conforme Amarante et al., (2008), menores valores de L indicam folhas de coloração verde escura, com maior capacidade fisiológica. Assim, era esperado que a correlação entre essas variáveis fosse negativa, indicando que redução na luminosidade resultaria em incremento no COM e LAR de frutos. Possivelmente, a pequena magnitude de alteração no h° e L seja a explicação para a falta de correlação favorável com a expressão das

329 variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro, resultado contrário ao obtido por Backes et
330 al., (2008), que observaram relação positiva entre o índice de coloração verde da folha e a
331 produtividade de alho.

332 A estimativa dos contrastes ortogonais entre a testemunha sem aplicação de Acrescent
333 Solus® e as testemunhas adicionais com aplicação de Acrescent Solus® (X1) na P-V,
334 revelou que, o h° foi maior nos tratamentos que receberam o bioproduto na segunda colheita,
335 no experimento em campo, no terço médio e superior e, na oitava colheita, no terço inferior da
336 planta (Tabela 2 e 3). Já no O-I, no mesmo contraste, houve menor L, na quarta colheita, no
337 terço inferior, médio e superior da planta (Tabela 3), nos tratamentos que receberam
338 Acrescent Solus®. Esses resultados indicam que a aplicação de Acrescent Solus®
339 proporcionou intensificação da coloração verde das folhas, sem, contudo influenciar as
340 variáveis produtivas e morfológicas (Tabela 1).

341 Na estação P-V, a coloração verde mais intensa (h°) das folhas ocorreu na quinta
342 colheita no experimento em campo, no terço médio da planta, e, na oitava colheita, no
343 experimento em túnel, no terço superior, nos tratamentos com adubação mineral e Acrescent
344 Solus® em relação ao tratamento com bioproduto e sem adubação mineral (X2) (Tabelas 2 e
345 3). Para a luminosidade (L), foi observado comportamento similar na quinta colheita no
346 experimento em campo no terço médio e, no experimento em túnel, no terço superior da
347 planta, com menor L nos tratamentos com Acrescent Solus® e adubação mineral, indicando
348 que as folhas das plantas adubadas com bioproduto e adubação mineral apresentaram
349 intensificação da coloração verde. No O-I, na quarta colheita, no terço médio da planta, o
350 comportamento foi inverso, com maior h° no tratamento apenas com bioproduto (Tabela 3),
351 mas em ambas as estações não houve diferença na produtividade entre esses tratamentos
352 (Tabela 1).

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362 Tabela 2. Estimativa de contrastes ortogonais para variáveis de coloração de folhas de
 363 tomateiro em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e a campo na estação
 364 primavera-verão com aplicação de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS, 2012.
 365

2ª Colheita TI TÚNEL				2ª Colheita TI CAMPO			
Contrastes	L	C	h°	Contrastes	L	C	h°
X1	-0,10 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	2,28 ^{ns}	X1	1,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,70 ^{ns}
X2	1,47 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,23 ^{ns}	X2	1,52 ^{ns}	2,19 ^{ns}	-1,74 ^{ns}
X3	2,20 ^{ns}	2,75 ^{ns}	-3,67 ^{ns}	X3	-0,46 ^{ns}	-1,65 ^{ns}	3,00 ^{ns}
Ad x Fa	2,30 [*]	1,26 ^{ns}	-0,77 ^{ns}	Ad x Fa	-1,47 [*]	-1,25 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Média	34,82	13,96	127,73	Média	35,78	13,19	125,59
CV (%)	4,49	13,97	2,21	CV (%)	4,16	22,21	1,66
2ª Colheita TM CAMPO				2ª Colheita TS CAMPO			
X1	-1,69 ^{ns}	-0,66 ^{ns}	-1,89 [*]	X1	-1,11 ^{ns}	-0,54 ^{ns}	-2,73 [*]
X2	-0,88 ^{ns}	-1,15 ^{ns}	0,30 ^{ns}	X2	-0,46 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	0,70 ^{ns}
X3	0,91 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	1,36 ^{ns}	X3	0,34 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Ad x Fa	-0,22 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,53 ^{ns}	Ad x Fa	-0,29 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-1,07 ^{ns}
Média	33,72	12,58	129,34	Média	32,90	12,52	129,86
CV (%)	3,98	12,37	1,03	CV (%)	2,72	9,66	1,17
5ª Colheita TI CAMPO				5ª Colheita TM CAMPO			
X1	-0,34 ^{ns}	3,23 [*]	0,58 ^{ns}	X1	-2,07 ^{ns}	0,55 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
X2	-0,72 ^{ns}	1,04 ^{ns}	-2,47 ^{ns}	X2	-4,54 [*]	-3,18 [*]	3,14 [*]
X3	0,22 ^{ns}	0,71 ^{ns}	-2,37 ^{ns}	X3	-1,41 ^{ns}	2,56 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Ad x Fa	0,61 ^{ns}	1,20 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	Ad x Fa	0,85 ^{ns}	-0,69 ^{ns}	-1,31 [*]
Média	37,51	13,18	126,60	Média	36,37	13,22	128,69
CV (%)	5,34	16,74	2,23	CV (%)	6,09	14,43	1,09
5ª Colheita TS TÚNEL				5ª Colheita TS CAMPO			
X1	1,19 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,09 ^{ns}	X1	-0,93 ^{ns}	-1,22 ^{ns}	1,20 ^{ns}
X2	-1,82 [*]	-0,68 ^{ns}	1,90 ^{ns}	X2	-2,49 ^{ns}	-0,60 ^{ns}	3,32 ^{ns}
X3	-0,10 ^{ns}	0,53 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	X3	1,10 ^{ns}	-2,03 [*]	0,49 ^{ns}
Ad x Fa	-0,54 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,59 ^{ns}	Ad x Fa	0,09 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Média	36,37	13,37	127,29	Média	36,36	12,94	128,65
CV (%)	3,13	10,80	1,42	CV (%)	7,69	8,56	1,82

