MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CONSELHO SUPERIOR

RESOLUÇÃO DO CONSELHO SUPERIOR Nº 18/2019,
DE 1 DE JULHO DE 2019

ANEXO III – Relatório Individual de Trabalho

Nome: Waylson Zancanella Quartezani	Matrícula Siape: 1043459
Classe / Nível: DIII-02	
Lotação: Diretoria de Pesquisa. Pós-graduação e Extensão/Ifes – campus Montanha	
Período de avaliação: 2020/1	

Justificativa de cumprimento

1 - ATIVIDADE DE ENSINO

1.2 - Disciplinas Ministradas

a) 8 aulas de ***Produção Vegetal III*** para as turmas de 3º ano do curso Técnico em Agropecuária integrado ao ensino médio.

b) 4 aulas de ***Seminário Integrador IV*** para o 4° período do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

2- ATIVIDADE DE APOIO AO ENSINO

2.1 - Orientação de monografia de fim de curso

4 Orientações concluídas de monografia (TCC) do curso Superior de tecnologia em Gestão Ambiental:

a) Wislânia de Souza Albani. Caracterização do manejo de irrigação para o café conilon na sub-bacia hidrográfica do córrego do limoeiro, Montanha-ES.

b) Rayra Vieira Silva Peruchi e Roberta de Castro Maurício Alves. Arborização urbana no município de Montanha-ES.

c) Rayanne Laura Farias Firme. Cromatografia de pfeiffer em comparação com a análise química na qualidade do solo nas culturas de café e pimenta do reino.

d) Geani Gonçalves Ramalho, Danilo Henrique e Lilia Da Silva Reis. Resíduo do coco como condicionante físico do solo no cultivo agrícola.

2.10 - Orientação de alunos bolsistas/voluntários de iniciação pesquisa e/ou extensão

a) Pedro Henrique Monte Pereira. Fertilidade e nutrição do cafeeiro robusta cultivado com proteção solar e irrigação subsuperficial – PIBiC – Jr (2019-2020)

b) Mateus Almeida Galvão. Fitossanidade do cafeeiro robusta cultivado com proteção solar e irrigação subsuperficial – PIBiC – Jr (2019-2020)

c) Lucas Nolasco Ardisson. Sazonalidade e distribuição de componentes climáticos na fenologia do cafeeiro cultivado com irrigação subsuperficial e proteção solar – PIBiC – Jr (2019-2020)

d) Maria Eduarda de Alcântara Neves. Combinação de proteção solar e irrigação subsuperficial nos teores de pigmentos e metabólitos secundários em diferentes genótipos de cafeeiros robusta – PIBiC (2019-2020)

e) Gabriel Sossai Pancieri. Desempenho morfoagronômico de diferentes genótipos de cafeeiro, cultivados em campo com proteção solar e irrigação subsuperficial – PIBiC (2019-2020)

2.15 - Participação em Comissões e Conselhos ligados ao ensino

a) Membro do Núcleo Docente Estruturante do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFES Campus Montanha (PORTARIA Nº 262, DE 7 DE AGOSTO DE 2019).

2.16 - Participação como membro efetivo de banca examinadora de dissertação de mestrado

a) Participação em banca de Lucas Alves Rodrigues. O uso do vinhoto associado ao lodo de curtume líquido via adubação foliar na produção de mudas de café conilon. 2020. Dissertação (Mestrado em Agroecologia)

2.20 - Cumprimento dos prazos estabelecidos para atividades didático-pedagógicas
[X] 75% a 100% [ ] 50 a 74% [ ] menor que 50%

2.21 - <u>Atendimento e participação em reuniões de cunho pedagógico/administrativo -</u>
[**X**] 75% a 100% [ ] 50 a 74% [ ] menor que 50%

3 - ATIVIDADES DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

3.2 - Coordenação de projetos de pesquisa com captação de recursos do Ifes

a) Irrigação por gotejamento subsuperficial e sombreamento com nanoparticulado em genótipos de cafeeiros "Robusta" – PJ00005095 (Editais 04/2019 - Pibic-Jr e 02/2019 – Pibic)

3.4 - Participação em projetos de pesquisa com captação de recursos do Ifes

a) Determinação de níveis de infecção por nematoides no café conilon por meio de imagens de veículo aéreo não tripulado (vant)' - PJ00005228

b) Avaliação da produção de rosas submetidas a diferentes fontes de fertilizantes orgânicos - 'PJ00005199

c) Efeito de nanopartículas de cálcio como protetor solar na produção de banana da terra' - PJ00005195

d) Avaliação de um sistema de aquaponia consorciando tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) de diferentes idades com diferentes cultivares de alface (*Lactuca sativa*) - 'PJ00005320

3.6 - Capítulo de livro:

a) CRESCIMENTO E FISIOLOGIA DE MUDAS DE BERINJELA PRODUZIDO EM RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DE COMPOSTAGEM no Livro: *Ciências Agrárias: Conhecimentos Científicos e Técnicos e Difusão de Tecnologias*

3.9 - Artigo em periódico indexado internacional padrão Capes

3.9.3 - Qualis B1

a) Propagation of coffee conilon-Vitória-in conventional and alternative substrates. Revista: **COFFEE SCIENCE**, v. 15, p. 1-9, 2020.

3.9.4 - Qualis B2

a) Impacto das projeções de mudanças climáticas globais do IPCC no zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar na América do Sul. Revsita: **Brazilian Journal of Development,** v. 6, p. .28410--28427, 2020.

b) Performance Evaluation of Global Climate Models (MCGs) from the IPCC-AR4, in climatic data simulation of air temperature and pluviometric precipitation for South America. Revsita: **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 31241-31260, 2020.

5- ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

5.1- Atividades de desempenho gerencial

5.1.2 - Assistência e fiscalização de contratos e prestação de serviços específicos

a) Comissão de Recebimento Definitivo do Contrato nº 06/2018, cujo objeto é a contratação de

*empresa especializada, por meio do Regime Diferenciado de Contratação Públicas – RCD, para execução da obra da primeira etapa do ginásio poliesportivo (*PORTARIA Nº 129, DE 17 DE AGOSTO DE 2020).

5.1.3 - Representação no CEPE e em Conselhos vinculados ao Ifes

*a) Membro do Conselho de Gestão do Ifes campus Montanha (*PORTARIA Nº 287, DE 27 DE AGOSTO DE 2019).

5.1.6 - Participação como membro de colegiados didáticos

a) Membro Titular do Colegiado do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental (PORTARIA Nº 249, DE 15 DE JULHO DE 2019).

5.2 – Cargo / Função

5.2.3 - Diretores de Campi

*a) Diretor Geral substituto (*PORTARIA Nº 21, DE 30 DE JANEIRO DE 2020).

b) Substituto eventual *pro tempore* do Diretor Geral (PORTARIA Nº 66, DE 30 DE MARÇO DE 2020).

5.2.4 - Cargos de CD

*a) Diretor de Pesquisa, Pós graduação e Extensão do Ifes campus Montanha (*PORTARIA Nº 1281, DE 5 DE JUNHO DE 2017)

6 – OUTROS

a) Representante do Ifes – campus Montanha como titular no Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável.

b) Representante do Ifes – campus Montanha como suplente no Conselho Municipal de Meio Ambiente(Sociedade Civil).

Data:

_____

Assinatura Docente

_____

Assinatura do Coordenador

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS MONTANHA

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que **Waylson Zancanella Quartezani**, Matrícula Siape nº **1043459**, ministrou em 2020/1**,** para o Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, a disciplina de Produção Vegetal com a carga horária de 08 aulas semanais.

Montanha – ES, 23 de novembro de 2020.

MAURICIO VALENTIN JUNIOR

Assinado de forma digital por MAURICIO VALENTIN JUNIOR
Dados: 2020.11.23 09:03:10 -03'00'

Maurício Valentin Júnior
Coordenadoria de Gestão Pedagógica
Ifes campus Montanha

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MON - COORDENADORIA GERAL DE ENSINO

DECLARAÇÃO Nº 5916/2020 - MON-CGEN (11.02.27.01.08.02)

Nº do Protocolo: 23545.000850/2020-33

Montanha-ES, 12 de novembro de 2020.

Declaro para os devidos fins que o servidor Waylson Zancanella Quartezani, siape nº 1043459, lecionou no semestre 2020/1, para o curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, a disciplina de Seminário Integrador IV**,** com carga horária de 4 **horas semanais.**

(Assinado digitalmente em 12/11/2020 17:01)
HELIO ROBERTO ALMEIDA DE OLIVEIRA
COORDENADOR GERAL - TITULAR
CHEFE DE UNIDADE
MON-CGEN (11.02.27.01.08.02)
Matrícula: 1902919

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp informando seu número: **5916**, ano: **2020**, tipo: **DECLARAÇÃO**, data de emissão: **12/11/2020** e o código de verificação: **1b50bf10ff**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

DECLARAÇÃO nº 5981/2020-MON-CCTA
Protocolo nº 23545.000873/2020-91

Montanha-ES, 16 de novembro de 2020

Declaro para os devidos fins que **Waylson Zancanella Quartezani SIAPE n°1043459** atuou como orientador do trabalho de conclusão de curso intitulado **CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA O CAFÉ CONILON NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO LIMOEIRO, MONTANHA-ES**, da aluna **Wislânia de Souza Albani**, do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, nos semestres 2019/2 e 2020/1.

(Assinado digitalmente em 16/11/2020 17:35)
TALITA APARECIDA PLETSCH
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
MON-CCTA (11.02.27.01.08.02.04)
Matrícula: 2410365

Para verificar a autenticidade deste documento entre em **https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp** informando seu número: **5981**, ano: **2020**, tipo: **DECLARAÇÃO**, data de emissão: **16/11/2020** e o código de verificação: **5b7c160ec7**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

DECLARAÇÃO nº 5982/2020-MON-CCTA

Protocolo nº 23545.000874/2020-64

Montanha-ES, 16 de novembro de 2020

Declaro para os devidos fins que **Waylson Zancanella Quartezani SIAPE n°1043459** atuou como orientador do trabalho de conclusão de curso intitulado **ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE MONTANHA-ES** , das alunas **Rayra Vieira Silva Peruchi** e **Roberta de Castro Maurício Alves**, do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, nos semestres 2019/2 e 2020/1.

(Assinado digitalmente em 16/11/2020 17:40)

TALITA APARECIDA PLETSCH

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

MON-CCTA (11.02.27.01.08.02.04)

Matrícula: 2410365

Para verificar a autenticidade deste documento entre em **https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp** informando seu número: **5982**, ano: **2020**, tipo: **DECLARAÇÃO**, data de emissão: **16/11/2020** e o código de verificação: **04c543376c**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

DECLARAÇÃO nº 5983/2020-MON-CCTA
Protocolo nº 23545.000875/2020-37

Montanha-ES, 16 de novembro de 2020

Declaro para os devidos fins que **Waylson Zancanella Quartezani SIAPE n°1043459** atuou como orientador do trabalho de conclusão de curso intitulado **CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER EM COMPARAÇÃO COM A ANÁLISE QUÍMICA NA QUALIDADE DO SOLO NAS CULTURAS DE CAFÉ E PIMENTA DO REINO**, da aluna **Rayanne Laura Farias Firme** , do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, nos semestres 2019/2 e 2020/1.

(Assinado digitalmente em 16/11/2020 17:42)
TALITA APARECIDA PLETSCH
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
MON-CCTA (11.02.27.01.08.02.04)
Matrícula: 2410365

Para verificar a autenticidade deste documento entre em **https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp** informando seu número: **5983**, ano: **2020**, tipo: **DECLARAÇÃO**, data de emissão: **16/11/2020** e o código de verificação: **ba925b2463**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

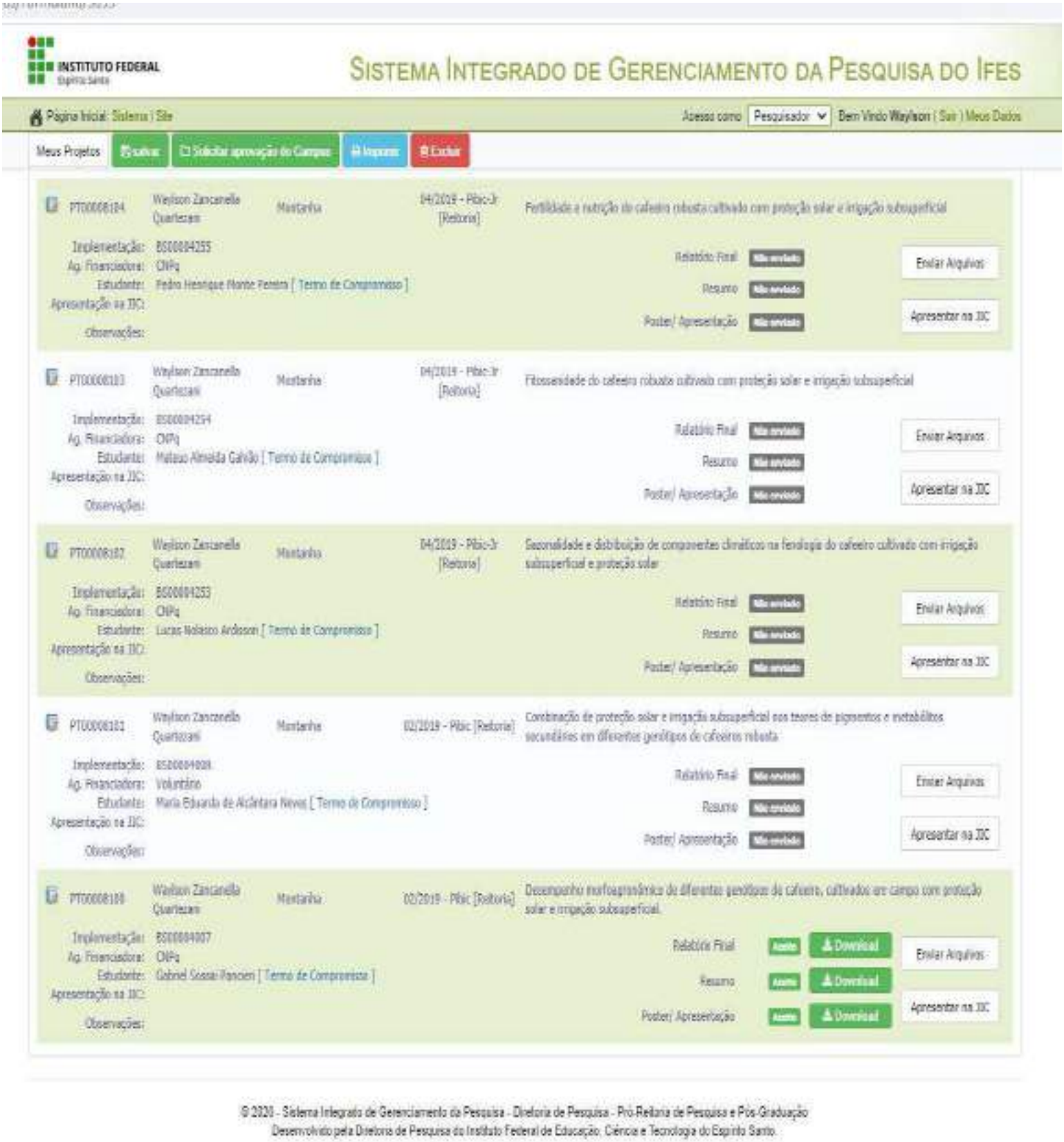
DECLARAÇÃO nº 5980/2020-MON-CCTA
Protocolo nº 23545.000872/2020-21

Montanha-ES, 16 de novembro de 2020

Declaro para os devidos fins que **Waylson Zancanella Quartezani SIAPE n°1043459** atuou como coorientador do trabalho de conclusão de curso intitulado **RESÍDUO DO COCO COMO CONDICIONANTE FÍSICO DO SOLO NO CULTIVO AGRÍCOLA**, dos alunos **Geani Gonçalves Ramalho, Danilo Henrique, Lilia da Silva Reis**, do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, nos semestres 2019/2 e 2020/1.

(Assinado digitalmente em 16/11/2020 17:33)
TALITA APARECIDA PLETSCH
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
MON-CCTA (11.02.27.01.08.02.04)
Matrícula: 2410365

Para verificar a autenticidade deste documento entre em **https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp** informando seu número: **5980**, ano: **2020**, tipo: **DECLARAÇÃO**, data de emissão: **16/11/2020** e o código de verificação: **eec2a4b246**


INSTITUTO FEDERAL
Espírito Santo
SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DA PESQUISA DO IFES
Página Inicial: Sistema | Site
Acesso como: Pesquisador
Bem Vindo Waylson (Sair) Meus Dados
Meus Projetos
Salvar
Solicitar aprovação do Campus
Imprimir
Excluir
PTI00008184
Waylson Zancanella Quartezani
Montanha
04/2019 - Pibic-Jr [Reitoria]
Fertilidade e nutrição do cafeeiro robusta cultivado com proteção solar e irrigação subsuperficial
Implementação: BI00004255
Ag. Financiadora: CNPq
Estudante: Pedro Henrique Monte Ferreira [Termo de Compromisso]
Apresentação na JIC:
Observações:
Relatório Final
Resumo
Poster/ Apresentação
Não enviado
Enviar Arquivos
Apresentar na JIC
PTI00008183
Waylson Zancanella Quartezani
Montanha
04/2019 - Pibic-Jr [Reitoria]
Fitossanidade do cafeeiro robusta cultivado com proteção solar e irrigação subsuperficial
Implementação: BI00004254
Ag. Financiadora: CNPq
Estudante: Mateus Almeida Galvão [Termo de Compromisso]
Apresentação na JIC:
Observações:
Relatório Final
Resumo
Poster/ Apresentação
Não enviado
Enviar Arquivos
Apresentar na JIC
PTI00008182
Waylson Zancanella Quartezani
Montanha
04/2019 - Pibic-Jr [Reitoria]
Sazonalidade e distribuição de componentes climáticos na fenologia do cafeeiro cultivado com irrigação subsuperficial e proteção solar
Implementação: BI00004253
Ag. Financiadora: CNPq
Estudante: Lucas Nokaico Ardisson [Termo de Compromisso]
Apresentação na JIC:
Observações:
Relatório Final
Resumo
Poster/ Apresentação
Não enviado
Enviar Arquivos
Apresentar na JIC
PTI00008181
Waylson Zancanella Quartezani
Montanha
02/2019 - Pibic [Reitoria]
Combinação de proteção solar e irrigação subsuperficial nos teores de pigmentos e estabilitos secundários em diferentes genótipos de cafeeiros robusta
Implementação: BI00004009
Ag. Financiadora: Voluntário
Estudante: Maria Eduarda de Alcântara Neves [Termo de Compromisso]
Apresentação na JIC:
Observações:
Relatório Final
Resumo
Poster/ Apresentação
Não enviado
Enviar Arquivos
Apresentar na JIC
PTI00008180
Waylson Zancanella Quartezani
Montanha
02/2019 - Pibic [Reitoria]
Decomposição morfogenômica de diferentes genótipos de cafeeiro, cultivados em campo com proteção solar e irrigação subsuperficial.
Implementação: BI00004007
Ag. Financiadora: CNPq
Estudante: Gabriel Sossai Pancieri [Termo de Compromisso]
Apresentação na JIC:
Observações:
Relatório Final
Resumo
Poster/ Apresentação
Aceito
Download
Enviar Arquivos
Apresentar na JIC
© 2020 - Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa - Diretoria de Pesquisa - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Desenvolvido pela Diretoria de Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

LUCAS ALVES RODRIGUES

O USO DO VINHOTO ASSOCIADO AO LODO DE CURTUME LÍQUIDO VIA ADUBAÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação Stricto sensu em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em 09 de março de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Sávio da Silva Berilli
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

Profª. Drª. Ana Paula Candido Gabriel Berilli
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro 1

Prof. Dr. Waylson Zanganella Quartezani
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro 2

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS MONTANHA

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que **Waylson Zancanella Quartezani**, Matrícula Siape nº **1043459**, cumpriu em 2020/1 de 75% a 100% das atividades didático-pedagógicas.

Montanha – ES, 17 de novembro de 2020.