366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378

X1 - Testemunha adicional (TA) sem Acrescent Solus® vs. TA com Acrescent Solus®; X2 - TA com Acrescent Solus® mais adubo em cobertura vs. TA com Acrescent Solus® e sem adubo em cobertura; X3 - TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® em todas as colheitas; Adic x Fat - Testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais; CV(%) - Coeficiente de variação; L - Luminosidade; C - Chroma; h° - Ângulo hue; * - significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - não significativo; TI= terço inferior da planta; TM= terço médio da planta; TS= terço superior da planta.

379 Tabela 3. Estimativa de contrastes ortogonais para variáveis de coloração de folhas de
 380 tomateiro em diferentes colheitas e terços da planta em túnel plástico e a campo na estação
 381 primavera-verão e outono-inverno com aplicação de Acrescent Solus®. Santa Maria, RS,
 382 2012.
 383

Primavera-Verão							
8ª Colheita TI CAMPO				8ª Colheita TS TÚNEL			
Contrastes	L	C	h°	Contrastes	L	C	h°
X1	2,86 ^{ns}	3,33 ^{ns}	-2,76 [*]	X1	0,43 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,39 ^{ns}
X2	1,87 ^{ns}	-1,54 ^{ns}	-0,46 ^{ns}	X2	-1,24 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	2,89 [*]
X3	-0,12 ^{ns}	2,37 ^{ns}	-1,99 ^{ns}	X3	-3,50 ^{ns}	-3,43 ^{ns}	-1,78 ^{ns}
Ad x Fa	-1,96 ^{ns}	-0,81 ^{ns}	0,61 ^{ns}	Ad x Fa	-0,18 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
Média	108,12	30,89	128,86	Média	104,01	26,42	129,24
CV (%)	3,55	17,41	1,42	CV (%)	2,78	9,49	1,50
8ª Colheita TS CAMPO							
X1	1,99 ^{ns}	-3,39 ^{ns}	-0,38 ^{ns}				
X2	0,21 ^{ns}	-1,40 ^{ns}	1,85 ^{ns}				
X3	-0,97 ^{ns}	-2,13 ^{ns}	1,03 ^{ns}				
Ad x Fa	-0,53 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,46 [*]				
Média	103,38	27,59	129,57				
CV (%)	4,37	14,61	1,44				
Outono-Inverno							
2ª Colheita TM TÚNEL				4ª Colheita TI TÚNEL			
Contrastes	L	C	h°	Contrastes	L	C	h°
X1	-0,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,73 ^{ns}	X1	2,43 [*]	-0,96 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
X2	-0,69 ^{ns}	-2,86 [*]	1,47 ^{ns}	X2	-0,49 ^{ns}	-0,69 ^{ns}	0,38 ^{ns}
X3	0,25 ^{ns}	1,82 ^{ns}	-0,93 ^{ns}	X3	-2,40 ^{ns}	15,33 ^{ns}	1,45 ^{ns}
Ad x Fa	0,76 ^{ns}	0,70 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	Ad x Fa	0,65 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
Média	36,28	15,64	131,94	Média	37,82	14,20	130,88
CV (%)	4,15	10,26	0,87	CV (%)	4,15	1,87	0,86
4ª Colheita TM TÚNEL				4ª Colheita TS TÚNEL			
X1	4,48 [*]	1,91 ^{ns}	-1,03 ^{ns}	X1	2,72 [*]	-0,17 ^{ns}	-0,82 ^{ns}
X2	-1,30 ^{ns}	-1,69 ^{ns}	-3,44 [*]	X2	-1,50 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	1,84 ^{ns}
X3	1,43 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	-1,32 ^{ns}	X3	0,50 ^{ns}	0,47 ^{ns}	-3,41 [*]
Ad x Fa	-0,68 ^{ns}	-1,41 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	Ad x Fa	0,71 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	-1,04 ^{ns}
Média	38,48	18,88	127,92	Média	38,64	18,65	128,12
CV (%)	5,96	11,44	1,68	CV (%)	4,31	12,47	1,30

384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391

X1 - Testemunha adicional (TA) sem Acrescent Solus® vs. TA com Acrescent Solus®; X2 - TA com Acrescent Solus® mais adubo em cobertura vs. TA com Acrescent Solus® e sem adubo em cobertura; X3 - TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® em todas as colheitas; Adic x Fat - Testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais; CV(%) - Coeficiente de variação; L - Luminosidade; C - Chroma; h° - Ângulo hue; * - significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - não significativo; TI= terço inferior da planta; TM= terço médio da planta; TS= terço superior da planta.

392

393 **Conclusões**

394 Na primavera-verão o Acrescent Solus® não influencia as variáveis produtivas,
395 morfológicas e de qualidade dos frutos de tomateiro, enquanto no outono-inverno reduz o
396 comprimento, a largura e a massa de frutos e, também não influencia a qualidade de frutos.

397 O aumento da dose de Acrescent Solus®, combinada com a adubação mineral em
398 cobertura resulta em intensificação da coloração verde das folhas, a partir da segunda e quarta
399 colheita de frutos na primavera-verão e outono-inverno, respectivamente, porém, sem
400 apresentar correlação favorável com a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de
401 tomateiro.

402 **Agradecimentos**

403 À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado e ao CNPq pelo auxílio financeiro
404 para a realização do trabalho e pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao
405 segundo autor. À empresa Santa Eulália Indústria de Bebidas e Fertilizantes LTDA, pelo
406 produto Acrescent Solus®.

407 **Referências**

408 AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de
409 plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Revista**
410 **Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 03, p. 680-686, 2009.

411 AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação de clorofilas em folhas de macieiras 'Royal
412 Gala' e 'Fuji' com métodos ópticos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.
413 30, n. 03, p. 590-595, 2008a.

414 AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através
415 de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 04, p. 471-475, 2008b.

416 ASSMANN, J. M. et al. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em
417 pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 08,
418 p. 2408-2416, 2009.

419 AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento
420 biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex.
421 Maiden. **Revista Árvore**, v. 31, n. 04, p. 745-751, 2007.

422 BACKES, C. et al. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à
423 adubação nitrogenada. **Bragantia**, v. 67, n. 02, p. 491-498, 2008.

424 CQH/CEAGESP (Centro de Qualidade em Horticultura). **Programa Brasileiro para a**
425 **Modernização da Horticultura: Normas de Classificação do Tomate**. São Paulo:
426 CQH/CEAGESP, 2003. (Documentos, 26).

- 427 EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2:** manual do usuário - ferramental
428 estatístico. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a
429 Agricultura, 1997. 258 p.
- 430 FAYAD, J. A. et al. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo
431 e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 01, p. 90-94, 2002.
- 432 FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura:** Agrotecnologia moderna na produção
433 e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.
- 434 GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e**
435 **florestais:** exposição com exemplo e orientações para uso e aplicativos. Viçosa: FEALQ,
436 2002. 309 p.
- 437 IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2009.** Disponível
438 em:<[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.ht](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm)
439 [m](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm)>. Acesso em: 10 set. 2011.
- 440 LEITE, G. L. D. et al. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria
441 em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 03, p. 448-451, 2003.
- 442 MARTIN, T. N.; STORCK, L. Análise das pressuposições do modelo matemático em
443 experimentos agrícolas no delineamento blocos ao acaso. In: MARTIN, T. N. & ZIECH, M.
444 F. (org.). **Sistemas de Produção Agropecuária.** Curitiba: UTFPR, 2008. cap. 11, p.177-196.
- 445 OLIVEIRA, E. L. et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada
446 e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1398-1403, 2009a.
- 447 OLIVEIRA, E. L. et al. Vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar, em ambiente
448 irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n.
449 06, p. 694-699, 2009b.
- 450 PRADO, R. M. et al. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar
451 Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 01, p. 19-30,
452 2011.
- 453 SCHULTZ, N. et al. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e
454 potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de**
455 **Ciência do Solo**, v. 34, n. 03, p. 811-820, 2010.
- 456 SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2006. 306 p.
- 457 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do
458 solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa**
459 **Catarina.** Porto Alegre: Núcleo Regional Sul - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,
460 2004. 394 p.

461 ZOLIN, C. A. et al. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo: I.
462 Características do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n.
463 01, p. 22-28, 2011.

DISCUSSÃO

Os objetivos iniciais propostos para este trabalho foram alcançados. Dentro da área experimental (Artigo 1), foi possível verificar o atendimento as pressuposições do modelo matemático e identificar ao menos parcialmente, transformações de dados eficientes em contornar às violações observadas.

Verificou-se que a hipótese de ocorrência de violações das pressuposições do modelo matemático nas variáveis produtivas (massa e número de frutos) e morfológicas (comprimento e largura de frutos) de tomateiro foi confirmada. Os resultados demonstraram que não ocorre violação do pressuposto de aditividade dos efeitos do modelo, mas violações dos pressupostos de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros foram identificadas.

Menores porcentagens de atendimento as pressuposições de normalidade e homogeneidade dos erros foram observadas em cada data de colheita, em relação a colheitas agrupadas. Esse resultado já era esperado, pois o agrupamento das colheitas sucessivas permite suavizar os valores extremos de produção observados em cada data de colheita, principalmente, pelo preenchimento das lacunas formadas pelas parcelas não colhidas (produção nula na colheita) (CARPES et al., 2010; LÚCIO et al., 2010a).

Quando foram testados os pressupostos do modelo matemático em cada data de colheita, violações severas à normalidade, à homogeneidade e à aleatoriedade dos erros foram verificadas. Tais violações puderam ao menos parcialmente, ser contornadas pela técnica da transformação de dados, já que em apenas 22,78% das 79 situações de violação às pressuposições de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros, foi possível identificar transformação de dados eficientes em adequar a variável ao pressuposto violado.

A transformação que possibilitou maior proporção de atendimento aos pressupostos da normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros foi a raiz quadrada. Essa informação é uma primeira indicação do tipo de transformação a testar em variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro, quando violações das pressuposições do modelo matemático forem identificadas, podendo acelerar o processo de identificação da transformação adequada.