MAURICIO VALENTIN JUNIOR

Assinado de forma digital por MAURICIO VALENTIN JUNIOR
Dados: 2020.11.17 15:16:38 -03'00'

Maurício Valentin Júnior
Coordenadoria de Gestão Pedagógica
Ifes campus Montanha

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS MONTANHA

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **Waylson Zancanella Quartezani**, Matrícula Siape nº **1043459**, atendeu em 2020/1 de 75% a 100% aos chamados de reuniões de cunho pedagógico/administrativo.

Montanha – ES, 17 de novembro de 2020.

MAURICIO VALENTIN JUNIOR

Assinado de forma digital por MAURICIO VALENTIN JUNIOR
Dados: 2020.11.17 15:15:28 -03'00'

Maurício Valentin Júnior
Coordenadoria de Gestão Pedagógica
Ifes campus Montanha

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES
27 3357-7500

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) pesquisador(a) Waylson Zancanella Quartezani, está desenvolvendo o projeto de pesquisa 'PJ00005095 - Irrigação por gotejamento subsuperficial e sombreamento com nanoparticulado em genótipos de cafeeiros Robusta', no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, com previsão de execução no período de 01/08/2019 a 31/07/2022, e que o referido projeto se encontra devidamente cadastrado junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa do Ifes (SIGPESq).

Vitória – ES, 22 de novembro de 2020.

Waylson Zancanella Quartezani
Diretor de Pesquisa
Campus Montanha

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES
27 3357-7500

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) pesquisador(a) Waylson Zancanella Quartezani, está desenvolvendo o projeto de pesquisa 'PJ00005228 - DETERMINAÇÃO DE NÍVEIS DE INFECÇÃO POR NEMATOIDES NO CAFÉ CONILON POR MEIO DE IMAGENS DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)', no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, com previsão de execução no período de 01/08/2019 a 31/07/2020, e que o referido projeto se encontra devidamente cadastrado junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa do Ifes (SIGPESq).

Vitória – ES, 23 de novembro de 2020.

Larissa Haddad Souza Vieira
Diretor de Pesquisa
Campus Itapina

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES

27 3357-7500

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) pesquisador(a) Waylson Zancanella Quartezani, está desenvolvendo o projeto de pesquisa 'PJ00005199 - Avaliação da produção de rosas submetidas a diferentes fontes de fertilizantes orgânicos ', no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, com previsão de execução no período de 01/08/2019 a 31/07/2020, e que o referido projeto se encontra devidamente cadastrado junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa do Ifes (SIGPESq).

Vitória – ES, 23 de novembro de 2020.

Larissa Haddad Souza Vieira
Diretor de Pesquisa
Campus Itapina

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES
27 3357-7500

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) pesquisador(a) Waylson Zancanella Quartezani, está desenvolvendo o projeto de pesquisa 'PJ00005195 - Efeito de nanopartículas de cálcio como protetor solar na produção de banana da terra', no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, com previsão de execução no período de 01/08/2019 a 31/07/2020, e que o referido projeto se encontra devidamente cadastrado junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa do Ifes (SIGPESq).

Vitória – ES, 23 de novembro de 2020.

Larissa Haddad Souza Vieira
Diretor de Pesquisa
Campus Itapina

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES
27 3357-7500

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) pesquisador(a) Waylson Zancanella Quartezani, está desenvolvendo o projeto de pesquisa 'PJ00005320 - AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUAPONIA CONSORCIANDO TILÁPIA NILÓTICA (Oreochromis niloticus) DE DIFERENTES IDADES COM DIFERENTES CULTIVARES DE ALFACE (Lactuca sativa) ', no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, com previsão de execução no período de 01/08/2019 a 31/07/2020, e que o referido projeto se encontra devidamente cadastrado junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento da Pesquisa do Ifes (SIGPESq).

Vitória – ES, 22 de novembro de 2020.

Waylson Zancanella Quartezani
Diretor de Pesquisa
Campus Montanha

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA
(ORGANIZADORES)

Atena Editora
Ano 2020

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA
(ORGANIZADORES)

Atena Editora
Ano 2020

2020 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais. Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Bibliotecário
Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde
Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Atena Editora
Ano 2020

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico
Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Atena Editora
Ano 2020

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Atena Editora
Ano 2020

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Atena Editora
Ano 2020

Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Paula Sara Teixeira de Oliveira Ramón
Yuri Ferreira Pereira

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

C569 Ciências agrárias [recurso eletrônico] : conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 1 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Paula Sara Teixeira de Oliveira, Ramón Yuri Ferreira Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-193-0
DOI 10.22533/at.ed.930201707

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Paula Sara Teixeira de. III. Pereira, Ramón Yuri Ferreira.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.b

Ano 2020

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

APRESENTAÇÃO

A evolução das práticas realizadas nas atividades agrícolas para cultivo de alimentos e criação de animais, potencializadas por inovações tecnológicas, bem como o uso mais consciente dos recursos naturais utilizados para tais fins, devem-se principalmente a disponibilização de conhecimentos científicos e técnicos. Em geral os avanços obtidos no campo científico têm ao fundo um senso comum, que embora distintos, estão ligados.

As investigações cientificas proporcionam a formação de técnicas assertivas com comprovação experimental, mas podem ser mutáveis, uma vez que jamais se tomam como verdade absoluta e sempre há possibilidade de que um conhecimento conduza a outro, através da divulgação destes, garante-se que possam ser discutidos.

Ademais, a descoberta de conhecimentos técnicos e científicos estimulam o desenvolvimento do setor agrário, pois promove a modernização do setor agrícola e facilita as atividades do campo, otimizando assim as etapas da cadeia produtiva. A difusão desses novos saberes torna-se crucial para a sobrevivência do homem no mundo, uma vez que o setor agrário sofre constante pressão social e governamental para produzir alimentos que atendam a demanda populacional, e simultaneamente, proporcionando o mínimo de interferência na natureza.

Desse modo, faz-se necessário a realização de pesquisas técnico-científicas, e sua posterior difusão, para que a demanda por alimentos possa ser atendida com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Pensando nisso, a presente obra traz diversos trabalhos que contribuem na construção de conhecimentos técnicos e científicos que promovem o desenvolvimento das ciências agrárias, o que possibilita ao setor agrícola atender as exigências sociais e governamentais sobre a produção de alimentos. Boa leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Ramón Yuri Ferreira Pereira
Paula Sara Teixeira de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ALTERNATIVAS DE CONTROLE DE VERMINOSE EM OVINOS

Talita Santos Moureira
Luciana Carvalho Santos
Evily Beatriz Santos Carvalho
Marcos Alan Magalhães Novais
Alexander Alves Pavan

DOI 10.22533/at.ed.9302017071

CAPÍTULO 2 7

ANÁLISE SENSORIAL DE IOGURTES DA COOPERATIVA AGROPECUÁRIA DO SALGADO PARAENSE: UMA ALTERNATIVA DE COMERCIALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, ESTADO DO PARÁ

Cleidson Barbosa Favacho
Leandro Jose de Oliveira Mindelo
Robson da Silveira Espíndola
Bruno Santiago Glins
Dehon Ricardo Pereira da Silva
Tatiana Cardoso Gomes
Wagner Luiz Nascimento do Nascimento
Suely Cristina Gomes de Lima
Pedro Danilo de Oliveira
Everaldo Raiol da Silva
Tânya Sulamytha Bezerra
Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

DOI 10.22533/at.ed.9302017072

CAPÍTULO 3 20

ARMAZENAMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA: UMA REVISÃO

Luísa Oliveira Pereira
Maria Fernanda Dourado Martins
Isabele Pereira de Sousa
Paula Aparecida Muniz de Lima
Carlos Eduardo Pereira
Khétrin Silva Maciel

DOI 10.22533/at.ed.9302017073

CAPÍTULO 4 29

ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS NO MUNICÍPIO DE URUÇUÍ-PI

Miguel Antonio Rodrigues
Fabiano de Oliveira Silva
Paulo Gustavo do Nascimento Barros
Tyago Henrique Alves Saraiva Cipriano
Anne Karoline de Jesus Ribeiro
Kaio de Sá Araújo
Dayonne Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.9302017074

CAPÍTULO 5 42

AVES SILVESTRES DA CAATINGA: FATOS E PERSPECTIVAS

Ismaela Maria Ferreira de Melo
Anthony Marcos Gomes dos Santos

Ana Claúdia Carvalho de Sousa
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Valéria Wanderley Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.9302017075

CAPÍTULO 6 47

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA BETERRABA EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÀGUA SALINA E BIOFERTILIZANTE

Ednardo Gabriel de Sousa
Ana Carolina Bezerra
Valéria Fernandes de Oliveira Sousa
Adjair José da Silva
Márcia Paloma da Silva Leal
Jackson Silva Nóbrega
Álvaro Carlos Gonçalves Neto
Thiago Jardelino Dias

DOI 10.22533/at.ed.9302017076

CAPÍTULO 7 61

CORRETIVOS DE SOLO NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E NO ENRAIZAMENTO DO CAPIM MARANDU

Rafael Henrique Minelli
Fernanda de Fátima da Silva Devechio

DOI 10.22533/at.ed.9302017077

CAPÍTULO 8 75

CRESCIMENTO E FISIOLOGIA DE MUDAS DE BERINJELA PRODUZIDO EM RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DE COMPOSTAGEM

Chayenne Bittencourt Caus
Ana Paula Cândido Gabriel Berilli
Ramon Amaro de Sales
Sávio da Silva Berilli
Leonardo Raasch Hell
Douglas da Cruz Geckel
Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco
Ramon Müller
Robson Ferreira de Almeida
Diego Pereira do Couto
Waylson Zancanella Quartezani
Carolina Maria Palácios de Souza

DOI 10.22533/at.ed.9302017078

CAPÍTULO 9 84

EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO DE SEMENTE DE MILHO COM *Trichoderma* COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO VEGETAL

Osvaldo José Ferreira Junior
Thomas Adair Gonçalves Lucio Batista
Rodrigo Silva de Oliveira
Albert Lennon Lima Martins
Manuella Costa Souza
Hollavo Mendes Brandão
Adilon Martins Rocha
Gabriel Soares Nóbrega
Lillian França Borges Chagas
Aloisio Freitas Chagas Junior

DOI 10.22533/at.ed.9302017079

CAPÍTULO 10 96

INTERLOCUÇÃO ENTRE OS CONHECIMENTOS CIENTÍFICO E EMPÍRICO SOBRE PALMA FORRAGEIRA EM UMA COMUNIDADE RURAL

Priscila Izidro de Figueirêdo
Fabrina de Sousa Luna
José Lopes Viana Neto
Francinilda de Araújo Pereira
Maria Letícia Rodrigues Gomes
Francisco Israel Amâncio Frutuoso
Janiele Santos de Araújo
Flaviana Gomes da Silva
Italo Marcos de Vasconcelos Morais
Jaine Santos Amorim
Moema Kelly Nogueira de Sá
Juliana de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.93020170710

CAPÍTULO 11 103

MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS RELACIONADOS AO GRAU DE ESCOLARIDADE DE AGRICULTORES EM MURIAÉ, MINAS GERAIS

Ana Carolina Loreti Silva
João Vitor de Oliveira Pereira
Aline Alves do Nascimento
Mariana Alves Faitanin
Milene Carolina da Silva
Jarbas Cisino Massambe
Patrícia Marques Santos

DOI 10.22533/at.ed.93020170711

CAPÍTULO 12 110

PERCEVEJO BRONZEADO (*Thaumastocoris peregrinus*): SUBSÍDIOS AO MANEJO INTEGRADO EM PLANTIOS DE EUCALIPTO EM MINAS GERAIS

Ivan da Costa Ilhéu Fontan
Marlon Michel Antônio Moreira Neto
Sharlles Christian Moreira Dias

DOI 10.22533/at.ed.93020170712

CAPÍTULO 13 122

PÓS-COLHEITA DE ROSAS POR OBSERVAÇÃO VISUAL

Eliane da Luz Ussenco
Leonita Beatriz Girardi
Janine Farias Menegaes
Fabiola Stockmans De Nardi
Daniela Machado Monteiro
Jackson Vinícius Rodrigues Pereira
Ítalo Girardi Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.93020170713

CAPÍTULO 14 135

POTENCIAL DA PRÓPOLIS VERMELHA E PROBIÓTICOS NA PRODUÇÃO SEGURA DE EMBUTIDOS DE PEIXES

Jéssica Ferreira Mafra
Norma Suely Evangelista-Barreto

DOI 10.22533/at.ed.93020170714

CAPÍTULO 15 148

RESPOSTA FISIOLÓGICA DA BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE CONCENTRAÇÕES DE CO_2 E COMPRIMENTOS DE LUZ

Flávia Barreira Gonçalves
Grazielle Rodrigues Araújo
Nadia da Silva Ramos
Karolinne Silva Borges
Rita de Cássia Moreira Rodrigues
Sara Bezerra Bandeira
Patrícia Pereira da Silva
David Ingsson Oliveira Andrade de Farias
Eduardo Andrea Lemus Erasmo

DOI 10.22533/at.ed.93020170715

CAPÍTULO 16 154

TECNOLOGIAS DE AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS PARA MUDAS DE TAMARINDO

Josiane Souza Salles
Edilson Costa
Alexandre Henrique Freitas de Lima
Flávio Ferreira da Silva Binotti
Jussara Souza Salles
Eduardo Pradi Vendrusculo
Tiago Zoz

DOI 10.22533/at.ed.93020170716

CAPÍTULO 17 167

TRICHODERMA COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM *MYRACRODRUON URUNDEUVA* FR. ALL.

Aloisio Freitas Chagas Junior
Rodrigo Silva de Oliveira
Albert Lennon Lima Martins
Flávia Luane Gomes
Lisandra Lima Luz
Gabriel Soares Nóbrega
Fernanda Pereira Rodrigues Lemos
Brigitte Sthepani Orozco Colonia
Lillian França Borges Chagas

DOI 10.22533/at.ed.93020170717

CAPÍTULO 18 179

UTILIZAÇÃO DO FUNGO DO GÊNERO *PENICILLIUM* EM FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UMA REVISÃO

Laísa Santana Nogueira
Marta Maria Oliveira dos Santos
Gabriel Pereira Monteiro
Polyany Cabral Oliveira
Márcia Soares Gonçalves
Luiz Henrique Sales de Medeiros
Marise Silva de Carvalho
Eliezer Luz do Espírito Santo
Iasnaia Maria de Carvalho Tavares
Julieta Rangel de Oliveira
Marcelo Franco

DOI 10.22533/at.ed.93020170718

CAPÍTULO 19 188

VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CACAU NO ESTADO DA BAHIA

Helane Cristina Aguiar Santos
Thiago Feliph Silva Fernandes
Eduardo Cezar Medeiros Saldanha
Jamison Moura dos Santos
Bianca Cavalcante da Silva
Deiviane de Souza Barral
Laís Barreto Franco
Lucas Guilherme Araújo Soares
William Lee Carrera de Aviz
Ceres Duarte Guedes Cabral de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.93020170719

CAPÍTULO 20 196

VIABILIDADE ECONÔMICA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR BIODIGESTORES UTILIZANDO RESÍDUOS PECUÁRIOS

Melissa Barbosa Fonseca Moraes
Yolanda Vieira de Abreu

DOI 10.22533/at.ed.93020170720

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 214

ÍNDICE REMISSIVO 215

CAPÍTULO 8

CRESCIMENTO E FISIOLOGIA DE MUDAS DE BERINJELA PRODUZIDO EM RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DE COMPOSTAGEM

Data de aceite: 01/07/2020

Chayenne Bittencourt Caus
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Ana Paula Cândido Gabriel Berilli
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Ramon Amaro de Sales
Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais

Sávio da Silva Berilli
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Leonardo Raasch Hell
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Douglas da Cruz Geckel
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Santa Teresa
Santa Teresa, Espírito Santo

Ramon Müller
Multivix - Campus Nova Venécia
Nova Venécia, Espírito Santo

Robson Ferreira de Almeida
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

Diego Pereira do Couto
Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre
Alegre, Espírito Santo

Waylson Zancanella Quartezani
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Montanha
Montanha, Espírito Santo

Carolina Maria Palácios de Souza
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina
Colatina, Espírito Santo

RESUMO: Atualmente, existem muitos substratos comerciais disponíveis no mercado. No entanto, uma pressão crescente voltada para a sustentabilidade na agricultura promove uma linha de utilização de resíduos com potencial agrícola. O uso de resíduos alternativos podem reduz custos de produção e promover uma maior sustentabilidade no processo de produção agrícola. Deste modo, o objetivo deste estudo

foi avaliar substratos alternativos na produção de mudas de berinjela. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com nove repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos utilizados foram: T-Bovino, composto por 50% palha de café + 50% esterco bovino; T-Ovino, composto por 50% palha de café + 50% esterco de ovino; T-Aves, composto por 65% de palha de café + 35% esterco de aves; e o substrato comercial Tropstrato ht hortaliças – vida verde. Aos 40 dias após a semeadura foram avaliadas características de crescimento e fisiológicas, obtidas pelo fluorômetro Multiplex®. O substrato comercial apresentou resultados inferiores nas características de crescimento quando comparado aos substratos alternativos. Houve menores índices de balanço nitrogênio e clorofila nas mudas de berinjela cultivadas em substrato comercial. Podem-se utilizar os substratos alternativos com esterco bovino, esterco de aves e esterco de ovino misturado com palha de café, na produção de mudas de berinjela.
PALAVRAS-CHAVE: *Solanum melongena* L., propagação, nutrição, metabolismo secundário.

GROWTH AND PHYSIOLOGY OF EGGPLANT SEEDLINGS PRODUCED IN ORGANIC WASTE FROM COMPOUNDING

ABSTRACT: Currently, there are many commercial substrates available on the market. However, an increasing pressure towards sustainability in agriculture promotes a line of use of waste with agricultural potential. The use of alternative residues can reduce production costs and promote greater sustainability in the agricultural production process. Thus, the objective of this study was to evaluate alternative substrates in the production of eggplant seedlings. The experimental design was randomized blocks, with nine replications and four treatments. The treatments used were: T-Bovine, composed of 50% coffee straw + 50% bovine manure; T-Sheep, composed of 50% coffee straw + 50% sheep manure; T-Poultry, consisting of 65% coffee straw + 35% poultry manure; and the commercial substrate Tropstrato ht hortaliças - vida verde. At 40 days after sowing, growth and physiological characteristics obtained by the Multiplex® fluorometer were evaluated. The commercial substrate showed lower results in growth characteristics when compared to alternative substrates. There were lower levels of nitrogen and chlorophyll balance in eggplant seedlings grown on commercial substrate. Alternative substrates with bovine manure, poultry manure and sheep manure mixed with coffee straw can be used in the production of eggplant seedlings.
KEYWORDS: *Solanum melongena* L., propagation, nutrition, secondary metabolism.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso de substratos comerciais é amplamente utilizado para a produção de mudas, notadamente na olericultura. No entanto tais substratos promovem um maior custo de produção, o que é indesejado visto que pode inviabilizar a produção agrícola em pequena escala. Sendo assim, muitas regiões devem priorizar como componentes de

substratos, o que está mais disponível para o uso agrícola a baixos custos (Berilli et al., 2018a).

A necessidade de reciclar resíduos buscando reduzir impactos ambientais leva a um interesse crescente na substituição de substratos comerciais por resíduos orgânicos e subprodutos. Todavia, é de grande importância que esses resíduos proporcionem boa qualidade as plantas e apresentem baixo custo de aquisição, visto que existe uma grande diversidade de resíduos orgânicos alternativos, sendo importante demonstrar a eficiência de cada (Chrysargyris e Tzortzakis, 2015; Sales et al., 2017).

Antes do uso direto de qualquer resíduo, uma das etapas a se seguir é a compostagem do material. Esse processo é realizado por uma série de microrganismos, que tem como principal objetivo degradar a matéria orgânica (Cerda et al., 2018). Tal processo além de favorecer os aspectos microbiológicos do substrato, também melhoram a relação C/N e a liberação de nutrientes para as plantas. .