O agrupamento de todas as colheitas para análise permitiu nos experimentos da primavera-verão e do outono-inverno 100% de atendimento as pressuposições de normalidade e homogeneidade dos erros, não sendo necessária transformação de dados. Assim, os resultados demonstraram que, após realizar o maior número possível de colheitas de frutos de

tomateiro, a melhor forma de proceder à análise de variância tendo por base o atendimento as pressuposições do modelo matemático, e por consequência, maior confiabilidade nas interpretações realizadas é considerando o acumulado total da produção.

Considerando o total de produção ao longo das colheitas realizadas, não ocorrem problemas quanto ao atendimento aos pressupostos de aditividade dos efeitos do modelo, normalidade e homogeneidade dos erros. Porém, para a aleatoriedade dos erros, verifica-se que, mesmo com o agrupamento total de colheitas e com a transformação de dados não foi possível atingir percentuais significativos de atendimento a essa pressuposição, resultado não esperado, pois a princípio a aleatoriedade dos erros é assegurada pela casualização dos tratamentos na área experimental.

Esse resultado chama atenção a uma pressuposição do modelo matemático cuja análise de atendimento é por muitas vezes negligenciada durante o processo inicial de preparo dos dados para a análise de variância, como verificado na metodologia de inúmeros trabalhos publicados em revistas científicas, que mencionam apenas aplicação dos testes de Lilliefors (SPRENT; SMEETON, 2007) e Bartlett (STEEL et al., 1997) para testar a normalidade e homogeneidade dos erros, respectivamente. Isso pode ser atribuído, inicialmente, ao fato de não serem esperadas violações a aleatoriedade, necessidade de aplicação manual do teste de sequência e, de não haver solução aparente para a não aleatoriedade dos erros, tipo de transformação de dados ou uso de testes não paramétricos (MARTIN; STORCK, 2008).

A consequência da falta de aleatoriedade dos erros é o aumento da variância experimental e do erro tipo II (não detecção de diferenças reais entre os tratamentos) (MARQUES et al., 2000), quando diferenças verdadeiras entre os tratamentos passam a ser erroneamente consideradas como não significativas pelas análises realizadas. Assim, a confiabilidade da análise de variância e das demais estatísticas paramétricas fica comprometida nessa situação, dificultando a correta interpretação dos resultados experimentais. No entanto, essa pressuposição também é requerida pelos testes não paramétricos, que são de aplicação mais restrita e de resultados pouco satisfatórios na maioria dos casos (STORCK et al., 2011), sendo assim, nessa situação, preferível a aplicação dos paramétricos, já que são mais robustos e com maior poder de teste.

Ressalta-se que, devido às consequências que traz para a análise dos resultados experimentais, é de suma importância identificar a falta de aleatoriedade dos erros. Se não existem soluções imediatas, é fundamental identificá-la, para que em estudos futuros sua origem possa ser estudada. A não aleatoriedade dos erros pode ser atribuída à variabilidade existente dentro das linhas de cultivo, ocasionada possivelmente por diferenças de fertilidade

do solo, heterogeneidade de distribuição de água pelo sistema de irrigação por gotejamento e ao pequeno tamanho de parcela utilizado (CARPES et al., 2008). Assim, sugere-se que sejam realizados novos estudos de simulação de tamanho de parcela para tomateiro, tendo como objetivo identificar um tamanho de parcela experimental que possibilite maior atendimento ao pressuposto da aleatoriedade dos erros, como já realizado para a pressuposição de homogeneidade dos erros (LÚCIO et al., 2010a).

No Artigo 2, para atender ao objetivo de avaliar o efeito do Acrescent Solus® sobre as variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro, consideraram-se os resultados obtidos na parte experimental desse trabalho. Assim, optou-se pela análise de variância, realizada sobre os dados do total de produção acumulado ao longo das colheitas realizadas, que possibilitou atendimento à aditividade dos efeitos do modelo, à normalidade e à homogeneidade dos erros, tendo sempre presente que a falta de aleatoriedade dos erros inflacionaria o erro experimental, dificultando a detecção de diferenças reais entre os tratamentos (erro tipo II).

As hipóteses iniciais de que a aplicação de bioproduto de batata em complementação e/ou substituição a adubação mineral em cobertura influenciariam positivamente as variáveis produtivas, morfológicas, de qualidade dos frutos e de coloração de folhas não se confirmaram.

Na primavera-verão, a aplicação de bioproduto de batata em complementação a adubação mineral em cobertura em túnel e em campo não alterou a expressão das variáveis produtivas (massa e número de frutos), morfológicas (comprimento e largura de frutos) e de qualidade dos frutos de tomateiro. No outono-inverno (O-I), em túnel, além de não influenciar na qualidade dos frutos, provocou redução na massa, comprimento e largura de frutos.

Esse resultado sugere efeito antagônico entre o bioproduto de batata e a adubação mineral em cobertura no O-I, resultado contrário ao obtidos por Schultz et al., (2010) e por Oliveira et al., (2009a) na produtividade de cana-de-açúcar, que observaram respectivamente efeito sinérgico entre a aplicação de vinhaça e a adubação nitrogenada e potássica, e entre a aplicação de vinhaça de alambique e a adubação nitrogenada em cobertura. O mecanismo pelo qual tal antagonismo ocorre é desconhecido, necessitando novos estudos para investigá-lo e confirmá-lo, pois foi realizado apenas um experimento na estação outono-inverno.