Os resíduos provenientes de origem animal ou vegetal podem favorecer ou prejudicar o desenvolvimento das plantas e, por este motivo há um crescente aumento nas pesquisas relacionadas ao uso desses materiais (Olari et al., 2016; Mota et al., 2018). Esses compostos possuem capacidade de alterar diversas características de crescimento, bem como as estruturas cloroplastídicas e a síntese de metabólitos secundários, por isso há uma necessidade de maior elucidação da potencialidade de cada resíduo (Quartezani et al., 2018; Berilli et al., 2018b).

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma cultura de importância mundial, pertencente à família Solanaceae, onde seus frutos apresentam boa fonte de fibra, vitamina B1 e Cu, além de representar uma importante fonte de renda para os produtores (Villeneuve et al., 2016; Douds et al., 2017). Apesar de ser disseminada em diversas regiões do globo, são escassas informações a respeito do que substratos alternativos podem proporcionar no crescimento e fisiologia das mudas de berinjela.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e fisiologia de mudas de berinjela produzidas em substratos orgânicos a partir de compostagens.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Itapina, localizado no município de Colatina, estado do Espírito Santo, Brasil (19° 32’ 22” S, 40° 37’ 50” W e 71 metros de altitude). O clima da região é Tropical Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen, com estação chuvosa bem definida entre outubro e janeiro e precipitação média climatológica de 1029,9 mm (Peel et al., 2007; Sales et al., 2018a). O experimento foi conduzido com mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) em viveiro de propagação de mudas situado no setor de olericultura.

Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e nove repetições, sendo consideradas oito plantas por parcela experimental. Os tratamentos utilizados foram: T-Bovino, composto por 50% palha de café + 50% esterco bovino; T-Ovino, composto por 50% palha de café + 50% esterco de ovino; T-Aves, composto por 65% de palha de café + 35% esterco de aves; e o substrato comercial Tropstrato ht hortaliças – vida verde.

Os resíduos alternativos utilizados na confecção do substrato foram submetidos a um processo de compostagem, no qual todas as composteiras foram cobertas por capim seco, com intuito de obter maior eficiência da biodegradação das leiras evitando a exposição dos resíduos, de forma a evitar a atração de moscas e a perda de calor e umidade. Nas composteiras a base de esterco de aves foi acrescentada um maior volume de palha de café, a fim de equilibrar a relação C/N da leira de compostagem que é de 30/1.

O processo de compostagem foi realizado pela metodologia da leira estática de aeração passiva para potencialização das características físico-químicas do composto final. Todos os procedimentos para melhor obtenção de um composto de qualidade foram efetuados nesta fase (análise de temperatura, umidade e tempo de exposição do material).

A caracterização química e físico-química dos resíduos utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas de berinjela foi realizada no Laboratório de Qualidade da Água e Resíduos Sólidos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Santa Teresa. A análise físico-química consistiu na determinação da condutividade elétrica (CE) em água (1:2,5) utilizando um medidor de condutividade em bancada. A análise química baseou-se na determinação do pH por referência e na quantificação das concentrações de carbono orgânico facilmente oxidável (CO_{fo}), carbono orgânico total (CO_T), nitrogênio total (N_T), fósforo total (P_T) e potássio total (K_T), seguindo a metodologia descrita por Matos (2015). Os atributos químicos e físico-químicos dos substratos utilizados no experimento são mostrados na Tabela 1.

AMOSTRAS	pH	CE	CO_{fo}	CO_T	N_T	P_T	C/N
		dS m^{-1}	---------g dm^{-1}---------				
T-Bovino	5,5	1,71	117,6	152,9	6,9	1,4	22,15
T-Ovino	5,5	1,96	154,1	200,3	6,9	2,2	29,02
T-Aves	6,1	3,08	122,3	158,9	8,7	11,9	18,26

Tabela 1. Descrição físico-química dos substratos utilizados.

[1]pH – potencial hidrogeniônico em água; CE – condutividade elétrica em água 1:2,5 (v:v); CO_{fo} - carbono orgânico facilmente oxidável; CO_T carbono orgânico total; N_T - nitrogênio total; P_T – fósforo total

O substrato comercial Tropstrato apresentou a seguinte composição química: K– 1,02 $cmol_c$ dm^{-3}; P – 0,11 g dm^{-3}; Matéria Orgânica – 96,20 g kg^{-1}; Ca^{2+} – 15,0; Mg^{2+} – 5,0. A semeadura ocorreu em bandejas de polipropileno com 128 células (48 mm de

profundidade x 26 mm de largura) em ambiente protegido, colocando-se duas sementes em cada célula a uma profundidade de 1 cm e, após a emergência, foi realizado o desbaste selecionando a melhor planta de cada célula. Utilizou-se sistema de irrigação por micoasperção automatizado, no qual permanecia ligado por 10 s a cada 10 min. mantendo o substrato sempre próximo à capacidade de campo.

Ao final do experimento (40 dias após a semeadura), as seguintes características de crescimento foram avaliadas: número de folhas por planta, por meio de contagem manual, sendo descartadas as folhas cotiledonares; Altura de plântula (cm), medindo do colo até o ápice da parte aérea, com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do coleto (mm), medido com o auxílio de paquímetro digital; diâmetro de copa (cm), medido entre as maiores distâncias das folhas da mesma copa com auxílio de uma régua graduada; comprimento do sistema radicular (cm) com auxílio de uma régua graduada.

Também foram avaliadas as seguintes características gravimétricas: massa de matéria seca do sistema radicular, das folhas e total, em g. Para a obtenção das matérias secas, essas foram colocadas em estufa de circulação forçada a 65°C durante 72 hs até que atingissem peso constantes e posterior pesada em balança analítica de precisão. Para a medição da área foliar em cm², utilizou-se um medido Modelo LI- 3100C. Após a obtenção desses dados realizou-se o Índice de Qualidade das mudas de Dickson (IQD).

$$IQD = \frac{mMST}{\left(\left(\frac{AP}{DCA}\right) + \left(\frac{mMSPA}{mMSR}\right)\right)}$$

Em que:

*m*MST: é a massa de matéria seca total;

*m*MSR: é a massa de matéria seca da raiz;

*m*MSPA: é a massa de matéria seca da parte aérea;

AP: é a altura de planta;

DCA: é o diâmetro de caule.

Também foram realizadas análises fisiológicas ao término do experimento, com equipamentos de colorimetria (SPAD 502 - Minolta) e fluorescência (Multiplex® - Force A) através de medidas adimensionais. Utilizou-se o equipamento fluorômetro Multiplex® parametrizado, com fontes múltiplas de excitação de luz (ultravioleta, azul, verde e vermelho), estimando índices de vários compostos, como balanço de nitrogênio (NBIG e NBIR), clorofila (SFRG e SFRR), antocianina (ANTRG e ANTRB) e flavonoides (FLAV). Todas as avalições foram realizadas no período da manhã, entre as 9:00 e 11:00 horas e em apenas um lado das mudas, apontando o equipamento para a copa, de cima para baixo, em um ângulo aproximadamente de 45°.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e havendo significância,

as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott no nível de significância de 5% de probabilidade (p<0.05). Todo o procedimento estatístico foi realizado com auxílio do programa estatístico de código aberto R (*R Core Team*, 2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a maioria das características avaliadas foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 2, 3 e 4). Isso indica que os resíduos orgânicos provenientes de diferentes fontes podem alterar as características de crescimento e fisiológicas das mudas de berinjela.

Para a característica altura de planta e diâmetro de caule (Tabela 2) observou-se diferença entre os tratamentos, com maiores valores médios para as plantas que utilizaram o resíduo orgânico no substrato oriundo de esterco de aves (T-Aves). Isso pode ser justificado pelos maiores valores de N e P, como observado na Tabela 1. Esses nutrientes são muito importantes no crescimento inicial das plantas. O N é absorvido pelas plantas em maior quantidade, sendo essencial para a síntese de proteínas, enzimas, DNA, RNA e clorofila (Sher et al., 2019).

Tratamentos	AP	CR	DC	DCA	NF	AF
	----------cm----------		--mm--		--cm²--	
T-Comercial	2,01 c	6,81 b	1,45 c	0,73 c	1,13 b	0,25 b
T-Bovino	4,91 b	8,62 a	3,87 b	1,12 b	3,13 a	5,31 a
T-Ovino	5,07 b	7,93 a	5,10 a	1,18 b	2,82 a	5,54 a
T-Aves	5,87 a	7,58 b	5,53 a	1,47 a	2,98 a	5,93 a
CV(%)	17,09	12,13	23,52	19,46	15,17	16,63

Tabela 2. Valores médios obtidos para as características de crescimento de mudas de berinjela produzidas com compostos orgânicos de diferentes resíduos animais.

Grupo de médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. AP: altura de planta; CR: comprimento de raiz; DC: diâmetro de copa; DCA: diâmetro de caule; NF: número de folhas; AF: área foliar.

A emissão de folhas, a área foliar e matéria seca das folhas apresentaram o mesmo padrão de resposta (Tabela 2 e 3), no qual os tratamentos com resíduos orgânicos alternativos apresentaram resultados iguais, diferindo somente o T-Comercial. Uma maior área foliar proporciona maior capacidade fotossintética, que por sua vez resulta em maior fixação de carbono, visto que a área foliar está associado a interceptação da luz solar, produzindo energia pelas reações fotoquímicas e, consequentemente, participação na formação final dos fotoassimilados (Sales et al., 2017; Berilli et al., 2020). Portanto, houve maior acúmulo de carbono (matéria seca) pelos tratamentos com resíduos alternativos, superando o tratamento comercial em matéria seca do caule, matéria seca do sistema radicular e consequentemente, matéria seca total (Tabela 3).

Tratamentos	*m*MSF	*m*MSC	*m*MSR	*m*MST	IQD	SPAD
	----------g----------					
T-Comercial	0,02 b	0,02 c	0,02 c	0,06 c	0,01 c	4,87 b
T-Bovino	0,15 a	0,07 b	0,10 a	0,32 b	0,05 a	21,69 a
T-Ovino	0,17 a	0,11 a	0,09 a	0,37 a	0,05 a	21,64 a
T-Aves	0,16 a	0,09 b	0,07 a	0,32 b	0,04 b	22,70 a
CV(%)	24,78	26,42	21,94	20,82	21,70	10,08

Tabela 3. Valores médios obtidos para a qualidade e massa de matéria seca de mudas de berinjelas produzidas com compostos orgânicos de diferentes resíduos animais.

Grupo de médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. *m*MSF: massa de matéria seca das folhas; *m*MSC: massa de matéria seca do caule; *m*MSR: massa de matéria seca do sistema radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson.

A menor produção de matéria seca pelo tratamento comercial afetou a qualidade das mudas (Tabela 3), uma vez que o IQD é calculado com base na altura, diâmetro e no ganho em matéria seca das plantas. Deste modo, observou-se menor valor para a qualidade nas mudas cultivadas em substrato comercial, seguida pelos tratamentos com resíduo de aves e, posteriormente, os resíduos bovino e ovino, no qual os últimos dois apresentaram maiores valores médios, com 0,05. Resultados semelhantes foram observados por Berilli et al. (2019) em mudas de *Capsicum annuum* L, no qual os autores observaram menor qualidade de muda nas plantas cultivadas em substrato comercial Maxfertil, quando comparado ao resíduo alternativo de lodo de curtume desidratado.

Ao avaliar o balanço de nitrogênio (Tabela 4), é notório que houve maior sensibilidade no índice ao se estimado pela excitação na luz verde (NBIG), apresentando resultados inferiores para o T-Comercial. Os valores obtidos pelo tratamento comercial para a característica NBIG foram inferiores em no mínimo 23% quando comparado aos demais tratamentos.

Tratamentos	SFRG	SFRR	NBIG	NBIR	FLAV	ANTHRG	ANTHRB
T-Comercial	0,86 b	0,74 b	0,51 b	0,57 a	0,18 a	-0,01 a	-0,73 a
T-Bovino	1,02 a	0,94 a	0,65 a	0,63 a	0,22 a	-0,01 a	-0,71 a
T-Ovino	1,01 a	0,89 a	0,64 a	0,66 a	0,22 a	-0,01 a	-0,71 a
T-Aves	1,04 a	0,92 a	0,63 a	0,69 a	0,18 a	-0,01 a	-070 a
CV(%)	9,75	8,76	14,28	18,59	25,87	31,54	4,04

Tabela 4. Valores médios dos índices fisiológicos obtidos com o fluorômetro Multiplex® em folhas de mudas de berinjelas produzidas com compostos orgânicos de diferentes resíduos animais.

Grupo de médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. Índices de clorofila (SFRG e SFRR), balanço de nitrogênio (NBIG e NBIR), flavonoides e antocianinas (ANTHRG e ANTHRB).

Os menores índices de clorofila foram observados no T-Comercial, apresentando valores de 0,86 e 0,74 para os respectivos índices SFRG e SFRR, além de um menor

índice SPAD (4,87). Correlações positivas entre o teor de clorofila extraída das folhas das plantas com os índices SPAD, SFRR e NBIR já foram observados por outros autores (Coelho et al., 2012; Sales et al., 2018b). Deste modo, pode-se inferir que as plantas crescidas em substrato comercial apresentaram menor clorofila, o que em conjunto com a menor área foliar (Tabela 2) reduziu significativamente o ganho em quase todas as características.

Apesar dos menores valores dos índices de clorofila e balanço de nitrogênio na parte aérea das mudas de berinjela, não foram observados alterações nos flavonoides e antocianinas. Isso nos indica que esses menores resultados não refletiram definitivamente em algum estresse nutricional. Como observado por Sales et al. (2018b), a produção de compostos fenólicos, tais como os flavonoides, tendem a aumentar em condições de deficiência de nitrogênio, todavia, a menor quantidade de nitrogênio fornecida pelo substrato T-Comercial proporcionou apenas menor rendimento nas características as mudas, e não deficiência nutricional pelo baixo suprimento mineral.

4 | CONCLUSÃO

Houve padrão de resposta muito semelhante para as mudas em todos os substratos utilizados, exceto o produzido por substrato comercial, no qual apresentou crescimento inferior, com menor ganho em matéria seca total e em qualidade de mudas.

Houve menor balanço interno de clorofila e nitrogênio nas mudas de berinjela cultivadas em substrato comercial.

Pode-se recomendar o uso dos substratos alternativos com esterco bovino, esterco de aves e esterco de ovino misturado com palha de café nas proporções utilizadas nesse estudo na produção de mudas de berinjela.

REFERÊNCIAS

Berilli, S. S.; Martineli, L.; Ferraz; T. M.; Figueiredo, F. A. M. A.; Rodrigues, W. P.; Berilli, A. P. C. G.; ... & Freitas, S. J. **Substrate Stabilization Using Humus with Tannery Sludge in Conilon Coffee Seedlings.** Journal of Experimental Agriculture International, v.21, n.1, p.1-10, 2018a.

Berilli, S. S.; Pireda, S.; Trindade, F. G.; Zooca, A. A. F.; Berilli, A. P. C. G.; Cunha, M.; & Sales, R. A. **Effect of Substrate Treated with Tannery Sludge on Growth and Anatomy of Conilon Coffee Cuttings.** Journal of Experimental Agriculture International, v.22, n.4, p.1-10, 2018b.

Berilli, S.S.; Valadares, F. V.; Sales, R. A.; Ulisses, A. F.; Pereira, R. M.; Dutra, G. J. A.; ... & Almeida, R. N. **Use of Tannery Sludge and Urban Compost as a Substrate for Sweet Pepper Seedlings.** Journal of Experimental Agriculture International, v.34, n.4, p.1-9, 2019.

Berilli; S.S., Sales, R. A.; Ribeiro, H. R.; Zooca, A. A. F.; Salles, R. A.; Berilli, A. P. C. G.; ... & Costa, T. S. **Foliar fertilization in the propagation of conilon coffee in alternative substrates.** International Journal of Agriculture and Natural Resources, v.47, n.1, p.58-68, 2020.

Cerda, A.; Artola; A.; Font, X.; Barrena, R.; Gea, T.; & Sánchez, A. **Composting of food wastes: status and challenges**. Bioresource technology, v.248, p.57-67, 2018.

Chrysargyris, A.; & Tzortzakis, N. **Municipal solid wastes and mineral fertilizer as an eggplant transplant medium.** Journal of soil science and plant nutrition, v.15, n.1, p.11-23, 2015.

Coelho, F. S.; Fontes, P. C. R.; Finger, F. L.; & Cecon, P. R. **Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.4, p.584-592, 2012.

Douds Jr, D. D.; Carr, E.; Shenk, J. E.; & Ganser, S. **Positive yield response of eggplant (*Solanum melongena* L.) to inoculation with AM fungi produced on-farm.** Scientia Horticulturae, v.224, p.48-52, 2017.

Embrapa - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3ed. Rio de Janeiro, Empraba Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.353 2013.

MATOS, A. T. **Manual de análise de resíduos sólidos e águas residuárias**. 1ed. Viçosa, MG: UFV, p.149, 2015.

Mota, C. S.; Silva, F. G.; Freiberger, P. D. M.; Reis, D. N.; & Mendez, G. C. **Parameters of physiology, nutrition and quality of Eugenia dysenterica DC seedlings grown in organic substrates from the agricultural industry**. J. Agric. Sci, v.10, n.1, p.73-84, 2018.

Olaria, M.; Nebot, J. F.; Molina, H., Troncho, P.; Lapeña, L.; & Llorens, E. **Effect of different substrates for organic agriculture in seedling development of traditional species of Solanaceae**. Spanish Journal of Agricultural Research, v.14, n.1, p.0801, 2016.

Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; Mcmahon, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.** Hydrology Earth and System Sciences, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

Quartezani, W. Z.; Sales, R. A., Berilli, S. S.; Pletsch, T. A.; Rodrigues, W. P.; Campostrini, E.; ... & Mantoanelli, E. **Effect of different sources of organic matter added to the substrate on physiological parameters of clonal plants of conilon coffee.** Australian Journal of Crop Science, v.12, n.08, p.1328-1334, 2018.

Sales, R. A.; Sales, R. A.; Nascimento, T. A.; Silva, T. A.; Berilli, S. S.; Santos, R. A. **Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus Terebinthifolius* Raddi.** Scientia Agraria, v.18, n.4, p.99-106, 2017.

Sales, R. A.; Oliveira, E. C.; Delgado, R. C.; Leite, M. C. T.; Ribeiro, W. R.; Berilli, S. S. **Sazonal and interanual rainfall variability for Colatina, Espirito Santo, Brazil.** Scientia Agraria, v.19, n.2, p.186-196, 2018a.

Sales, R. A.; Sales, R. A.; Santos, R. A.; Quartezani, W. Z.; Berilli, S. S.; & Oliveira, E. C. **Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi.(anacardiaceae).** Scientia Agraria, v.19, n.1, p.132-141, 2018b.

Sher, A.; Zhang, L. G.; Noor, M. A.; Nadeem, M.; Ashraf, U.; Baloch, S. K.; ... & Guo, P. Y. **Nitrogen use efficiency in cereals under high plant density: manufacturing, management strategies and future prospects.** Applied Ecology and Environmental Research, v.17, n.4, p.10139-10153, 2019.

Villeneuve, F.; Latour, F.; Théry, T.; Erard, P.; Fournier, C.; & Daunay, M. C. **Screening of solanaceous wild relatives for graft affinity with eggplant (Solanum melongena L.)**. In: *Proceedings of XVIth EUCARPIA Capsicum and Eggplant Working Group Meeting in memoriam Dr. Alain Palloix, 12-14 September 2016, Kecskemét, Hungary*. Diamond Congress Ltd, p.152-160, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceitabilidade 8, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 139
Agricultores 22, 31, 32, 38, 40, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109
Agricultura 21, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 47, 49, 58, 59, 73, 75, 85, 86, 93, 102, 103, 105, 108, 119, 133, 145, 149, 166, 195, 200, 201
Agricultura Familiar 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 102, 105, 108
Água Salina 50, 52, 55, 57, 59
Ambiência Vegetal 154, 155, 157, 164, 166
Ambientes Protegidos 154, 157, 159, 160, 161, 165, 166
Análise Sensorial 7, 8, 10, 11, 14, 15, 18, 19
Antimicrobiano 135, 136
Antioxidante 58, 135, 136, 141, 142, 143, 144
Árvore Nativa 168
Aspectos Econômicos 196
Aspectos Sociais 29
Aves Silvestres 42, 43, 44, 45, 46
Avifauna 43, 45

B

Batata-Doce 30, 148, 149, 150, 151, 152, 153
Beterraba 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 60
Biodigestores 196, 197, 200, 203, 205, 211, 212, 213
Biodiversidade 27, 46
Bioestimulante 168
Biofertilizante 47, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 196, 200, 203, 204, 208, 210, 211
Biogás 196, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 211, 212

C

Caatinga 42, 43, 44, 45, 46, 168
Cacau 184, 188, 190, 191, 192, 195
Calcário 61, 63, 64, 67, 68, 71, 72, 73, 74
Características Agronômicas 47, 60, 87
Compostagem 75, 77, 78, 153, 162, 182
Comprimentos de Luz 148, 149, 150, 151, 152
Comunidade Rural 96, 97
Concentrações de CO2 148, 149, 150, 151, 152

Condições de Luz 154, 155
Conhecimento Científico 97, 101
Controle 1, 2, 3, 4, 5, 6, 22, 25, 28, 49, 50, 64, 68, 70, 71, 89, 92, 94, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 116, 117, 118, 119, 139, 160, 169, 177, 184
Controle de Verminose 1
Cooperativa Agropecuária 7, 8, 9, 12
Corretivos de Solo 61, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72
Crescimento 6, 9, 23, 34, 36, 40, 47, 48, 51, 58, 59, 61, 63, 69, 72, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 89, 92, 93, 94, 95, 104, 109, 111, 116, 135, 137, 139, 140, 152, 157, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 203, 204, 211

D

Desenvolvimento 6, 9, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 30, 31, 32, 39, 40, 41, 44, 46, 61, 63, 69, 71, 72, 73, 77, 84, 85, 86, 89, 92, 93, 94, 104, 105, 112, 115, 116, 122, 124, 137, 139, 143, 144, 146, 150, 154, 155, 157, 158, 159, 162, 165, 166, 176, 178, 179, 182, 183, 190, 194, 196, 199, 212
Desenvolvimento Vegetativo 61
Desvalorização 30
Deterioração 22, 25, 124, 135, 136, 138, 139, 142, 183
Dióxido de Carbono 149, 150, 151, 152

E

Eficiência da Inoculação 84, 167
Embutidos de Peixes 135
Energia Elétrica 196, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 207, 211, 212
Enraizamento 61, 95
Espécies Nativas 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 169, 177
Estado Sólido 179, 180, 181, 184
Eucalipto 94, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 165, 178
Extensão Rural 97, 99, 101

F

Fermentação 50, 143, 179, 180, 181, 184, 196, 200
Fermentação em Estado Sólido 179, 180, 181, 184
Fertilidade do Solo 54, 56, 57, 72, 73, 74, 188, 189, 190, 191, 192, 194
Fisiologia 42, 75, 77, 133, 153, 166, 214
Fitomassa 47, 58, 71, 162, 163
Flor de Corte 123
Fotossíntese 149, 150, 152, 157, 158, 159, 175

G

Germinação 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 84, 85, 86, 87, 139, 162, 166, 169
Gesso 59, 61, 63, 64, 68, 70, 71, 72, 73, 74
Grau de Escolaridade 103, 104, 105, 106, 107, 108

I

Inoculação 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 167, 169, 170, 175, 176
Intenção de Compra 8, 10, 12, 15, 16, 18, 19
Iogurte 8, 14, 15, 17, 18, 19, 182
Irrigação 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 79, 134, 160, 171, 212

M

Macronutrientes 59, 189, 191, 192
Manejo Integrado de Pragas 110
Mata Atlântica 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 105
Matéria Orgânica 56, 57, 58, 64, 77, 78, 83, 155, 162, 194
Metabolismo Secundário 76
Micronutrientes 59, 189, 191, 192, 194, 195
Mudas de Berinjela 75, 76, 77, 78, 80, 82
Mudas Florestais 27, 168, 176
Myracrodruon Urundeuva 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

N

Nopalea sp 97, 98
Nutrição 18, 19, 72, 73, 76, 157, 162, 214

O

Observação Visual 122, 124
Opuntia sp. 97, 98
Ovinos 1, 3, 4, 5, 6

P

Palma Forrageira 96, 99, 101
Parasitas 2
Penicillium 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187
Percevejo Bronzeado 110, 111, 112, 114, 115, 118, 120
Pesquisa de Mercado 8, 10, 12, 16, 19
Plantas Cultivadas 81, 94, 103, 104, 214

Plantas Daninhas 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 162
Políticas Públicas 29, 30, 32, 33, 37, 39, 40, 41, 45, 201
Pós-Colheita de Rosas 133
Preservação 24, 25, 26, 43, 45, 133, 196, 199
Probióticos 18, 135, 143, 144, 146
Produção 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 52, 54, 59, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 81, 82, 84, 85, 86, 90, 92, 94, 98, 101, 103, 104, 108, 109, 120, 123, 124, 127, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 143, 148, 151, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 175, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 214
Produção de Hortaliças 29, 35, 38, 39, 40
Produtividade 31, 48, 58, 63, 73, 74, 86, 94, 103, 104, 150, 159, 190, 191, 192, 194, 195, 205, 209
Produtos Caseiros 123
Promotor de Crescimento 167
Promotores de Crescimento Vegetal 84, 167
Propagação 76, 77, 83, 99, 154, 156, 164, 166, 214
Própolis Vermelha 135, 136, 142, 144

Q

Qualidade Fisiológica 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28

R

Resíduos Agroindustriais 180, 181, 184, 186, 187
Resíduos Orgânicos 75, 77, 80
Resíduos Pecuários 196, 197, 204
Resposta Fisiológica 148
Restauração Florestal 20, 21, 23, 27
Rosa x grandiflora 123, 124

S

Semente de Milho 84
Sementes de Espécies 20, 22, 23, 26, 27, 28
Semiárido 19, 45, 48, 97, 98, 99
Solanum Melongena L. 76, 77, 83
Substratos 75, 76, 77, 78, 82, 154, 155, 157, 162, 163, 164, 165, 166, 175, 177, 182, 214
Sustentável 26, 29, 30, 31, 32, 41, 46, 86, 94, 98, 145

T

Tamarindo 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 164, 166

Tamarindus Indica L. 154, 155, 166
Tecnologias de Ambientes 154
Teobroma Cacao L. 189
Thaumastocoris Peregrinus 110, 111, 112, 115, 116, 119, 120, 121
Trichoderma 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 187
Trocas Gasosas 47, 48, 50, 53, 54, 58, 149

V

Variabilidade Espacial 188, 190, 194
Viabilidade 8, 10, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 39, 58, 196, 198, 201, 203, 211, 212, 213
Viabilidade Econômica 39, 196, 198, 201, 203, 211, 212, 213
Vida de Vaso 122, 123, 126, 131, 132, 133

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2020

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2020

eISSN: 1984-3909
Coffee Science, e151732, 2020

Doi: https://doi.org/10.25186/.v15i.1732

Propagation of coffee conilon “Vitória” in conventional and alternative substrates

Sávio da Silva Berilli[1], Rodrigo Amaro de Salles[2], Ramon Amaro de Sales[3], Alan Alvino Falcão Zooca[4], Helder Rodrigues Ribeiro[4], Ana Paula Candido Gabriel Berilli[1], Taiara Souza Costa[3], Tiago Pacheco Mendes[2], Waylson Zancanella Quartezani[5]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo/IFES, Alegre, ES, Brasil
[2]Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Alegre, ES, Brasil
[3]Universidade Federal de Viçosa/UFV, Viçosa, MG, Brasil
[4]Instituto Federal do Espírito Santo/IFES, Colatina, ES, Brasil
[5]Instituto Federal do Espírito Santo/IFES, Montanha, ES, Brasil
Contact authors: berilli@gmail.com, rodrigoamarodesalles@gmail.com, ramonamarodesales@hotmail.com, alan_afz@hotmail.com, helder_pancas@hotmail.com, anapaulacg@gmail.com, taiiarauefs@gmail.com, tiagopm931@hotmail.com, waylson.quartezani@ifes.edu.br
Received in March 17, 2020 and approved in May 26, 2020

ABSTRACT

The sustainable production of inputs or products, either agricultural or industrial, has become an international concern in the last years. Thus, one of the biggest challenges today is to combine production with sustainability. Industrial waste use in agriculture is an alternative that has been gaining strength. The objective of this study was to evaluate the development, physiology and quality of *Coffea canephora* seedlings from the 13 genotypes (variety Vitória Incaper 8142), in conventional substrate in comparison to a substrate based on tannery sludge. A 2 x 13 factorial scheme was used in which the first factor was the two substrates (conventional substrate and substrate with tannery sludge), and the second factor was the 13 Vitória - Incaper 8142 Conilon coffee genotypes, arranged in a randomized block design with four repetitions. At 150 days after planting, the following characteristics were evaluated: leaf number, plant height, stem diameter, canopy diameter, leaf area, SPAD chlorophyll index, nitrogen balance index, total chlorophyll index, anthocyanins index and flavonoids index, dry shoot matter mass, dry root matter mass,dry total matter mass and Dickson quality index . No significant interaction was observed between the factors evaluated. The substrate containing tannery sludge provided less gain for most of the growth characteristics when compared to the conventional substrate. The tannery substrate promoted a greater production of defense metabolites in plants. As for the response pattern between the genotypes of the Vitória - Incaper 8142 variety, a high unevenness was observed in the initial development, both for their phenological and physiological characteristics, which is a reflect of the genetic variability existing between the genotypes.

Key words: Seedling production; Coffe canephora; physiology; sustenaibility.

1 INTRODUCTION

Coffee is a drink immensely appreciated by a large part of the world’s population, so to meet this demand, estimates indicate that the harvest in 2019-2020 will be 167.4 million bags benefited from 60 kg, with 42.8% of this total corresponding to the species *Coffea canephora* (International Coffee Organization – ICO, 2019). This percentage represents 71.72 million bags of *C. canephora*, 1.5% more than the previous harvest.

Although the species *Coffea arabica* is the most cultivated in Brazil, the species *C. canephora* has contributed significantly to the increase in the national production. The species *C. canephora* occupies a cropped area of approximately 400 thousand hectares and represents about 25% of the national production (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2020).

Espírito Santo is a Brazilian state notably focused on coffee farming, mainly for the species *C. canephora*, contributing to approximately 76% of all the Brazilian production. Therefore, it is the largest producer in the country (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, 2019). However, despite the high productivity, the cost of producing this crop is still high, so there is a need to prioritize techniques that aim to reduce such costs.

In the coffee seedling production sector, studies were carried out with the objective of reducing production costs, such as the use of tannery sludge, urban compost, dairy waste and coffee drying residue as a source of organic matter, or even as foliar fertilization, becoming a very important alternative (Meneghelli et al., 2016; Sales et al., 2018a; Quartezani et al., 2019). With regard to tannery sludge, this residue from bovine leather processing has a high potential for agricultural use, due to the large amount of organic matter and the presence of essential nutrients to the plants found in it (Tavares et al., 2013; Berilli et al., 2018; Vazifehkhoran; Shin; Triolo, 2018).

However, the tanneries are known for the high load of pollutants that are generated during leather processing and for the environmental impacts that the inappropriate disposal of these residues represents (Silva et al., 2010a; Alibardi; Cossu, 2016). As a result, the use of tannery residue in the propagation of Conilon coffee seedlings, mainly on substrates, can help to

reduce production costs and, at the same time, contribute to an appropriate purpose when used properly.

Plant development is directly affected by the quality of the substrate, as it is responsible for supporting the plants while providing water and nutrients. Recent studies indicate that the use of tannery sludge in substrates for the production of conilon coffee seedlings had positive effects, guaranteeing development standards acceptable to planting (Berilli et al., 2014; Quartezani et al., 2018).

Nevertheless, most of these studies are performed for only one genotype, and this species has numerous genotypes, which in turn, exhibit a completely different behavior in relation to several morphological and physiological characteristics (Giles et al., 2019). Thus, when proposing a new substrate for the propagation of this species, it is of great importance to know the behavior of the several genotypes.

Because of the high potential for agricultural use of tannery sludge, and the need for these industries to become more sustainable, the objective of this study was to evaluate the development, physiology and quality of *C. canephora* seedlings from the 13 genotypes (variety Vitória Incaper 8142), in conventional substrate in comparison to a substrate based on tannery sludge.

2 MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in the seedling propagation nursery owned by the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo, Itapina campus, located in the city of Colatina, state of Espirito Santo, Brazil (19°32'22" S, 40° 37'50"W at 71 above sea level). The climate in the region is Tropical Aw, according to the climate classification of Köppen, with a well-defined rainy season between October and January and an average rainfall of 1029.9 mm (Sales et al., 2018b). A 2 x 13 factorial scheme was used, where the first factor was two substrates (conventional substrate and substrate with tannery sludge), and the second factor was the 13 Conilon coffee genotypes. The treatments were arranged in a randomized block design with four replications. Each plot contained seven seedlings totaling 182 plants per block, and 728 plants throughout the experiment.

The two substrates were prepared 30 days in advance, in the following composition: substrate with sludge: 20% dehydrated tannery sludge + 30% humus and 50% soil. Conventional substrate: 80% of soil and 20% of humus, and for each 100 liters of substrate, 0.625 kg of P_2O_5, 0.200 kg of limestone and 0.200 kg of KCl were added. After the homogenization of the components, the 600 mL polyethylene bags were filled and the beds were formed. Also, the substrate remained under irrigation until planting.

The soil used in the substrate was removed from the subsoil and classified as a Red Dystrophic Oxisol (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2013), with the following chemical characteristics: pH: 5.30; P: $4.00e^{-6}$ kg dm^{-3}; K: $5.20e^{-5}$ kg dm^{-3}; remaining P: $2.00e^{-5}$ kg mL^{-1}; Ca: 11.60 $mmol_c$ dm^{-3}; Mg: 9.30 $mmol_c$ dm^{-3}; Al: 0.50 $mmol_c$ dm^{-3}; potential acidity (H + Al): 14.00 $mmol_c$ dm^{-3}; organic matter: $1.50e^{-3}$ kg dm^{-3}; sum of bases (SB): 22.20 $mmol_c$ dm^{-3}; cation exchange capacity (CEC) at pH 7 (T): 36.20 $mmol_c$ dm^{-3}; effective CEC (t): 22.70 $mmol_c$ dm^{-3}; Al saturation (m): 2.20% and base saturation: 61.40%.

The tannery sludge used in the experiment was provided by the company Capixaba Couros LTDA, located in the municipality of Baixo Guandu, ES. The sludge, together with the humus, were submitted to laboratory analysis to obtain the chemical parameters (Table 1).

Table 1: Chemical characteristics of the organic material used in the substrate.

Parameter	Unit	Sludge	Humus
Total Organic matter	kg dm^{-3}	0.30 *	$4.63e^{-2}$
Organic Carbon	g kg^{-1}	61.2	201.90
C/N ratio	-	3/1	10/1
N	kg dm^{-3}	$1.73e^{-2}$	$2.10e^{-2}$
P	kg dm^{-3}	$5.20e^{-3}$	$1.19e^{-2}$
K	kg dm^{-3}	$6.00e^{-4}$	$7.50e^{-3}$
Ca	kg dm^{-3}	0.23	$2.18e^{-2}$
Mg	kg dm^{-3}	$1.53e^{-2}$	$5.40e^{-3}$
S	kg dm^{-3}	$1.32e^{-2}$	$4.50e^{-3}$
Na	kg dm^{-3}	$5.50e^{-3}$	$3.70e^{-3}$
Cl	kg dm^{-3}	$3.70e^{-2}$	$2.00e^{-5}$
B	kg dm^{-3}	$3.00e^{-4}$	$2.00e^{-5}$

*Results on dry matter basis (mass/mass).

The Conilon coffee (*C. canephora* Pierre) seedlings used in the experiment were of "Vitória Incaper 8142" clonal variety (13 genotypes), produced at the Institute itself, from cuttings obtained from adult tissue from orthotropic stem taken from crops with an adequate phytosanitary and nutritional aspect. After removing the branches from the mother plants, they were sent to the greenhouse, where 0.3 m of the ends of the orthotropic stems were eliminated. Then, the cuttings were standardized at 0.06 to 0.08 m in height, leaves with 1/3 of the leaf blade, plagiotropic branches and above the insertion of the pair of leaves with 0,01 m (Ferrão et al., 2017). The cuttings were planted as soon as they were ready on a previously moistened substrate.

The seedlings of conventional and tannery sludge substrates were submitted to foliar fertilization (three applications) with nitrogen and potassium, being considered a dosage of $3.00e^{-4}$ kg of urea and $3.00e^{-4}$ kg of KCl completed

to 100 mL of water with the two elements, which corresponds to 1.35e^{-3} kg L^{-1} N and 1.8e^{-3} kg L^{-1} K_2O. The first application occurred shortly after the appearance of the second pair of leaves followed by the next spaced every 30 days. The irrigations were carried out by the aspertion method, and the system was turned on for 20 seconds at intervals of 30 minutes. No phytosanitary control was required during the conduct of the experiment.

The leaf number (LN), plant height (PH), stem diameter (SD), canopy diameter (CaD), leaf area (LA) measured using the LI-3100C instrument, the leaf chlorophyll index measured by means of SPAD-502-PLUS were evaluated at 150 days. Assessments of dry shoot matter mass (DSM*m*), dry root matter mass (DRM*m*) and dry total matter mass (DTM*m*) were evaluated were evaluated. The dry matter mass was obtained by incubating the material in a forced circulation oven at 72 °C for 72 h, and then weighing it on a precision analytical scale. After obtaining these data, the Dickson Quality Index (DQI) was calculated using the Equation 1:

$$DQI = \frac{DTMm}{\left(\left(\frac{PH}{SD}\right)+\left(\frac{DSMm}{DRMm}\right)\right)} \quad (1)$$

Besides the SPAD, analyses of the plant physiology were performed using a multiplex® fluorometer model (Force-A), with multiple sources of light excitation, estimating index of various compounds, such as nitrogen balance (NBIR), total chlorophyll (SFRR), anthocyanins (ANTHRB) and flavonoids (FLAV). The analyses were carried out in the morning, between 9 and 11 a.m. and on only one side of the seedlings, pointing the equipment towards canopy , from top to bottom, at an angle of approximately 45 degrees.

The data were subjected to analysis of variance, using the F test and when significant, subjected to the Scott-Knott test at a significance level of 5% probability with the aid of the R software (R Core Team, 2016), using the package "ExpDes.pt" (Ferreira; Cavalcanti; Nogueira, 2013). Correlation tests between variables were also performed using Pearson's correlation coefficient (r), using the "corrplot" package (Wei; Simko, 2017).

3 RESULTS AND DISCUSSION

The V3 genotype was not analyzed statistically due to the low rate of seedling survival, which did not reach 20%. This genotype is known by many seedling producers as a genotype that is difficult to propagate, and this characteristic is inherent in the genetic material itself.

No occurred interaction among the factors studied (substrate x genotypes) for all the evaluated characteristics in Conilon coffee seedlings of the variety "Vitória - Incaper 8142" (Table 2). Therefore, the simple effects of the factors were evaluated on the growth and physiological characteristics of seedling.

Table 2: Analysis of variance of plant height (PH), stem diameter (SD), canopy diameter (CaD), leaf area (LA), dry shoot matter mass (DSM*m*), root (DRM*m*) and total (DTM*m*), leaf number (LN), Dickson quality index (DQI) leaf chlorophyll index (SPAD), total chlorophyll (SFRR), nitrogen balance (NBIR), anthocyanin index (ANTHRB) and flavonoid index (FLAV) in Conilon coffee seedlings.