Se a aplicação de bioproduto de batata em complementação a adubação mineral em cobertura não parece ser um técnica promissora, os resultados obtidos quando se propôs a substituição da adubação em cobertura pelo bioproduto parecem mais animadores. Nessa situação, a dose de 100 L ha⁻¹ de bioproduto aplicado em intervalos de 15 dias após a adubação de amontoa proporcionou a manutenção da expressão das variáveis produtivas,

morfológicas, e de qualidade dos frutos, em relação a adubação mineral em cobertura. Embora não seja um resultado definitivo, pois é possível também que a expressão das variáveis tenha sido mantida em função do alto nível de fertilidade do solo, novos esforços devem ser realizados em estudos enfocando principalmente o emprego do bioproduto de batata como um substituto à adubação mineral.

A coloração verde das folhas de tomateiro foi incrementada nos tratamentos onde ocorreu combinação da adubação mineral em cobertura com o bioproduto de batata, e também, com o aumento da dose de bioproduto de batata, principalmente no terço inferior da planta, a partir da segunda e quarta colheita na primavera-verão (P-V) e outono-inverno (O-I), respectivamente, sinalizando maior teor de clorofila, capacidade fotossintética e conteúdo de nitrogênio (AMARANTE et al., 2008, 2009; BACKES et al., 2008) e refletindo um melhor estado nutricional da planta. Porém, esse incremento embora significativo, foi de pequena magnitude, não apresentando correlação favorável com a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro.

Esse trabalho é apenas um primeiro passo nessa área de estudo, havendo espaço para inúmeras novas pesquisas. A questão do descarte adequado de subprodutos agroindustriais e da redução da dependência da agricultura por insumos externos não renováveis é uma problemática atual, principalmente quando se considera o desenvolvimento sustentável e a agricultura orgânica. Assim, sugere-se que estudos sejam realizados visando determinar doses adequadas para a substituição total ou parcial da adubação mineral nas culturas pelo bioproduto de batata, e as consequências nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sobre os aspectos físicos, químicos e sensoriais dos frutos, quando altas doses forem aplicadas, a exemplo de estudos realizados com a vinhaça da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2009a; OLIVEIRA et al., 2009b; ZOLIN et al., 2011).

CONCLUSÃO

As variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro apresentam atendimento ao pressuposto de aditividade dos efeitos do modelo. Ocorrem violações das variáveis produtivas e morfológicas às pressuposições de: normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros. O agrupamento de todas as colheitas para análise proporciona atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos erros. A transformação que possibilita maior proporção de atendimento das variáveis produtivas e morfológicas aos pressupostos de normalidade, homogeneidade e aleatoriedade dos erros é a raiz quadrada.

Na primavera-verão o Acrescent Solus® não influencia as variáveis produtivas, morfológicas e de qualidade dos frutos de tomateiro, enquanto no outono-inverno reduz o comprimento, a largura e a massa de frutos e, também não influencia a qualidade de frutos.

O aumento da dose de Acrescent Solus®, combinada com a adubação mineral em cobertura resulta em intensificação da coloração verde das folhas, a partir da segunda e quarta colheita de frutos na primavera-verão e outono-inverno, respectivamente, porém, sem apresentar correlação favorável com a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p.680-686, set. 2009.

AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação de clorofilas em folhas de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' com métodos ópticos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 590-595, set. 2008a.

AMARANTE, C. V. T. do. et al. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 471-475, out./dez. 2008b.

ASSMANN, J. M. et al. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2408-2416, nov. 2009.

AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 745-751, jul./ago. 2007.

BACKES, C. et al. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 491-498, 2008.

CARPES, R. H. et al. Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 590-595, nov./dez. 2008.

CARPES, R. H. et al. Variabilidade produtiva e agrupamentos de colheitas de abobrinha italiana cultivada em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 294-301, fev. 2010.

COUTO, M. R. M. et al. Transformação de dados em experimentos com abobrinha italiana em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1701-1707, jun. 2009.

FAO. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

FAYAD, J. A. et al. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, mar. 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura**:Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2009**. Disponível em:<http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm>. Acesso em: 10 set. 2011.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2010**. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/tabelas_pdf/tabela02.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2012.

LOPES, S. J. et al. Espaçamento entre plantas de sorgo granífero: produtividade de grãos e qualificação do modelo matemático. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 649-656, mai./jun. 2009.

LÚCIO, A. D. et al. Agrupamento de colheitas de tomate e estimativas do tamanho de parcela em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 190-196, abr./jun. 2010a.

LÚCIO, A. D. et al. Excesso de zeros nas variáveis observadas: estudo de caso em experimento com brócolis. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1035-1046, dez. 2010b.

LÚCIO, A. D. et al. Transformação box-cox em experimentos com pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 38-42, jan./mar. 2011.

MARQUES, D. G. et al. Qualidade dos ensaios de competição de cultivares de milho no estado do rio grande do sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 381-385, mai./jun. 2000.

MARTIN, T. N.; STORCK, L. Análise das pressuposições do modelo matemático em experimentos agrícolas no delineamento blocos ao acaso. In: MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F. (Org.). **Sistemas de Produção Agropecuária**. Curitiba: UTFPR, 2008. cap. 11, p. 177-196.