SV	DF	Mean Square						
		PH (m)	SD (m)	CaD (m)	LA (m²)	DSM*m* (kg)	DRM*m* (kg)	DTM*m* (kg)
Substrate (S)	1	5.02**	3.40e^{-4} ns	0.30 ns	2,39 *	1.21e^{-2} ** **	6.00e^{-7} ns	0.12 **
Genotypes(G) (C)	11	0.21**	8.00e^{-4} **	0.38 **	1,05 **	3.60e^{-3} **	2.10e^{-4} **	5.30e^{-3} **
SxG	11	0.13 ns	1.90e^{-4} ns	0.06 ns	0.65 ns	8.50e^{-4} ns	6.00e^{-5} ns	1.00e^{-3} ns
Residue	69	0.08	2.20e^{-4}	0.08	0.40	9.00e^{-4}	5.00e^{-5}	1.20e^{-3}
Overall mean		0.17	3.99e^{-3}	0.20	0.26	3.86e^{-3}	8.10e^{-4}	4.80e^{-3}
CV (%)		16.51	11.36	13.88	24.50	24.55	26.91	23.20
SV	DF	LN	DQI	SPAD	SFRR	FLAV	ANTHRB	NBIR
Substrate (S)	1	40.07 **	3.00e^{-3} ns	210.63 **	0.15 ns	0.13**	0.0005 ns	5.35 *
Genotypes(G) (C)	11	7.61 *	0.07 **	131.61 **	0.31ns	0.07**	0.0004 ns	1.80 *
SxG	11	2.12 ns	0.01 ns	25.07 ns	0.17ns	0.0080 ns	0.0009 ns	0.40 ns
Residue	69	4.20	0.02	15.71	0.21	0.005	0.0007	0.42
Overall mean		9.82	0.51	33.42	2.84	0.27	0.05	2.74
CV (%)		19.65	26.07	11.86	16.21	27.19	26.95	25.29

*Significant at 5% probability ($p < 0.05$); **Significant at 1% probability ($p < 0.01$); ns: not significant. SV: Source of variation. DF: degrees of freedom. CV: coefficient of variation.

Significant effect it was observed in the levels of the genotype factor for most of the evaluated characteristics (Table 2). Such results reveal inequalities in the initial growth of the genotypes. These genotopes have distinct genetic characteristics, which in turn results in considerable differences in most plant growth characteristics, indicating uneven growth within the variety (Covre et al., 2013). As for the levels of the substrate factor, it was not possible to observe a significant effect for most of the variables analyzed, including the seedling quality index, showing that the alternative substrate can provide seedlings with the same quality as the Conventional substrate used by producers.

It was observed that the different substrates caused significant effects on plant growth variables, with the exception of only stem diameter and canopy diameter (Table 3). The Conventional substrate provided higher averages for plant height, leaf number and leaf area, which were higher by 30, 14 and 13% respectively, when compared to the substrate containing tannery sludge.

Although the canopy diameter variable did not show any difference (Table 3), the plants grown on conventional substrate obtained a higher leaf emission, which resulted in a larger leaf area, favored the carbon balance, which can be used for height gains and dry matter (Table 4). The plant height is one of the main characteristics observed by producers of conilon coffee seedlings, for determining the point of sale (Berilli et al., 2014). However, although the Conventional substrate had a higher height, the values found by the alternative substrate showed considerable growth in this experiment, reaching an average height of 0.15 m.

Table 3: Plant height (PH), stem diameter (SD), canopy diameter (CaD), leaf number (LN), leaf area (LA), of "Vitória Incaper 8142" Conilon coffee plant, grown in two substrates.

Substrates	PH (m)	SD (m)	CaD (m)	LN	LA (m²)
Conventional	0.19 a	$4.14e^{-3}$ a	0.21 a	10.46 a	$2.74e^{-2}$ a
Sludge	0.15 b	$4.02e^{-3}$ a	0.19 a	9.17 b	$2.42e^{-2}$ b

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at the 5% probability level ($p < 0.05$) by the Scott-Knott test.

It is possible that these less favorable results for the substrate with tannery sludge are linked to the elements chromium and sodium, which are found in high amounts in this residue (Table 1). These elements can be absorbed by the roots and accumulated there and stem and leaves as well (Berilli et al., 2015), thus being able to cause some physiological disturbances and impairing the normal growth of the plant. However, it is worth mentioning that the sludge substrate did not receive any chemical fertilization, unlike the conventional substrate, which possibly resulted in a higher nutrient load readily available for absorption, enabling the best initial development (Tables 3 and 4).

Table 4: Dry shoot matter mass (DSM*m*), root (DRM*m*) and total (DTM*m*), Dickson squality index (DQI) and chlorophyll index (SPAD) of conilon coffee seedlings of the variety "Vitória Incaper 8142", grown on two substrates.

Substrates	DSM*m* (kg)	DRM*m* (kg)	DTM*m* (kg)	DQI	SPAD
Conventional	$4.21e^{-3}$ a	$8.1e^{-4}$ a	$5.02e^{-3}$ a	0.51 a	34.90 a
Sludge	$3.50e^{-3}$ b	$8.2e^{-4}$ a	$4.31e^{-3}$ b	0.52 a	31.94 b

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at the 5% probability level ($p < 0.05$) by the Scott-Knott test.

Greater gains were observed for the dry matter of the shoot and total of the plants grown on the conventional substrate (Table 4). Possibly, this result was obtained, due to the greater load of mineral nutrients readily available for abosrão, such as P and K found in the conventional substrate, result of the chemical fertilization that was incorporated in this substrate. These nutrients are fundamental to the development of plants, being directly part of plant metabolism (Marschner, 2011)

The nutrient P, for example, plays a fundamental role in processes involving energy storage, having a central role in all reactions involving ATP, whether in respiration or in photosynthesis. The K element acts as a catalyst and plays a significant role in the activation of enzymes involved in photosynthetic activities (Zaheer et al., 2018). Thus, the greater availability of these nutrients in the conventional substrate, contributed strongly to improve the performance and metabolic regulation of these plants.

In addition, the conventional substrate also provided a higher SPAD index (Table 4), which acting in conjunction with a larger leaf area (Table 3), certainly increased the photosynthetic levels of the plants resulting in significant gains in fixing carbon, consequently higher dry matter content of the shoot and total (Silva et al., 2010b). This can be confirmed in Figure 1 by the strong positive correlation between total dry matter and leaf area (r = 0.75).

In general, the lower performance of plants grown on substrate with tannery sludge in highlighting the variables plant height, leaf number, leaf area (Table 3), chlorophyll index SPAD, dry shoot matter and dry total matter (Table 4), may have been in response to the salinity caused by Na. Studies indicate that excess Na is responsible for causing negative effects in various vegetable species, including in conilon coffee (Carvalho et al., 2012; Temoteo et al., 2015). In coffee seedlings, salinity is responsible for decreasing the activity of the nitrate reductase enzyme, in addition to causing stomatal closure and drop in photosynthesis, which in turn, reflects in the lower growth rate (Karasawa et al., 2003).

The substrates did not promote any difference in terms dry root matter (Table 4). This indicates that the substrate with tannery sludge did not reveal any physical or chemical barriers,

which would inhibit the root growth of the plants, and possibly was able to promote an environment similar to the conventional substrate, which resulted in a good root development. Conilon coffee seedlings with well-developed roots is an important aspect to be considered, as it is a factor that compromises the longevity of coffee plantations (Ferrão et al., 2017).

The nitrogen balance and the flavonoid index differed, being the inverse, that is, higher levels of flavonoids were followed by a lower nitrogen balance in plants grown on substrate with tannery sludge (Table 5). However, plants grown on conventional substrate obtained higher levels of nitrogen balance and lower levels of flavonoids.

These results can be better understood, since there is competition in the biosynthesis and metabolic regulation of

Table 5: Chlorophyll (SFRR), nitrogen balance (NBIR), flavonoids (FLAV) and anthocyanins (ANTHRB) in variety "Vitória Incaper 8142" Conilon coffee seedlings, grown on two substrates.

Substrates	SFRR	FLAV	NBIR	ANTHRB
Conventional	2.88 a	0.23 b	2.73 a	0.032 a
Sludge	2.80 a	0.30 a	2.42 b	0.031 a

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at 5% probability level ($p < 0.05$) by the test of Scott-Knott.

polyphenols and proteins, which use the same precursor, the amino acid phenylalanine (Coelho et al., 2012). Thus, due to the greater growth of plants grown on Conventional substrate, protein synthesis reduced the availability of phenylalanine to be used in phenolic synthesis (Caretto et al., 2015), which resulted in a lower rate of secondary compounds, such as flavonoids. For this reason, the physiological variables nitrogen balance and flavonoids have a negative correlation of r = - 0.81 (Figure 1).

Therefore, it is evident that the tannery sludge provided them with a greater synthesis of defense compounds. This, in turn, may be related to potentially toxic elements (Na and Cr) found in tannery residue, in addition to the low supply of P and the high pH found in the substrate with tannery (Table 1). The main functions of flavonoids are linked to the protection of plants against stress, either of biotic or abiotic origin (Khalid et al., 2019). The nitrogen balance index was higher in the conventional substrate and, possibly, this was one of the factors that contributed to leaf growth and expansion, since nitrogen participates in the composition of amino acids, proteins and chlorophylls.

For the growth variables between the genotypes (Table 6), only the leaf number did not difference, which highlights the unevenness in the initial development of the genotypes, which is a result of the genetic diversity in the variety. For plant height, the genotypes V2, V7, V8, V10 and V11 obtained the highest means ranging from 0.17 to 0.20 m. Regarding the stem diameter, the V8 genotype stands out with the best mean, which is superior to all the others. Contarato et al. (2010) also detected divergence in the initial development of genotypes of this variety, attributing the difference to the distinct genetic characteristics between the genotypes.

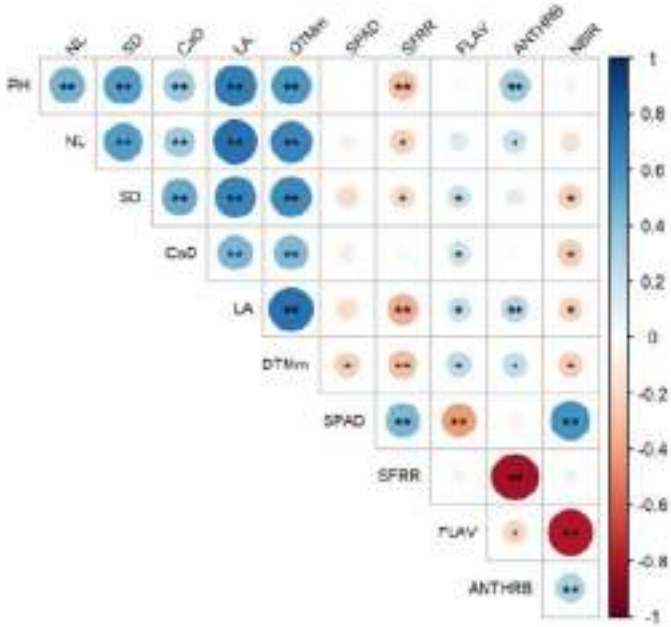


Figure 1: Association (Pearson correlation) between the main evaluated variables. Significant at $*p < 0.05$; $**p < 0.01$. Plant height (PH), stem diameter (SD), canopy diameter (CaD), leaf area (LA), dry matter mass total (DTM*m*), leaf number (LN), leaf chlorophyll index (SPAD), total chlorophyll (SFRR), nitrogen balance (NBIR), anthocyanin index (ANTHRB) and flavonoid index (FLAV).

Table 6: Plant height (PH), stem diameter (SD), canopy diameter (CaD), leaf number (LN), leaf area (LA), of "Vitória Incaper 8142" Conilon coffee seedlings.

Genotypes	PH (m)	SD (m)	CaD (m)	LN	LA (m²)
V1	0.15 b	$3.92e^{-3}$ b	0.21 a	11.44 a	$2.80e^{-2}$ a
V2	0.19 a	$4.27e^{-3}$ b	0.22 a	09.68 a	$2.46e^{-2}$ a
V4	0.17 b	$3.88e^{-3}$ b	0.23 a	09.54 a	$2.75e^{-2}$ a
V5	0.16 b	$3.96e^{-3}$ b	0.20 a	08.75 a	$2.57e^{-2}$ a
V6	0.17 b	$4.17e^{-3}$ b	0.21 a	10.86 a	$3.02e^{-2}$ a
V7	0.17 a	$3.71e^{-3}$ b	0.17 b	08.07 a	$1.88e^{-2}$ b
V8	0.19 a	$4.92e^{-3}$ a	0.19 b	10.04 a	$2.77e^{-2}$ a
V9	0.15 b	$4.04e^{-3}$ b	0.16 b	10.00 a	$1.95e^{-2}$ b
V10	0.20 a	$4.27e^{-3}$ b	0.22 a	09.95 a	$3.01e^{-2}$ a
V11	0.18 a	$4.00e^{-3}$ b	0.22 a	10.94 a	$2.76e^{-2}$ a
V12	0.16 b	$4.08e^{-3}$ b	0.18 b	09.77 a	$2.49e^{-2}$ a
V13	0.17 b	$3.80e^{-3}$ b	0.19 b	08.76 a	$2.56\ e^{-2}$ a

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at 5% probability level ($p < 0.05$) by the Scott-Knott test.

Regarding the canopy diameter (Table 6), the genotypes V7, V8, V9, V12 and V13 obtained the lowest averages. The smallest canopy diameter the genotypes V7 and V9 occurred along with by a smaller leaf area. However, for the others, the smaller canopy diameter may indicate more closed canopies, which mainly affects the distribution of solar radiation among the leaves. Although genotypes V7 and V9 had a smaller leaf area, they did not differ from the others in terms of leaf number, indicating smaller leaves.

For the DQI and dry matter mass of the shoot, root and total (Table 7), the genotypes are divided into two groups, one superior to the other. Regarding DQI, the genotypes V7, V9, V12 and V13 comprised the lowest average group, and were at least 6% lower than any other genotype evaluated. It is important to observe that this index is based on the balance of biomass accumulated throughout the plant, and the higher the index, the greater the chance of success for the seedling in the field.

Table 7: Dry shoot matter mass (DSM*m*), root (DRM*m*) and total (DTM*m*), Dickson quality index (DQI) and chlorophyll index (SPAD) of variety "Vitória Incaper 8142" Conilon coffee seedlings.

Genotypes	DSM*m* (kg)	DRM*m* (kg)	DTM*m* (kg)	DQI	SPAD
V1	$4.28e^{-3}$ a	$8.50e^{-4}$ a	$5.13e^{-3}$ a	0.58 a	29.28 c
V2	$4.02e^{-3}$ a	$1.00e^{-3}$ a	$5.02e^{-3}$ a	0.59 a	30.35 c
V4	$4.14e^{-3}$ a	$9.10e^{-4}$ a	$5.06e^{-3}$ a	0.59 a	31.24 c
V5	$3.61e^{-3}$ b	$7.60e^{-4}$ b	$4.38e^{-3}$ b	0.50 a	29.94 c
V6	$3.95e^{-3}$ a	$7.80e^{-4}$ b	$4.78e^{-3}$ a	0.53 a	30.91 c
V7	$2.83e^{-3}$ b	$5.70e^{-4}$ b	$3.40e^{-3}$ b	0.35 b	35.45 b
V8	$5.06e^{-3}$ a	$9.80e^{-4}$ a	$6.04e^{-3}$ a	0.62 a	33.30 b
V9	$2.95e^{-3}$ b	$5.70e^{-4}$ b	$3.42e^{-3}$ b	0.37 b	41.37 a
V10	$4.72e^{-3}$ a	$9.80e^{-4}$ a	$5.71e^{-3}$ a	0.58 a	30.89 c
V11	$3.82e^{-3}$ a	$9.70e^{-4}$ a	$4.79e^{-3}$ a	0.56 a	40.93 a
V12	$3.35e^{-3}$ b	$7.20e^{-4}$ b	$4.07e^{-3}$ b	0.47 b	34.41 b
V13	$3.59e^{-3}$ b	$6.60e^{-4}$ b	$4.24e^{-3}$ b	0.42 b	32.96 b

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at the 5% probability level ($p < 0.05$) by the test of Scott-Knott.

The genotypes V7 and V9 were the ones that reached the highest values in the SPAD index (Table 7). As seen in Table 6, the V9 genotype had a smaller leaf size, as it obtained a smaller leaf area for the same leaf number as the other genotypes. Thus, these results raise the hypothesis that the highest SPAD index was achieved, due to the concentration of chlorophyll molecules, in a smaller leaf area, due to the concentration effect. Similar results are found by Salamanca-Jimenez, Doane and Horwath (2016) in arabica coffee seedlings under different conditions of nitrogen availability and soil moisture, in which the highest values of chlorophyll content and SPAD index were found as the total leaf area of the plant decreased. However, according to the cited authors, the total chlorophyll amount was reduced in plants with the smallest leaf area, thus indicating that on a mass basis the plants with the largest leaf area obtained higher amounts of chlorophylls. This does not occur for the V11 genotype because it belongs to the group with the largest leaf area (Table 6), that is, it has larger leaves, which together with the highest SPAD index, provides greater photosynthetic capacity for this genotype, this being a genetic trait.

The chlorophyll index obtained through the multiplex (Table 8) got a different behavior from the SPAD index (Table 7), characterizing the difference in the sensitivity of obtaining the indexes by the two devices to assess chlorophyll. Nevertheless, a positive correlation was observed between the two variables (Figure 1), since both are indirect chlorophyll meters. A difference was detected between the genotypes for the nitrogen balance and the index of secondary metabolites, flavonoids and anthocyanins. Regarding the flavonoid index, the genotypes V1 and V6 stand out with the highest production of this metabolite, which may be an indication of greater chances of survival of these plants under stressful conditions. Addition to acting as an antioxidant agent, these metabolites also play a key role in the modulation of cell signaling survival pathways (Mansuri et al., 2014).

Table 8: Total chlorophyll (SFRR), flavonoids (FLAV), nitrogen balance (NBIR) and anthocyanins (ANTHRB) obtained through the Multiplex® equipment, in variety "Vitória Incaper 8142" conilon coffee seedlings.

Genotypes	SFRR	FLAV	NBIR	ANTHRB
V1	2.69 a	0.40 a	1.93 c	0.026 b
V2	2.67 a	0.32 b	2.18 b	0.040 a
V4	2.68 a	0.24 c	2.38 b	0.031 b
V5	2.78 a	0.31 b	2.77 a	0.026 b
V6	2.68 a	0.41 a	1.66 c	0.020 b
V7	2.94 a	0.16 c	2.96 a	0.032 b
V8	2.94 a	0.21 c	3.13 a	0.022 b
V9	3.26 a	0.14 c	2.84 a	0.036 a
V10	2.70 a	0.35 b	2.98 a	0.045 a
V11	3.10 a	0.16 c	3.01 a	0.045 a
V12	2.96 a	0.19 c	2.48 b	0.028 b
V13	2.72 a	0.30 b	2.54 b	0.026 b

Means followed by the same letter in the column are not different from each other at the 5% probability level ($p < 0.05$) by the Scott-Knott test.

The highest production of anthocyanins was observed in genotypes V2, V9, V10 and V11. Because this metabolite belongs to the flavonoid class, it has protective functions

against stress such as water deficit, salinity, excess of UV radiation, attack of pathogens, among others (Li et al., 2016). Therefore, it is possible that the genotypes V2, V9, V10 and V11, are more likely to survive under stress conditions, as their genetic characteristics provide greater anthocyanin production.

In general, the greater synthesis of polyphenols did not negatively affect the dry total matter gain of genotypes V1, V2, V6, V9, V10 and V11 indicating that the normal growth of the seedling was maintained even with the greater investment in secondary metabolites. This can be confirmed by the low correlation between dry total matter and anthocyanins index and flavonoid index, with respective values of r = 0.24 and 0.26 (Figure 1). This reveals that, in this case, there was no competition of nitrogen for the routes of polyphenols and proteins, but that the nitrogen was supplied in sufficient amount to maintain the two metabolic routes, in which the greater synthesis of flavonoids is an intrinsic characteristic of these genotypes.

When the data were correlated (Pearson correlation) to verify the existence of association between the variables, interesting results were observed (Figure 1). Although many of the coefficients of the correlations evaluated were significant ($p < 0.01$ and $p < 0.05$), few were of medium or high magnitude. This can be attributed to the genetic diversity between the genotypes, if this analysis were carried out with only one genotype, we would possibly have higher correlation coefficients (Emerenciano Neto et al., 2019).

The SPAD showed positive correlation only with o with chlorophyll index (r = 0.45) and nitrogen balance (r = 0.60) (Figure 1). For SPAD and SFRR, this is related to the fact that both are indirect and non-destructive measures of chlorophyll. As for the nitrogen balance (NBIR) with SPAD, this is largely due to the N present in the chlorophyll molecules, strongly linking the chlorophyll content of the leaves to the plant's nitrogen status. Positive correlations between the chlorophyll content extracted from the leaves of the plants with the SPAD, SFRR and NBIR index have already been observed by other authors (Coelho et al., 2012; Sales et al., 2018c).

The dry total matter mass was negatively correlated with the SPAD index and the total chlorophyll SFRR, r = -0.25 and -0.30, respectively (Fgure 1). Likewise, the leaf area showed a negative correlation with the total chlorophyll SFRR (r = -0.35). Possibly these results were achieved due to the dilution effect that occurs between the chlorophyll molecules and dry matter mass and between leaf expansion with these same pigments.

In general, this study showed lower results for the growth characteristics of plants grown on substrates with tannery sludge. This can be attributed both to the toxic elements and to the lower availability of P and K contained in the tannery residue. It is worth mentioning that conventional treatment received an additional 0.625 kg of P_2O_5 and 0.200 kg of KCl for each 100 L of substrate, contributing to the growth of the plants.

In addition, it was possible to discover that the response pattern of the genotypes was not influenced by the substrate used. Therefore, genotypes behave similarly when using different substrates, and that the greater or lesser response between genotypes is an intrinsic characteristic of the genetic material, and not the type of substrate used.

4 CONCLUSIONS

The substrate containing tannery sludge provided less gain for most of the growth characteristics when compared to the conventional substrate; however, it did not differ in terms of seedling quality.

A greater synthesis of flavonoids and a lower nitrogen balance in plants grown on substrates with tannery sludge in comparison to the conventional substrate.

There was great variability between the genotypes in relation to the characteristics evaluated, where the genotypes V7, V9, V12 and V13 displayed the lowest seedling quality index.

The genotypes V1 and V6 were greater synthesis of flavonoids, which is a result of the genetic characteristics inherent to the genotypes themselves.

5 ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Espírito Santo Research and Innovation Support Foundation (FAPES) and the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES) for their financial and institutional support for research.

6 REFERENCES

ALIBARDI, L.; COSSU, R. Pre-treatment of tannery sludge for sustainable landfilling. **Waste Management**, 52(1):202-211, 2016.

BERILLI, S. S. et al. Substrate stabilization using humus with tannery sludge in conilon coffee seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**, 21(1):1-10, 2018.

BERILLI, S. S. et al. Níveis de cromo em mudas de café conilon desenvolvidas em substrato com lodo de curtume como adubação alternativa. **Coffee Science**, 10(3):320-328, 2015.

BERILLI, S. S. et al. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, 9(4):472-479, 2014.

CARETTO, S. et al. Carbon fluxes between primary metabolism and phenolic pathway in plant tissues under stress. **International Journal of Molecular Sciences**, 16(11):26378-26394, 2015.

CARVALHO, T. C. et al. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, 42(8):1366-1371, 2012.

COELHO, F. S. et al. Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(4):584-592, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – Café**. Primeiro levantamento, janeiro 2020 – safra 2019/2020: Brasília: CONAB, 2020. Available in: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Access in: January 15, 2020.

CONTARATO, C. C. et al. Evaluation of the initial development of conilon coffee genótipos (*Coffea canephora*). **Scientia Agraria,** 11(1):65-71, 2010.

COVRE, A. M. et al. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Revista Agro@mbiente**, 7(2):193-203, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EMERENCIANO NETO, J. V. et al. Características estruturais e produtivas em híbridos intraespecíficos e interespecíficos de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, 20:1-11, e-46788, 2019.

FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. 2 ed. Vitória: Incaper, 2017.

GILES, J. A. D. et al. Divergence and genetic parameters between *Coffea* sp. genotypes based in foliar morpho-anatomical traits. **Scientia Horticulturae**, 245(1):231-236, 2019.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package 'ExpDes.pt'**: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTENCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Cafeicultura - Tecnologias.** 2019. Available in: <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-tecnologias>. Access in: March 2, 2019.

INTERNETINAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Relatório sobre o mercado de Café.** Available in: http://www.ico.org/documents/cy2019-20/cmr-1019-p.pdf>. Access in: March 2, 2019.

KARASAWA, S. et al. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) irrigados com água salina. **Engenharia Rural,** 14(1):1-12, 2003.

KHALID, M. et al. Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens - A review. **Journal of Integrative Agriculture**, 18(1):211-230, 2019.

LI, P. The Arabidopsis UDP-glycosyltransferases UGT79B2 and UGT79B3, contribute to cold, salt and drought stress tolerance via modulating anthocyanin accumulation. **The Plant Journal**, 89(1):85-103, 2016.

MANSURI, M. L. et al. Flavonoids in modulation of cell survival signalling pathways. **Genes & Nutrition,** 9(3):1-9, 2014.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 2011.

MENEGHELLI, C. M. et al. Waste of drying coffee beans as a substrate alternative in coffee conilon seedlings. **Coffee Science**, 11(3):329-334, 2016.

QUARTEZANI, W. Z. et al. Effect of different proportions of urban organic compost on conilon coffee (*'Coffea canephora'*) propagation. **Australian Journal of Crop Science**, 13(6):821, 2019.

QUARTEZANI, W. Z. et al. Conilon plant growth response to sources of organic matter. **African Journal of Agricultural Research**, 13(4):181-188, 2018.

R CORE TEAM. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. 2016. Available in: <https://www.r-project.org/>. Access in: March 2, 2019.

SALAMANCA-JIMENEZ, A.; DOANE, T. A.; HORWATH, W. R. Performance of coffee seedlings as affected by soil moisture and nitrogen application. **Advances in Agronomy**, 136(1):221-244, 2016.

SALES, R. A. et al. Foliar fertilization using liquid tannery sludge in conilon coffee seedlings production. **Journal of Experimental Agriculture International,** 22(2):1-8, 2018a.

SALES, R. A. et al. Sazonal and interanual rainfall variability for Colatina, Espirito Santo, Brazil. **Scientia Agraria**, 19(2):186-196, 2018b.

SALES, R. A. et al. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae). **Scientia Agraria**, 19(1):132-141, 2018c.

SILVA, J. D. C. et al. Effect of different tannery sludge compost amendment rates on growth, biomass accumulation and yield responses of Capsicum plants. **Waste Manage**, 30(1):1976-1980, 2010a.

SILVA, L. D. et al. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(9):965-972, 2010b.

TAVARES, L. S. et al. Lodo do curtimento e sua influência na produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) e nas propriedades químicas do solo. **Ciência Florestal**, 23(3):357-368, 2013.

TEMOTEO, A. S. et al. Crescimento de cultivares de cafeeiro conilon submetidas ao estresse salino-hídrico. **Revista Caatinga**, 28(2):46-56, 2015.

VAZIFEHKHORAN, A. H.; SHIN, S. G.; TRIOLO, J. M. Use of tannery wastewater as an alternative substrate and a pre-treatment medium for biogas production. **Bioresource Technology**, 258(1):64-69, 2018.

WEI, T.; SIMKO, V. **Package "corrplot"**: Visualization of a correlation matrix. R package version 0.84, 2017.

ZAHEER, M. M. et al. Amelioration of cadmium stress in gladiolus (*Gladiolus grandiflora* L.) by application of potassium and silicon. **Journal of Plant Nutrition**, 41(4):461-476, 2018.

Brazilian Journal of Development

Impacto das projeções de mudanças climáticas globais do IPCC no zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar na América do Sul

Impact of IPCC global climate change projections on agroclimatic zoning of sugarcane crops in South America

DOI:10.34117/bjdv6n5-331

Recebimento dos originais: 18/04/2020
Aceitação para publicação: 18/05/2020

Fábio da Silveira Castro
Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do ***Espírito Santo – IFES Campus Colatina***
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – N^{0}1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: fabiosilveira@ifes.edu.br

Alexandre Cândido Xavier
Doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade de São Paulo
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias – CCA – UFES/Departamento de Engenharia Rural
Endereço: Alto Universitário, S/N Guararema, CEP 29500-000 - Alegre – ES, Brasil
E-mail: xavier@cca.ufes.br

Luciano Roncetti Pimenta
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – MG
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do ***Espírito Santo – IFES Campus Nova Venécia***
Endereço: Rod. Rodovia Miguel Curry Carneiro, Santa Luzia, CEP 29830-000 **–** Nova Venécia **-** ES, Brasil
E-mail: luciano.pimenta@ifes.edu.br

Abrahão Alexandre Alden Elesbon
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – MG
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do ***Espírito Santo – IFES Campus Colatina***
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – N^{0}1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: abrahao.elesbon@ifes.edu.br

Brazilian Journal of Development

Waylson Zancanella Quartezani
Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do ***Espírito Santo – IFES Campus Montanha***
Endereço: Rod. Montanha x Vinhático, km 01, Palhinha, CEP 29890-000 - Montanha - ES, Brasil
E-mail: waylson.quartezani@ifes.edu.br

Valéria Hollunder Klippel
Doutora em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Instituição: Universidade Federal do espírito Santo (UFES)
Endereço: Av. Gov. Lindemberg, 316, Centro, Jerônimo Monteiro - ES, CEP: 29550-000 Brasil
E-mail: vhklippel@gmail.com

RESUMO
O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) através do seu Quarto Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas Globais (IPCC-AR4) publicado em 2007, atribui as emissões de gases de efeito estufa como a principal causa do aumento médio das temperaturas e alerta para uma elevação entre 1,8 ºC e 6,4 ºC até 2100, podendo modificar assim a aptidão climática para as culturas agrícolas em diversas regiões do planeta. Diante disso, existe a necessidade de substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis e limpas de energia, como o etanol. A cana-de-açúcar apresenta-se, portanto, como uma cultura estratégica na produção do etanol. O presente trabalho teve como objetivo: elaborar o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para a América do Sul considerando o clima referência e o futuro para as décadas de 2050 e 2080 em função do cenário de emissão A1B considerado pessimista e que usa um equilíbrio entre todas as fontes de energia. Para a elaboração do zoneamento agroclimático, procedeu-se o cálculo dos balanços hídricos (referência e futuros) da cultura, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955). Para o cenário referência, utilizaram-se dados das médias mensais da precipitação e temperatura provenientes da "University of East Anglia"/"Climate Research Unit" (CRU), enquanto que para as projeções futuras, dados provenientes das anomalias do Multimodel (ensemble) – MM para as décadas de 2050 e 2080. Baseado nos mapas temáticos reclassificados de deficiência hídrica anual, temperatura média anual, excedente hídrico anual e no índice de satisfação das necessidades de água (ISNA), realizou-se uma sobreposição dessas informações obtendo assim, os mapas finais do zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar. Os resultados para os cenários avaliados mostraram que as áreas inaptas correspondem a maior parte da América do Sul, e há uma expressiva transição entre as classes de aptidão climática da cultura.

Palavras-chave: Aquecimento global; balanço hídrico da cultura; zoneamento agroclimático; cana-de-açúcar.

ABSTRACT
The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) through its Fourth Assessment Report of Global Climate Change (IPCC-AR4), published in 2007, assign emissions of greenhouse gases as the main cause of the increase in average temperatures and alert an

Brazilian Journal of Development

increase between 1.8 ºC and 6.4 ºC until 2100, thus being able to modify the climatic aptitude for crops in different regions of the planet. Therefore, a necessity exists to replace fossil fuels with renewable and clean energy sources such as ethanol. The cane sugar, therefore, presents itself as a strategic crop for ethanol production. The study objective: elaborate the agroclimatic zoning of cane sugar to South America considering the climate for future reference and 2050 and 2080, in function to the emission scenario A1B considered pessimistic and using a balance between all energy sources. For the development of agroclimatic zoning proceeded to calculate the water balance (reference and future) of culture by the method of Thornthwaite & Mather (1955). For the reference scenario used data from monthly averages of precipitation and temperature from the "University of East Anglia"/"Climate Research Unit", while for future projections, data from the Multimodel anomalies (ensemble) - MM for the 2050 and 2080. Based on thematic maps reclassified on annual water deficit, annual mean temperature, annual water surplus and the Index Satisfaction of Water Requirements (ISNA) held an overlay of this information thus obtaining the final maps of agroclimatic zoning of cane sugar. The unfit areas correspond to most of South America and a substantial transition between the classes of weather ability of culture. The results for the evaluated scenarios showed that the unsuitable areas correspond to most of South America, and there is an expressive transition between the classes of climatic aptitude of the culture.

Key words: global warming; water balance of culture; zoning agroclimatic; sugarcane

1 INTRODUÇÃO

Os riscos decorridos das mudanças climáticas globais, sejam naturais ou pela ação antrópica, têm levado grande preocupação à comunidade científica. Para estudar tais mudanças o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) fornece informações científicas através de relatórios sobre as mudanças do clima que já aconteceram e que podem vir a acontecer no mundo (IPCC, 2007).

Segundo o IPCC (2007), as mudanças climáticas referem-se a uma variação estatisticamente significativa nas condições médias do clima por um longo período como décadas ou mais. Ele ainda alerta através de relatórios para um aumento médio na temperatura global entre 1,8 ºC e 4,0 ºC até 2100 e, caso a população e a economia continuarem a crescer rapidamente e se for mantido o consumo intenso de combustíveis fósseis, esse aumento será ainda maior chegando a 6,4 ºC.

Buckeridge et al. (2008), afirmam que a queima de combustíveis fósseis, a modificação do uso ou cobertura do solo e o crescimento populacional vêm colaborando para o aumento do aquecimento global e as alterações que estão ocorrendo no clima do planeta.

De acordo com Furtado et al. (2011), o etanol é uma fonte de energia renovável e limpa para o meio ambiente e pode ser produzido a partir da cana-de-açúcar, atenuando os efeitos

das emissões de gases do efeito estufa, mitigando possíveis impactos ambientais decorrentes das mudanças climáticas, principalmente pelo setor de transportes que contribui com cerca de 50% das emissões de CO_2 proveniente da queima de combustíveis fósseis (Goldemberg, 2011).

A expansão das áreas com a implantação da cultura da cana-de-açúcar para a produção de etanol, uma vez que poderia amenizar o efeito do aquecimento global, já que estaria relacionada à diminuição das emissões de combustíveis fosseis. Porém, para identificar as áreas potencialmente favoráveis à cultura da cana-de-açúcar, é importante observar as condições climáticas da região, afim de atender as exigências da cultura, tornando-se, portanto, relevante à elaboração de zoneamentos agroclimáticos. Estes são consideradas ferramentas de fundamental importância na delimitação de áreas climaticamente favoráveis para diversas culturas agrícolas, auxiliando na organização, planejamento das atividades agrícolas e o uso dos recursos naturais de maneira racional, de modo a refletir na otimização dos investimentos Sediyama et al. (2001); Assad et al., (2013).

Mediante ao exposto o presente trabalho tem por objetivo elaborar o zoneamento agroclimático para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na América do Sul, considerando o clima de referência 1961-1990 (década de 1980) e o cenário A1B de mudanças climáticas projetadas para os períodos de 2040-2069 (década de 2050) e 2070 a 2099 (década de 2080), utilizando dados do Multimodel (*ensemble*) – MM, que é a média da combinação dos 21 modelos climáticos globais do IPCC-AR4 (quarto relatório do IPCC) na simulação dos dados climáticos das variáveis climatológicas temperatura do ar e precipitação pluviométrica.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A região de estudo corresponde ao território da América do Sul, com área total de 17.632.900 km². Situa-se geograficamente entre os meridianos 83° e 33° de longitude oeste e entre os paralelos 58° de latitude Sul e 15° de latitude Norte, compreendendo os países da Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Chile, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela, conforme apresentado na Figura 1.

Brazilian Journal of Development

Figura 1. Localização da área de estudo

2.2 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS PARA O ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Para elaborar o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar, utilizaram-se as normais climatológicas da base de dados observacionais proveniente da "University of East Anglia"/"Climate Research Unit" (CRU), disponibilizada gratuitamente no endereço eletrônico http://www.cru.uea.ac.uk/data, estes representaram o clima referência do globo terrestre, considerados os dados médios das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação pluviométrica em escala mensal compreendidos no período de 1961-1990 (década de 1980), oriundos de diversas estações meteorológicas distribuídas ao longo da superfície terrestre disponível no formato matricial (grid) com resolução espacial 10' x 10' (New et al., 2002).

Para realizar as simulações das projeções futuras para as décadas de 2050 e 2080, utilizaram-se as médias das anomalias de temperatura do ar e precipitação pluviométrica

período referência (1961-1990) de todos os diferentes modelos climáticos globais provenientes do IPCC-AR4 (Tabela 1), sendo que as médias desses modelos foram denominadas de Multimodel (ensemble) – MM.

O cenário de emissão adotado foi o A1B (SRA1B-30b) compatível com o quarto relatório de avaliação de mudanças climáticas, este é considerado um cenário "pessimista" com maior emissão de gases se efeito estufa, porém com um uso equilibrado e eficiente de fontes de energia, sendo possível avaliar os impactos mais pessimistas que as mudanças climáticas poderão ocasionar sobre o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar na América do Sul, além do uso equilibrado de todas as fontes de energia.

Todos os dados de simulações climáticas utilizados no presente estudo foram adquiridos gratuitamente no site do IPCC no endereço eletrônico http://www.ipcc-data.org/sim/gcm_clim/SRES_AR4/index.html.

2.3 REGIONALIZAÇÃO (DOWNSCALING) DOS DADOS DO IPCC

Como os dados dos MCGs do IPCC-AR4 encontravam-se disponíveis em grades com diferentes resoluções espaciais quando comparado aos dados do CRU, procedeu-se a regionalização dos dados, ou seja, a redução da escala dos dados do Multimodel (ensemble) – MM, para a mesma resolução do CRU (10' x 10') de latitude e longitude. Para realizar tal procedimento, utilizou-se o método de interpolação do tipo linear devido a sua simplicidade Burden e Faires, (2008), construída por meio de funções em linguagem de programação que foram implementadas no software Matlab 6.5®.

Posteriormente à interpolação, os ajustes dos dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica foram realizados conforme metodologia proposta por Mpelasoka & Chiew (2009) e Chen et al. (2011), através da aplicação da Equação 1.

$$T_{ajust.fut} = T_{obs(CRU)} + \left(\overline{T}_{MCG(Fut)} - \overline{T}_{MCG(Ref)}\right) \quad (1)$$

em que:

$T_{ajust.fut}$

Temperatura do ar ajustada para o futuro (°C);

$T_{obs(CRU)}$

= dados de temperatura (°C) observados do CRU; e

$\left(\overline{T}_{MCG(Fut)} - \overline{T}_{MCG(Ref)}\right)$

= diferença entre a temperatura mensal (°C) dos dados projetados para o futuro e os dados do período de referência, ambos projetados pelos MCGs, ou seja, é a anomalia dos dados dos modelos.

Os ajustes dos dados de precipitação pluviométrica foram realizados conforme a Equação 2, que permitiu que obtivéssemos valores absolutos de precipitação sempre positivos.

$$P_{ajust.fut} = P_{obs(CRU)} X \left(\overline{P}_{MCG(Fut)} / \overline{P}_{MCG(Ref)}\right) \quad (2)$$

Em que:

$P_{ajust.fut}$

= precipitação ajustada para o período futuro (mm);

$P_{obs(CRU)}$

= dados de precipitação (mm) observados do CRU; e

$\left(\overline{P}_{MCG(Fut)} / \overline{P}_{MCG(Ref)}\right)$

= relação dos dados mensais de precipitação (mm) projetados para o futuro pelos dados de referência do período referência projetados pelos MCGs.