OLIVEIRA, E. L. et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1398-1403, nov. 2009a.

OLIVEIRA, E. L. et al. Vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar, em ambiente irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 694-699, 2009b.

PRADO, R. M. et al. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

SCHULTZ, N. et al. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 811-820, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 394 p.

SPRENT, P.; SMEETON, N.C. **Applied nonparametric statistical methods**. Boca Raton: Chapman & Hall, 2007. 530 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2011. 200 p.

USDA. **Us Tomato Statistics**. Disponível em:<
<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1210>>.
Acesso em: 13 mar. 2012.

ZOLIN, C. A. et al. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo: I. Características do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 22-28, jan. 2011.

APÊNDICES

Apêndice A - Correlação de Pearson entre variáveis produtivas, morfológicas e de coloração de folhas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus®

Primavera-Verão em Túnel							
	MF	NF	COM	LAR	L	C	H
MF	1	0,81*	0,59*	0,43*	0,21	0,11	0,01
NF		1	0,48*	0,29	0,12	-0,01	0,02
COM			1	0,93*	0,32	0,08	-0,23
LAR				1	0,32	0,16	-0,15
L					1	0,18	-0,25
C						1	-0,02
H							1
Primavera-Verão em Campo							
	MF	NF	COM	LAR	L	C	H
MF	1	0,62*	0,20	0,23	-0,18	-0,04	0,21
NF		1	-0,09	-0,10	-0,21	0,01	0,18
COM			1	0,91*	0,13	0,20	-0,14
LAR				1	0,16	0,18	-0,11
L					1	0,61*	-0,54*
C						1	-0,70*
H							1
Outono-Inverno em Túnel							
	MF	NF	COM	LAR	L	C	H
MF	1	0,90*	0,42*	0,32	0,29	-0,28	-0,12
NF		1	0,24	0,14	0,33	-0,22	-0,20
COM			1	0,98*	0,36*	-0,46*	-0,15
LAR				1	0,34*	-0,46*	-0,18
L					1	-0,03	-0,52*
C						1	0,05
H							1

* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t. MF - Massa de frutos (g planta⁻¹); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); L - Luminosidade; C - Cromo; h° - Ângulo hue.

Apêndice B - Estimativa dos componentes de covariância e herdabilidade para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro

Primavera-Verão em Túnel				
Componentes	MF	NF	COM	LAR
σP	1362233,04	3754,74	1452,59	923,34
σG	154227,76	542,96	784,93	730,20
h^2 (%)	11,32	14,46	54,04	79,08
Primavera-Verão em Campo				
σP	747138,01	2244,45	365,55	823,87
σG	22604,72	506,84	291,39	60,61
h^2 (%)	3,03	22,58	79,71	7,36
Outono-Inverno em Túnel				
σP	548994,39	1576,10	2994,91	3249,63
σG	193625,73	460,81	1667,55	1899,29
h^2 (%)	35,27	29,24	55,68	58,45

σP = Variância fenotípica; σG = Variância genotípica; h^2 = Herdabilidade; MF - Massa de frutos (g planta⁻¹); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm).

Apêndice C - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em túnel plástico na primavera-verão

Variável	Estatística			
	Máximo	Mínimo	Média	DP
Individuais				
MF	3008,0	0,0	925,0	662,5
NF	15,0	0,0	4,3	825,7
COM	78,0	0,0	58,5	14,2
LAR	99,0	0,0	73,6	17,4
Agrupadas 2 em 2				
MF	4423,0	0,0	1850,0	916,0
NF	18,5	0,0	8,6	3,9
COM	72,1	0,0	58,5	11,1
LAR	92,9	0,0	73,6	13,3
Agrupadas 5 em 5				
MF	6678,5	352,0	4625,1	1383,9
NF	31,0	5,0	21,5	4,7
COM	69,9	34,5	58,5	7,5
LAR	87,2	48,3	73,6	9,1
Total				
MF	12280,0	3716,0	9250,2	2167,8
NF	56,5	25,0	42,9	6,9
COM	66,1	42,8	58,5	5,7
LAR	84,0	58,0	73,6	6,2

MF - Massa de frutos (g planta^{-1}); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); DP - Desvio padrão.

Apêndice D - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em campo na primavera-verão

Variável	Estatística			
	Máximo	Mínimo	Média	DP
Individuais				
MF	2928,5	0,0	825,7	651,1
NF	12,0	0,0	3,5	2,4
COM	85,5	0,0	57,0	17,5
LAR	110,7	0,0	73,2	22,9
Agrupadas 2 em 2				
MF	4403,0	28,0	1651,5	991,4
NF	16,5	0,5	7,1	3,5
COM	72,4	19,5	57,0	12,5
LAR	101,7	25,0	73,2	16,0
Agrupadas 5 em 5				
MF	6942,5	1876,0	4128,6	1292,7
NF	31,0	9,5	17,7	4,6
COM	69,3	38,0	57,0	6,8
LAR	93,9	48,7	73,2	9,1
Total				
MF	11088,0	4569,5	8257,3	1445,3
NF	52,5	19,5	35,3	6,0
COM	67,1	44,0	57,0	5,3
LAR	88,1	59,0	73,2	7,3

MF - Massa de frutos (g planta^{-1}); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); DP - Desvio padrão.