Brazilian Journal of Development

Tabela 1 – Identificação, origem e resolução espacial dos modelos climáticos globais do IPCC-AR4

Modelo	Origem	Resolução espacial (X,Y)
BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centre for Climate Research (Noruega)	2,8125° x 2,7893°
CGCM3.1(T47)	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (Canadá)	2,8125° x 2,7893°
CGCM3.1(T63)	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (Canadá)	3,7500° x 3,7089°
CNRM-CM3	Centre National de Recherches Meteorologiques (França)	2,8125° x 2,7893°
ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn, Meteorological Research Institute of KMA, and Model and Data Group (Alemanha e Coréia)	3,7500° x 3,7089°
CSIRO Mark 3.0	Atmospheric Research (Austrália)	1,8750° x 1,8647°
GFDL-CM2.0	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (Nova Jersey)	2,5000° x 2,0000°
GFDL-CM2.1	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (Nova Jersey)	2,5000° x 2,0111°
INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics (Rússia)	5,0000° x 4,0000°
IPSL-CM4	Institute Pierre Simon Laplace (França)	3,7500° x 2,5352°
FGOALS1.0-g	LASG/ Institute of Atmospheric Physics (China)	2,8125° x 3,0508°
ECHAM5-MPI-OM	Max Planck Institute for Meteorology (Alemanha)	1,8750° x 1,8647°
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute (Japão)	2,8125° x 2,7893°
GISS-AOM	NASA Goddard Institute for Space Studies (Estados Unidos)	4,0000° x 3,0000°
GISS-EH	NASA Goddard Institute for Space Studies (Estados Unidos)	5,0000° x 3,9556°
NCAR-CCSM3	National Center for Atmospheric Research (Estados Unidos)	1,4063° x 1,4004°
NCAR-PCM	National Center for Atmospheric Research (Estados Unidos)	2,8125° x 2,7893°
MIROC3.2 (hires)	Center for Climate System Research (Tóquio)	1,1250° x 1,1213°
MIROC3.2 (medres)	Center for Climate System Research (Tóquio)	2,8125° x 2,7893°
HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office (Reino Unido)	3,7500° x 2,5000°
HadGEM1	Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office (Reino Unido)	1,8750° x 1,2500°

Fonte:IPCC-AR4

Brazilian Journal of Development

2.4 ELABORAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DA CULTURA

De posse dos dados de temperatura média do ar e da precipitação pluvial mensal proveniente do CRU e do IPCA-R4 ajustados para o futuro, realizaram-se as simulações dos balanços hídricos da cultura pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1955) para o clima referência 1980 (1961-1990) e para a projeção futura centrado na década de 2050 (2040 a 2069) e 2080 (2070 a 2090) para o cenário A1B. Iniciou-se o balanço hídrico no fim do período chuvoso conforme indicado por Pereira, et al. (2002), adotando a Capacidade de Armazenamento Disponível (CAD), que é o máximo de água que o solo pode reter de 100 mm, assim como é indicada para a maioria das culturas agrícolas anuais Pereira et al. (2002).

A evapotranspiração da cultura (ETc) é um parâmetro necessário para o cálculo do balanço hídrico da cultura e expressa a demanda de água utilizada por uma cultura em qualquer fase de seu desenvolvimento, desde o plantio/semeadura até a colheita, quando não houver restrição hídrica. Para realizar o cálculo da estimativa da ETc, foi necessário obter primeiro a evapotranspiração potencial corrigida (ETP_c). Os métodos desenvolvidos são empíricos e foram calculados através da (Equações 1 e 2).

$$ETP_c = ETp * \frac{ND}{30} * \frac{N}{12} \qquad (1)$$

Em que:

ETP_c = evapotranspiração potencial corrigida;

ND = número de dias do mês em questão; e

N = fotoperíodo médio daquele mês.

$$ETc = Kc * ETp_c \quad (2)$$

Em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm);

ETp_c = evapotranspiração potencial corrigida ou de referência (mm); e

Kc = coeficiente de cultura, este varia em função dos diferentes períodos de crescimento e desenvolvimento da cultura (adimensional).

As fases fenológicas e a duração dos períodos para a cultura da cana-de-açúcar com ciclo de 1 ano foram adaptados de Barbieri et al. (1982) e Allen et al. (1998). O kc expressa a demanda de água pela planta em cada fase de seu desenvolvimento, sendo utilizado para calcular a evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em cada uma dessas fases, para isso, utilizou-se o kc recomendado no boletim da Food and Agriculture Organization FAO-56 Allen et al. (1998), conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Duração média das fases fenológicas e o coeficiente de cultura (kc) da cultura da cana-de-açúcar com ciclo de 1 ano.

*Fases Fenológicas	*Duração em meses	**Coeficiente Kc
Brotação e Emergência	1	0,4
Perfilhamento	2	1,25
Desenvolvimento Vegetativo	7	1,25
Maturação	2	0,75

Fonte: *Adaptado de Barbieri, 1982.

**Baseado em Doorenbos e Pruitt (1977) - FAO n.24 e Allen et al. (1998) - FAO n.56.

Calculou-se também o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) que corresponde a um a valor adimensional variando de zero (0) a um (1), sendo que valores próximos a 1 indicam suprimento hídrico ideal. Esse parâmetro foi de fundamental importância para delimitar áreas com baixos riscos de ocorrência de estresses hídricos no território da América do Sul. Assim, o ISNA da cana-de-açúcar foi definido pela (Equação 3).

$$ISNA = ETr / ETc \quad (3)$$

Em que:

$ISNA$ = índice de satisfação das necessidades de água;

ETr = evapotranspiração real da cultura (mm); e

ETc = evapotranspiração da cultura (mm).

Com os dados calculados, foi possível gerar os mapas de evapotranspiração potencial (ETp), evapotranspiração real (ETr), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica anual (Da) e excedente hídrico anual (Ea), espacializados para a resolução do CRU (10' x 10'), através do acoplamento dos dados da projeção futura do IPCC aos dados do CRU.

É importante ressaltar que o balanço hídrico foi realizado célula a célula, considerando as diferenças regionais projetadas pelos modelos do IPCC para o clima futuro, onde cada célula possui seu valor correspondente à variável em estudo de acordo com seu posicionamento geográfico.

2.5 ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR (SACCHARUM SPP.)

O zoneamento agroclimático consistiu essencialmente na delimitação das zonas de aptidão para o cultivo da cultura estudada, na qual foram estabelecidas as condições hídrico-termais ideais para o seu desenvolvimento e produtividade.

A partir dos mapas de temperatura média, deficiência hídrica anual, excedente hídrico anual e do índice de satisfação da necessidade de água anual, delimitou-se as zonas de aptidão climática para definir as áreas de exploração da cana-de-açúcar, considerando o cenário referência (década 1980) e a projeção futura das décadas de 2050 e 2080 para a América do Sul, classificando-as em: aptas, restritas por (Da), restritas por (Ta) e inaptas ao cultivo.

As classes de aptidão climática estabelecidas para a cultura da cana-de-açúcar são descritas abaixo.

- Regiões Aptas: são regiões consideradas de aptidão plena, apresentando condições térmicas e hídricas favoráveis para o bom desenvolvimento e produção da cultura em escala econômica.
- Regiões restritas por deficiência hídrica anual (Da): nestas regiões o regime hídrico apresenta-se como fator limitante no desenvolvimento da cultura, repercutindo negativamente na produção. Para a plantação da cana-de-açúcar nessas áreas torna-se necessário o uso de irrigação para a produção da cultura.
- Áreas restritas por temperatura média anual (Ta): regiões que não são recomendadas para o cultivo da cana-de-açúcar, pois apresentam carência térmica. Nessas áreas o desenvolvimento da cultura é prejudicado por temperaturas abaixo da zona favorável para o seu pleno desenvolvimento.
- Áreas Inaptas: São aquelas regiões caracterizadas por apresentar limitações severas dos fatores hídricos e/ou térmicos, prejudicando as fases de desenvolvimento da cultura com marcante repercussão em sua produção. As características normais do clima não são adequadas à exploração econômica da cultura, exigindo práticas agrícolas dispendiosas para a produção.

Os parâmetros térmicos e hídricos estabelecidos para avaliar as áreas com aptidão para a implantação e desenvolvimento da cultura foram baseados nos trabalhos realizados por Brunini et al. (2008) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2009), conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação de riscos e faixas de aptidões térmicas e hídricas para a cultura da cana-de-açúcar.

Regiões	Risco	Classificação	*Ta (°C)	Da (mm)	Ea (mm)	ISNA
Aptas	Baixo	Indicada	> 20	< 200	< 800	> 0,6
Restritas por Da	Baixo	Indicada	> 20	200 ≤ Da <400	< 800	> 0,6
Restritas por Ta	Alto	Não indicada	18 <Ta< 20	< 200	< 800	> 0,6
Inaptas	Alto	Não indicada	< 18	Da ≥ 400	> 800	< 0,6

Ta = temperatura média anual; Da = deficiência hídrica anual; Ea = excedente hídrico anual; e ISNA = índices de satisfação das necessidades de água.

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2009).

*Brunini et al. (2008).

Os mapas finais do zoneamento agroclimático para o cenário referência e as projeções futuras para a cultura da cana-de-açúcar, foram gerados através da sobreposição de mapas que caracterizavam a aptidão térmica e hídrica satisfatórias ao desenvolvimento da cultura para a área estudada. Todas as etapas para a realização dos mapas foram realizadas em um software de SIG (ArcGis 10.0®).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho são apresentados e discutidos os resultados do impacto das projeções de mudanças climáticas globais do IPCC-AR4 para a cana-de-açúcar.

A Figura 2 apresenta os mapas temáticos do zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar para a América do Sul considerando o cenário referência (década de 1980) e a projeção climática futura do cenário A1B para a década de 2050.

De acordo com a Figura 2, observa-se que para o clima referência as zonas climatologicamente aptas para o cultivo da cana-de-açúcar correspondem a 24,8% da área de estudo, reduzindo significativamente para 15,7% na década de 2050.

Esses resultados podem ser atribuídos ao aumento na média da temperatura global e o aumento da deficiência hídrica em muitos locais da área estudada. Já as áreas restritas por (Da)

aumentarão, passando de 4,2% na década de 1980 para 15,6% em 2050. Nas áreas restritas por (Da), a cultura poderá ser cultivada, porém o uso da irrigação tornará necessário.

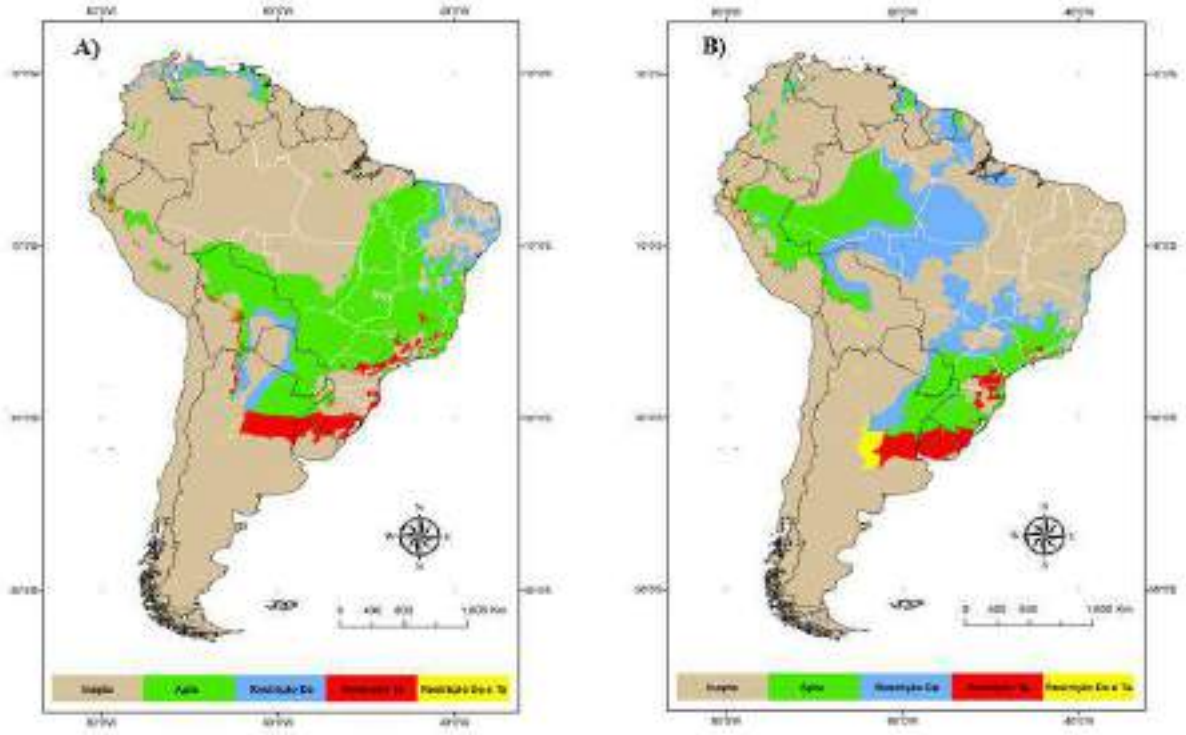
O Uruguai terá um aumento de 15,36% de áreas aptas para a cultura. Já no Peru, observa-se uma expansão nas áreas aptas para o cultivo da cultura para a década de 2050, essas regiões provavelmente serão beneficiadas pelo aumento da temperatura. O Chile, tanto para o cenário referência, quanto para a projeção climática futura apresentam 100% da área de seu território inapta para o cultivo da cultura. Isso ocorre, pelo fato da região apresentar temperaturas muito baixas, o que não é tolerado pela cultura.

Outro aspecto importante a ser avaliado é a distribuição espacial das classes de aptidão da cana-de-açúcar, regiões que no cenário referência apresentam áreas aptas para o cultivo da cultura passarão a ser inaptas ou restritas por (Da), e outras que não possuíam aptidão se tornarão aptas, mediante ao efeito das projeções futuras de mudanças climáticas. Isso pode ser observado em diversos países, ficando bem evidenciado no estado do Amazonas pertencente à região Norte do Brasil, que para o cenário referência não apresenta áreas favoráveis para à cultura, porém com a projeção climática centrada na década de 2050, o Estado passará a possuir zonas aptas e restritas por (Da), portanto, sendo beneficiado com o incremento da temperatura, já que apresenta baixa deficiência hídrica.

Resultados concordantes foram encontrados nos estudos realizados por Oliveira et al. (2012) que apontou alto risco climático para a cultura mediante as mudanças climáticas, porém em alguns locais do Brasil observa-se o surgimento de novas áreas aptas para o cultivo.

Brazilian Journal of Development

Figura 2. Zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar na América do Sul para o cenário referência (década de 1980) utilizando dados do CRU (A) e para a década de 2050, considerando o cenário A1B (B).



A Figura 3 mostra os mapas temáticos do zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar para a América do Sul considerando o cenário referência (década de 1980), e o da projeção climática futura considerando o cenário A1B para a década de 2080, conforme dados do IPCC-AR4.

De acordo com a Figura 3 é possível observa-se que para o cenário referência as zonas climatologicamente aptas para o cultivo da cana-de-açúcar correspondem a 24,8% da área de estudo, e a mesma reduz significativamente para 13,9% na década de 2080. Esses resultados podem ser atribuídos ao aumento na média da temperatura global e o aumento da deficiência hídrica em muitos locais da área estudada.

Ainda analisando a Figura 3, observa-se que as áreas restritas por (Da) aumentarão, passando de 4,2% (cenário referência) para 11,8%. Nestas áreas a cultura poderá ser cultivada, porém o uso da irrigação tornará necessário.

Ainda é observado que a maior parte do território da América do Sul é considerada climatologicamente inapta para a implantação da cultura da cana-de-açúcar, alcançando 72% para a década de 2080, caso sejam mantidas as características genéticas da cultura e as

projeções de mudanças do clima pelo IPCC. Este resultado pode ser justificado pela combinação do aumento da temperatura do ar e da deficiência hídrica anual, ocasionado pela redução da precipitação pluviométrica em algumas regiões (IPCC, 2007). A elevação da temperatura aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e, consequentemente, há uma maior demanda hídrica, uma vez que implica na elevação das taxas de evapotranspiração (PEREIRA et al., 2002).

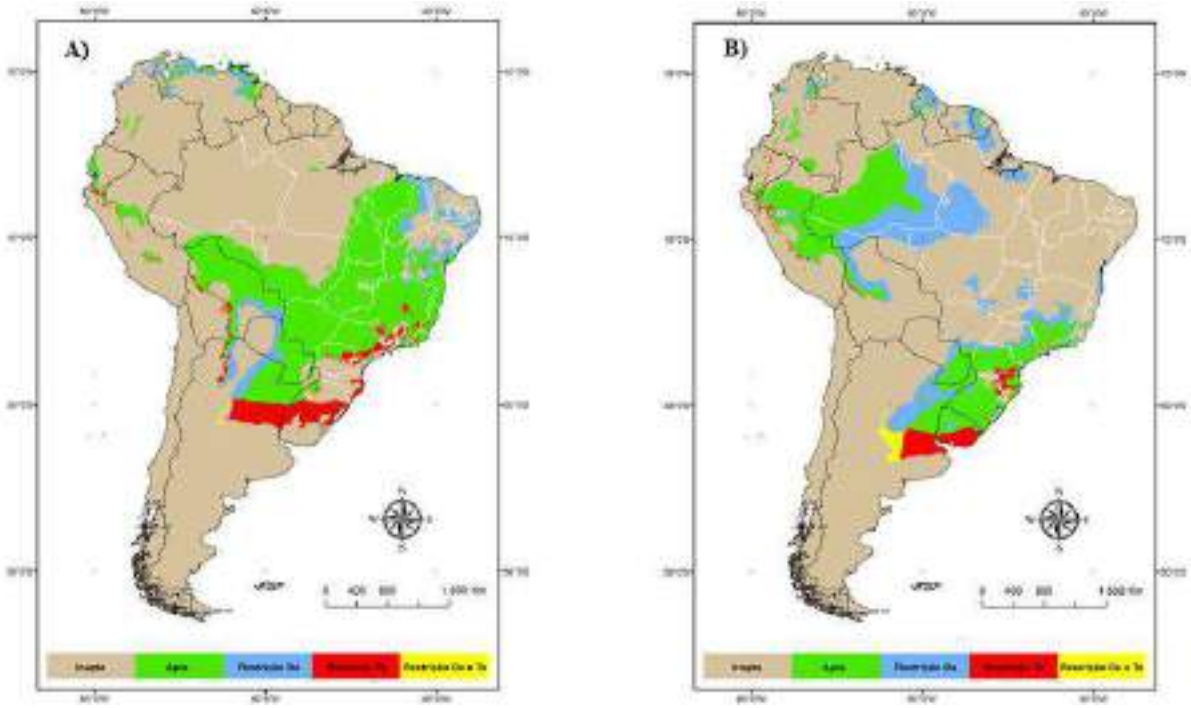
De acordo com a Figura 3, o Chile, tanto para o cenário referência, quanto para as projeção climática futura referente a década de 2080 apresenta 100% da área de seu território inapta para o cultivo da cultura. Isso ocorre, pelo fato da região apresentar temperaturas muito baixas, o que não é tolerado pela cultura (Tabela 3). Já para o Peru, observa-se uma expansão nas áreas aptas para o cultivo da cultura para a década de 2080, essa região provavelmente será beneficiada pelo aumento da temperatura.

Já no Brasil, algumas áreas que não possuíam aptidão se tornarão aptas mediante ao efeito das projeções futuras das mudanças climáticas, isto é observado no estado do Amazonas pertencente à região Norte do país, sendo que para a década 1980 (cenário referência) não apresenta áreas favoráveis para à cultura, porém com a projeção climática centrada na década de 2080, passará a possuir zonas aptas e Restritas por (Da), portanto, sendo beneficiado com o incremento da temperatura, já que apresenta baixa deficiência hídrica.

Segundo estudos realizados por Magalhães (1987), a temperatura do ar provavelmente é um dos fatores climáticos de maior relevância no desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar, porém muitas vezes o desenvolvimento da cultura acaba sendo limitada pela demanda hídrica, por isso é importante que haja irrigação ou umidade no solo. Sodré (2010) mostra que em algumas áreas o aumento da temperatura para as décadas futuras beneficiará a implantação da cana-de-açúcar, desde que tenha demanda hídrica satisfatória para a cultura.