Apêndice E - Estatísticas descritivas para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado em túnel plástico no outono-inverno

Variável	Estatística			
	Máximo	Mínimo	Média	DP
Individuais				
MF	3712,0	0,0	878,0	732,1
NF	12,0	0,0	2,9	2,6
COM	79,0	0,0	62,9	20,1
LAR	118,0	0,0	80,9	26,5
Agrupadas 2 em 2				
MF	4833,5	0,0	1756,0	1215,9
NF	18,0	0,0	5,9	4,3
COM	75,4	0,0	62,9	15,3
LAR	111,7	0,0	80,9	20,2
Agrupadas 3 em 3				
MF	5087,0	0,0	2634,0	1429,0
NF	19,0	0,0	8,8	5,4
COM	75,2	0,0	62,9	16,1
LAR	109,6	0,0	80,9	21,4
Total				
MF	7255,5	3301,0	5268,0	1106,6
NF	25,5	10,5	17,6	3,6
COM	72,6	32,6	62,9	11,1
LAR	97,5	40,7	80,9	15,0

MF - Massa de frutos (g planta^{-1}); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); DP - Desvio padrão.

Apêndice F - Mapas da estimativa do erro experimental das variáveis produtivas de tomateiro para o agrupamento total de colheitas conforme a casualização do experimento

Massa de frutos								
Primavera-Verão em Túnel			Primavera-Verão em Campo			Outono-Inverno em Túnel		
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
-	-	-	-	+	+	+	-	-
-	-	-	+	-	-	-	+	-
-	-	+	+	+	-	+	-	+
-	+	+	-	+	+	+	+	+
+	+	-	-	+	-	-	-	-
+	+	+	-	+	-	+	-	+
+	+	-	-	+	+	-	-	+
-	+	-	+	-	+	-	+	+
+	-	+	-	+	+	+	+	+
+	-	-	+	+	-	-	+	-
+	+	-	+	-	+	-	-	-
+	-	+	+	-	+	+	+	+

Número de Frutos								
Primavera-Verão em Túnel			Primavera-Verão em Campo			Outono-Inverno em Túnel		
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
-	+	-	+	+	+	-	-	+
-	-	+	+	-	-	+	-	-
-	-	-	+	+	-	+	-	-
-	-	-	-	+	+	-	-	-
+	-	-	-	-	+	+	+	+
+	+	+	-	+	-	+	+	+
-	+	-	-	+	-	-	-	+
-	+	+	+	+	-	+	+	-
+	-	+	-	-	+	-	+	-
+	-	+	+	+	-	-	+	-
-	+	-	-	-	+	-	+	+
+	-	+	+	-	+	-	+	-

Apêndice G - Mapas da estimativa do erro experimental das variáveis morfológicas de tomateiro para o agrupamento total de colheitas conforme a casualização do experimento

Comprimento de frutos								
Primavera-Verão em Túnel			Primavera-Verão em Campo			Outono-Inverno em Túnel		
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
-	-	-	-	-	-	-	-	+
-	+	-	+	-	-	+	-	+
-	+	-	+	+	+	+	-	+
-	+	+	+	-	+	-	+	-
+	-	+	+	+	+	-	+	+
+	-	+	-	+	-	-	+	+
-	-	+	-	+	+	+	+	+
+	+	+	-	-	+	+	+	-
-	+	+	-	+	-	+	-	+
+	+	-	+	+	+	-	-	-
-	+	-	+	+	+	+	+	-
+	-	+	-	-	-	-	+	+

Largura de frutos								
Primavera-Verão em Túnel			Primavera-Verão em Campo			Outono-Inverno em Túnel		
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
-	-	+	-	-	-	-	-	+
-	+	-	+	-	-	-	-	+
-	+	-	+	-	+	+	-	+
-	+	+	+	+	+	-	+	-
+	-	+	+	+	+	-	+	-
+	-	+	-	-	-	-	+	-
-	-	+	-	+	+	+	+	+
+	+	+	-	-	+	+	+	-
-	+	+	-	+	-	+	-	+
+	+	-	+	+	+	-	-	-
-	+	-	-	+	-	+	+	-
-	-	+	-	-	-	-	+	+

Apêndice H - Resumo da análise de variância para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus® na primavera-verão

Primavera-Verão em Túnel					
Fonte de variação	GL	Variáveis			
		MF	NF	COM	LAR
Bloco	2	19899355,40*	101,26 ^{ns}	48,97 ^{ns}	49,57 ^{ns}
A	1	451484,09 ^{ns}	2,04 ^{ns}	16,78 ^{ns}	28,34 ^{ns}
D	3	3023402,51 ^{ns}	24,25 ^{ns}	5,92 ^{ns}	11,99 ^{ns}
A x D	3	4513875,66 ^{ns}	44,57 ^{ns}	53,87 ^{ns}	47,82 ^{ns}
X1	1	19904,50 ^{ns}	41,17 ^{ns}	23,67 ^{ns}	87,89 ^{ns}
X2	1	3501099,01 ^{ns}	2,72 ^{ns}	25,13 ^{ns}	8,69 ^{ns}
X3	1	18306813,38*	160,17 ^{ns}	27,61 ^{ns}	1,59 ^{ns}
Ad x Fa	1	62554,79 ^{ns}	62,35 ^{ns}	0,54 ^{ns}	3,19 ^{ns}
Scheffé	1	54878,57 ^{ns}	84,11 ^{ns}	16,72 ^{ns}	59,57 ^{ns}
Erro	20	3785224,66	44,79	37,54	44,68
Média		9250,16	42,90	58,53	73,58
CV (%)		21,03	15,60	10,47	9,02

Primavera-Verão em Campo					
Fonte de variação	GL	Variáveis			
		MF	NF	COM	LAR
Bloco	2	319813,40 ^{ns}	21,67 ^{ns}	21,40 ^{ns}	1,82 ^{ns}
A	1	105868,17 ^{ns}	33,84 ^{ns}	0,82 ^{ns}	23,23 ^{ns}
D	3	1112050,86 ^{ns}	21,79 ^{ns}	21,55 ^{ns}	18,10 ^{ns}
A x D	3	3946522,53 ^{ns}	75,32 ^{ns}	37,79 ^{ns}	95,74 ^{ns}
X1	1	6298845,06 ^{ns}	18,78 ^{ns}	45,41 ^{ns}	29,25 ^{ns}
X2	1	576738,00 ^{ns}	26,89 ^{ns}	3,02 ^{ns}	2,97 ^{ns}
X3	1	2013762,67 ^{ns}	80,67 ^{ns}	4,15 ^{ns}	31,51 ^{ns}
Ad x Fa	1	484620,13 ^{ns}	25,09 ^{ns}	69,46 ^{ns}	165,89 ^{ns}
Scheffé	1	3893977,51 ^{ns}	3,18 ^{ns}	93,10 ^{ns}	107,83 ^{ns}
Erro	20	1904587,95	33,64	31,59	62,53
Média		8257,29	35,32	57,00	73,17
CV (%)		16,71	16,42	9,86	10,81

GL - Graus de liberdade; MF - Massa de frutos (g planta⁻¹); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); X1 - Testemunha adicional (TA) sem Acrescent Solus® vs. TA com Acrescent Solus®; X2 - TA com Acrescent Solus® mais adubo em cobertura vs. TA com Acrescent Solus® e sem adubo em cobertura; X3 - TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® em todas as colheitas; Ad x Fa - Testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais; Scheffé - Sem Acrescent Solus® vs. com Acrescent Solus®; CV(%) - Coeficiente de variação.

Apêndice I - Resumo da análise de variância para variáveis produtivas e morfológicas de tomateiro cultivado com Acrescent Solus® no outono-inverno

Outono-Inverno em Túnel					
Fonte de variação	GL	Variáveis			
		MF	NF	COM	LAR
Bloco	2	645479,86 ^{ns}	0,17 ^{ns}	7,13 ^{ns}	53,24 ^{ns}
A	1	307247,51 ^{ns}	3,76 ^{ns}	346,26 ^{ns}	984,83 ^{ns}
D	3	2366386,37*	16,95 ^{ns}	243,27*	359,85 ^{ns}
A x D	3	1843267,93 ^{ns}	23,29 ^{ns}	307,68 ^{ns}	553,45*
X1	1	40362,82 ^{ns}	0,56 ^{ns}	174,81 ^{ns}	473,14 ^{ns}
X2	1	3066,23 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,89 ^{ns}	35,73 ^{ns}
X3	1	435280,37 ^{ns}	24,00 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,41 ^{ns}
Ad X Fa	1	4701895,12 ^{ns}	27,50 ^{ns}	32,59 ^{ns}	41,71 ^{ns}
Scheffé	1	4927,69 ^{ns}	19,33 ^{ns}	-63,18 ^{ns}	-112,24 ^{ns}
Erro	20	1140346,05	13,92	99,60	166,33
Média		5268,03	17,56	62,86	80,91
CV (%)		20,27	21,26	15,88	15,94

GL - Graus de liberdade; MF - Massa de frutos (g planta⁻¹); NF - Número de frutos; COM - Comprimento de frutos (mm); LAR - Largura de frutos (mm); X1 - Testemunha adicional (TA) sem Acrescent Solus® vs. TA com Acrescent Solus®; X2 - TA com Acrescent Solus® mais adubo em cobertura vs. TA com Acrescent Solus® e sem adubo em cobertura; X3 - TA 50 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha⁻¹ de Acrescent Solus® em todas as colheitas; Ad x Fa - Testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais; Scheffé - Sem Acrescent Solus® vs. com Acrescent Solus®; CV(%) - Coeficiente de variação.

Apêndice J - Teste de Friedman para variáveis de qualidade de frutos de tomateiro cultivado com Acrescent Solus®

Primavera-Verão em Túnel					
Teste	Variáveis				
	NF AB	NF DEF	NF LA	NF PA	NF RR
Friedman	13,05	10,40	10,36	18,55	18,00
P valor (p)	0,29 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Primavera-Verão em Campo					
Friedman	11,56	6,94	10,56	12,94	14,08
P valor (p)	0,40 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Outono-Inverno em Túnel					
Friedman	4,97	10,38	14,82	4,65	3,53
P valor (p)	0,93 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,98 ^{ns}

NF AB – Número de frutos atacados por brocas; NF DEF – Número de frutos deformados; NF LA – Número de frutos com lóculo aberto; NF PA – Número de frutos com podridão apical; NF RR – Número de frutos com rachadura radial. ^{ns} – não significativo a 5% de probabilidade.