Brazilian Journal of Development

Figura 3. Zoneamento agroclimático da cultura da cana-de-açúcar na América do Sul para o cenário referência (década de 1980) utilizando dados do CRU (A) e para a década de 2080, considerando o cenário A1B (B).



4 CONCLUSÕES

Se ocorrerem as mudanças climáticas globais projetadas pelos modelos do IPCC-AR4 ao longo das décadas de 2050 e 2080, considerando o cenário A1B e mantidas as características genéticas da cultura, ocorrerá uma expansão das regiões inaptas para a implantação da cana-de-açúcar na América do Sul. As áreas restritas por deficiência hídrica também aumentarão, sendo estas passíveis de cultivo, porém o uso da irrigação torna-se imprescindível nessas regiões.

REFERÊNCIAS

Allen, R.A.; Pereira, S.L.; Raes, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 1998. 328p. (Irrigation and Drainage, n.56).

Assad, E. D.; Martins, S. C.; Beltrão, N. E. M.; Pinto, H. S. Impacts of climate change on the agricultural zoning of climate risk for cotton cultivation in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.1, p. 8,2013.

Barbieri, V.; Villa Nova, N.A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. Araras: PLANALSUCAR, Coordenadoria Regional Sul, p.36, 1982.

Buckeridge, M.S.; Aidar, M.P.M.; Silva,E.A.; Martinez,C.A. **Respostas de Plantas às Mudanças Climáticas Globais**. In: Buckeridge, M.S. (Org.). Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil. 1.ed. São Carlos: Rima Editora, v. 1, p.77-91, 2008.

Burden, R. L.; Faires, J. D. **Análise numérica**. Cengage Learning, 8ª Ed., 2008,721p.

Brunini, O; Prado,H.do; Landell, M.G.A.; Carvalho, J.P. de; Brunini, A.; MORAIS, J.F.L. **Zoneamento de culturas bioenergéticas no Estado de São Paulo: aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 31p, 2008.

CHEN, J.; BRISSETTE, F.P.; LECONTE, R. Uncertainty of downscaling method in quantifying the impact of climate change on hydrology. **Journal of Hydrology**. v.401, p.190-202, 2011.

Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. 1977. **Guidelines for predicting crop water requirements. Roma**: FAO, 1977. 179p. (Irrigation and Drainage, n.24).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. In: Manzatto, C.V. Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, 55p, 2009.

Furtado, A.T.; Scandiffio, M.I.G.; Cortez, L.A.B. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, v.39, p.156–166, 2011.

Goldemberg, J. The role of biomass in the world's energy system. In: Routes to cellulosic ethanol. Buckeridge, M. S.; Goldman, G. H. (eds.). **Springer**, New York, p.3-14, 2011.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: **Synthesis Report: Working Group contributions to the Fourth Assessment Report**. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em: 05 out.2013.

MAGALHÃES, A.C.N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafós, 1987. p.113-118.

MPELASOKA, F.S.; CHIEW, F.H.S. Influence of rainfall scenario construction methods on runoff projections. **Journal of Hydrometeorological**. v10, p.1168-1183, 2009.

New, M.; Lister, D.; Hulme, M.; Makin, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v.21, p.1-25, 2002.

Oliveira, S. D.; Silva, V.P.R.; Santos, C.A.C.; Silva, M.T.; Sousa, E.P. Os Impactos das Alterações Climáticas na Cana-de-Açúcar Cultivada em Sistema de Sequeiro na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasília, n.11, p.170-184, 2012.

Pereira, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

Sediyama, G.C.; Melo Junior, J.C.F. de; Santos, A.R. dos; Ribeiro, A.; Costa, M.H.; Hamakawa, P.J.; Costa, J.M.N. da; Costa, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (Coffea arabica L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.501-509, 2001.

SODRÉ, G. de A. **2040 - o aquecimento global gerando impacto econômico na produção de cana no Estado de São Paulo**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2010.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. **The water balance**. Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, v.8, n.1, 104p., 1955.

Brazilian Journal of Development

Performance Evaluation of Global Climate Models (MCGs) from the IPCC-AR4, in climatic data simulation of air temperature and pluviometric precipitation for South America

Avaliação de desempenho de modelos climáticos globais (MCGs) do IPCC-AR4, na simulação de dados climáticos da temperatura do ar e precipitação pluviométrica na América do Sul

DOI:10.34117/bjdv6n5-545

Recebimento dos originais:15/04/2020
Aceitação para publicação:27/05/2020

Fábio da Silveira Castro
Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – N^{0}1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: fabiosilveira@ifes.edu.br

Alexandre Cândido Xavier
Doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade de São Paulo
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias (CCA – UFES) /Departamento de Engenharia Rural
Endereço: Alto Universitário, S/N Guararema, CEP 29500-000 - Alegre – ES, Brasil
E-mail: xavier@cca.ufes.br

Roberto Avelino Cecílio
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – MG
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias (CCA – UFES) /Departamento de Engenharia Florestal, NEDTEC
Endereço: Avenida Governador Lindemberg, 316, Centro, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil
E-mail: roberto.cecilio@ufes.br

Luciano Roncetti Pimenta
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – MG
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Nova Venécia
Endereço: Rod. Rodovia Miguel Curry Carneiro, Santa Luzia, CEP 29830-000 – Nova Venécia - ES, Brasil
E-mail: luciano.pimenta@ifes.edu.br

Brazilian Journal of Development

Valéria Hollunder Klippel
Doutora em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Instituição: Universidade Federal do espírito Santo (UFES)
Endereço: Av. Gov. Lindemberg, 316, Centro, Jerônimo Monteiro - ES, CEP: 29550-000 Brasil
E-mail: vhklippel@gmail.com

Abrahão Alexandre Alden Elesbon
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – MG
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – N ^{0}1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: abrahao.elesbon@ifes.edu.br

Waylson Zancanella Quartezani
Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Montanha
Endereço: Rod. Montanha x Vinhático, km 01, Palhinha, CEP 29890-000 - Montanha - ES, Brasil
E-mail: waylson.quartezani@ifes.edu.br

ABSTRACT
The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), through the fourth assessment report on global climate change (IPCC-AR4), issues a warning for a temperature increase of between 1.8° C and 6.4° C by 2100. In light of the above, many studies have been conducted regarding the future climate; such studies are performed by means of models that simulate climate data using several variables. This study had as its objective to evaluate the performance of the 22 MCGs from the IPCC -AR4 in addition to the Multi-model (*ensemble*) – MM in the simulation of climatic data from air temperature and precipitation for annual and monthly periods, as well as the Multi-model (*ensemble*) – MM for South America. Mean observed monthly precipitation and air temperature climate data were provided by the Climatic Research Unit (CRU) and simulated data from the 22 MCGs from the IPCC (current scenario *20c3m*) were taken between 1961 and 1990. MCG performance was evaluated by comparing statistical indexes such as standard deviation, correlation, square root of the mean squared of the centered differences and the "bias" of the simulated data with observed data, as represented in the Taylor diagram. The results showed that the Multi-model (*ensemble*) – MM for the monthly period showed itself to have the best performance among all the analyzed models. For the annual period, the MRI-CGCM 2.3.2 model achieved the best performance in the simulation of the data of the variable precipitation, while for air temperature variable the best was the CNRM-CM3 model.

Keywords: Global Climate Models; Taylor diagram; IPCC; Performance; Annual Precipitation; Air Temperature

Brazilian Journal of Development

RESUMO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), através do quarto relatório de avaliação sobre mudanças climáticas globais (IPCC-AR4), emite um alerta para um aumento de temperatura entre 1,8 ° C e 6,4 ° C até 2100. À luz do exposto , muitos estudos foram realizados sobre o clima futuro; esses estudos são realizados por meio de modelos que simulam dados climáticos usando diversas variáveis. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho dos 22 MCGs do IPCC -AR4, além do Multi-modelo (ensemble) - MM, na simulação de dados climáticos da temperatura do ar e precipitação para períodos anuais e mensais, bem como como o modelo múltiplo (conjunto) - MM para a América do Sul. Os dados médios mensais observados de precipitação e temperatura do ar foram fornecidos pela Unidade de Pesquisa Climática (CRU) e dados simulados dos 22 MCGs do IPCC (cenário atual 20c3m) foram obtidos entre 1961 e 1990. O desempenho do MCG foi avaliado comparando-se índices estatísticos como desvio padrão, correlação, raiz quadrada da média quadrática das diferenças centralizadas e o "viés" dos dados simulados com os dados observados, conforme representado no diagrama de Taylor. Os resultados mostraram que o Multi-modelo (ensemble) - MM para o período mensal mostrou-se o melhor desempenho entre todos os modelos analisados. Para o período anual, o modelo MRI-CGCM 2.3.2 obteve o melhor desempenho na simulação dos dados da variável precipitação, enquanto que para a variável temperatura do ar o melhor foi o modelo CNRM-CM3.

Palavras-Chaves: Modelos Climáticos Globais; Diagrama de Taylor; IPCC; Atuação; Precipitação anual; Temperatura do ar

1 INTRODUCTION

Ongoing climate change has been the subject for discussion and scientific research throughout the world, such change being as a result of man's own action (IPCC 2007). In order to study such changes the United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Meteorological Organization (WMO) created the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in 1988, its aim is to provide scientific information through reports on global climate changes that have already happened and are likely to happen (IPCC 2007).

According to Buckeridge et al. (2008) the burning of fossil fuels, the modification of land use and population growth are contributing to the increase in global warming and the changes that are occurring in the planet's climate.

The absence of reference data for the future instigated the birth of MCGs which are defined as complex mathematical representations of a region's climate, these are generated from the interactions of the processes that affect the climate of the planet, such as; physical processes in the atmosphere, ocean and on the earth's surface, showing weather elements as output data. The purpose of the MCGs is to obtain future climate projections, in order to do this data from emission and concentrations of greenhouse gases scenario and from aerosols in the atmosphere that can act as climatic change drivers are used (IPCC 2007).

Data from the MCGs contributed to the development of the IPCC Fourth Assessment Report (AR4) and are being used to study the regional and global scale impacts of climate change; this is in addition to providing warnings so that decisions are taken in order to mitigate possible damage (Coquard et al. 2004; Brekke et al. 2007).

MCGs from the IPCC-AR4 are commonly used in several studies for future climate projection, such as Zullo Jr. et al.(2011) and Assad et al.(2013), however there are still very few evaluation studies on the models' performance, which are often used without any criterion for variable climatic data simulation.

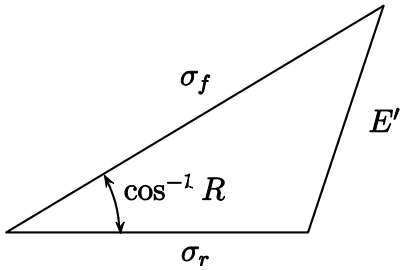
The MCGs' performance is evaluated through comparison of the observed and simulated data considering the current climate, being that the model that best simulates the present climate will be adopted for projecting future climate data. Most assessment tools are statistical indexes such as: mean error, standard deviation, correlation, square root of the mean squared of the centered differences and "bias" (Gleckler et al. 2008).

In order to analyze the performance of global climate models the diagram proposed by Taylor is used, which allowed the viewing of all statistical indexes together, facilitating the analysis of the results in choosing the model that has the best performance (Taylor 2001). These diagrams have been used by several studies aimed at evaluating models and/or methods, citing (Pierce et al. 2009; Stevens et al. 2013; Mendicino and Senatore, 2013).

Taylor proposes a methodology that allows you to view four statistical indexes at the same time in only one diagram, facilitating the analysis of the results and in choosing a model to present the best performance (Taylor, 2001).

Taylor's diagram construction is based on the Equation $E' = \sqrt{\sigma_f^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_f^2\sigma_r^2 R}$ similarity with the cosine equation law, which gives the relationship between the internal angle of a triangle with its sides $a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\theta}$, as shown in Fig. 1.

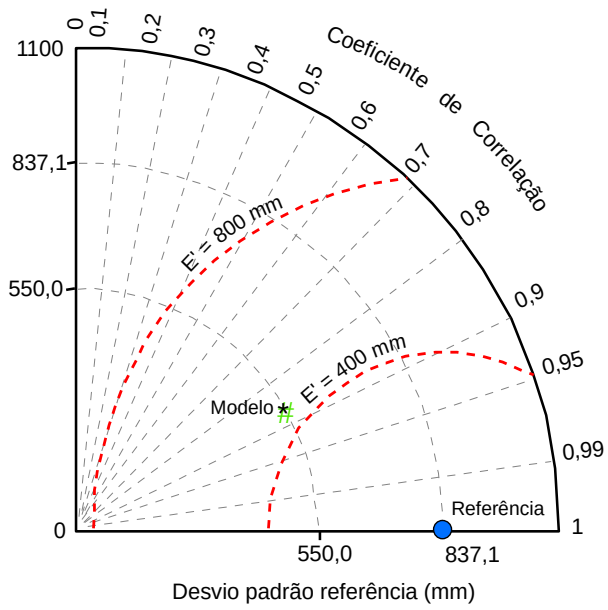
Fig. 1 Layout for Taylor diagram construction (Taylor, 2001).



It is observed that the more sides σ_f and σ_r (standard deviation of simulated and observed data respectively) are similar and the smaller the value of E' (square root of the mean squared of the centered differences) the better the used methodology will be.

Statistics were represented by the Taylor diagram (Fig. 2) constructed by the representation of a ¼ circle.The *x* and *y* axes were used to represent the standard deviation, being that the value of the standard deviation of the observed data is placed on the *x* axis (σ_r) and the standard deviation of the values simulated by the models is placed on the *y* axis (σ_f). The radial distance from the origin to the position representing the other model is proportional to σ_f and the azimuth is given by the correlation (*R*).

Fig. 2 Taylor Diagram displaying statistics with a ¼ circle.



Performance evaluation of models for climate variables is of fundamental importance in studies on climate change impacts, since that with the provided data we can try to understand possible changes that are occurring in the global climate and that will occur in the future. The performance of the models is based on the similarity between the simulated data through models and observed data for the area of interest (Taylor, 2001; Tebaldi e Knutti 2007).

In view of the above, this study aims to evaluate the performance of the 22 global climate models from the IPCC- AR4 as well as the Multi-model (ensemble) – MM which is the combined mean of the data from all the different models, in the simulation of climatic data

from climatological air temperature variables and pluviometric precipitation for the annual and monthly period in South America

2 METHODOLOGY

2.1 STUDY AREA

The study area corresponds to the South America continent, with a total area of 17,632,900 km^2. It lies geographically between the 83° and 33° west longitude meridians and between the 58° south latitude parallel and 15° north latitude parallel, comprising of Argentina, Bolivia, Brazil, Colombia, Chile, Ecuador, Guyana, French Guiana, Paraguay, Peru, Suriname, Uruguay and Venezuela, as shown in Fig. 3.

Fig. 3 Study area.

Brazilian Journal of Development

2.2 CLIMATOLOGICAL DATA FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF THE CLIMATE SIMULATION MODELS

The observational climatological database, used as a reference for comparing the simulated data, was provided by the "University of East Anglia"/"Climate Research Unit" (CRU) made available free of charge at the URL; http://www.cru.uea.ac.uk/data, showing the mean monthly precipitation and air temperature for the reference period between 1961-1990, with a resolution of 10'x10' (New et al. 2002).

The climatological variables' data air temperature and precipitation for the current period (1961-1990) from the IPCC-AR4 come from the results of the simulations of global climate models (Table 1), performed by some research centers taking into account the observed concentrations of greenhouse gases during the 20th century and being represented by the simulation scenario known as Climate of the 20th Century (20c3m).

Table 1 Identification, origin and spatial resolution of global climate models from the IPCC-AR4

Model	Origin	Spatial resolution (X, Y)
BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centre for Climate Research (Norway)	2.8125° x 2.7893°
CGCM3.1(T47)	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (Canada)	2.8125° x 2.7893°
CGCM3.1(T63)	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (Canada)	3.7500° x 3.7089°
CNRM-CM3	National Centre for *Recherches Meteorologiques* (Meteorological Research) (France)	2.8125° x 2.7893°
ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn, Meteorological Research Institute o KMA, and Model and Data Group (Germany and Korea)	3.7500° x 3.7089°
CSIRO Mark 3.0	Atmospheric Research (Australia)	1.8750° x 1.8647°
GFDL-CM2.0	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (New Jersey)	2.5000° x 2.0000°
GFDL-CM 2.1	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (New Jersey)	2.5000° x 2.0111°
INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics (Russia)	5.0000° x 4.0000°
IPSL-CM4	Pierre Simon Laplace Institute (France)	3.7500° x 2.5352°
FGOALS1.0-g	LASG/ Institute of Atmospheric Physics (China)	2.8125° x 3.0508°
ECHAM5-MPI-OM	Max Planck Institute for Meteorology (Germany)	1.8750° x 1.8647°
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute (Japan)	2.8125° x 2.7893°
GISS-AOM	NASA Goddard Institute for Space Studies (United States)	4.0000° x 3.0000°
GISS-EH	NASA Goddard Institute for Space Studies (United States)	5.0000° x 3.9556°
GISS-ER	NASA Goddard Institute for Space Studies (United States)	5.0000° x 4.0000°
NCAR-CCSM3	National Center for Atmospheric Research (United States)	1.4063° x 1.4004°
NCAR-PCM	National Center for Atmospheric Research (United States)	2.8125° x 2.7893°
MIROC3.2 (hires)	Center for Climate System Research (Tokyo)	1.1250° x 1.1213°
MIROC3.2 (medres)	Center for Climate System Research (Tokyo)	2.8125° x 2.7893°
HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office (United Kingdom)	3.7500° x 2.5000°
HadGEM1	Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office (United Kingdom)	1.8750° x 1.2500°

Source: IPCC (2007)

2.3 STANDARDIZATION OF RESOLUTIONS AND WEIGHTING OF CLIMATOLOGICAL AIR TEMPERATURE AND PLUVIOMETRIC PRECIPITATION DATA FROM THE IPCC-AR4

The first step consisted of obtaining a grid with a spatial resolution value that is common for all 22MCGs from the IPCC-AR4, since the models were found to have different resolutions. In order to do this, the calculation for the mean spatial resolution of all models proceeded, performing later interpolation of all cells to the value that comes from the result of the resolution mean from 22 MCGs from the IPCC-AR4 (3.0384° longitude x 2.6685° latitude).

The second step was to adjust the climate data resolution of the CRU to the same grid resolution found for the MCGs (3.0384° x 2.6685°), but as the CRU's resolution was 10' x 10', it was necessary to consider the mean climatic variable values of the cells that were included in the new resolution, however for the annual period of climatic precipitation variable, the values in the cells were added together. The methodology as described above was adopted in studies performed by Lambert and Boer (2001); Radic and Clarke (2011).

The third step was weighing the values of each cell according to its area, since cells close to the Ecuador have varying values from that of a cell further away

For example, a cell that is on the Equator with the spatial resolution of 3.0384° x 2.6685° will correspond to an area of approximately 95567 km^2. On the other hand, a different cell with this same resolution, on latitude of -50°, will have an area of approximately 64000 km^2. The weighted mean ($\bar{\mu}$) of standard deviation for the observed data and the simulated data of a variable (x) through the area of each cell (w) is given in Eq. 1.

$$\bar{\mu}(x;w) = \frac{\sum_i w_i x_i}{\sum_i w_i} \quad (1)$$

The weighted (R) correlation through the area of each cell between two variables, x (observed) and y (simulated) is given as in Eq. 2.

$$R(x,y;w) = \frac{cov(x,y;w)}{\sqrt{cov(x,x;w)cov(y,y;w)}} \quad (2)$$

where:

cov is the covariance of the data, given in Eq. 3.

Brazilian Journal of Development

$$\mathrm{cov}(x, y; w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - \bar{\mu}(x; w))(y_i - \bar{\mu}(y; w))}{\sum_i w_i} \quad (3)$$

In this way the standard deviation will be given as in Eq. 4.

$$\sigma(x; w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - \bar{\mu}(x; w))^2}{\sum_i w_i} \quad (4)$$

In addition to the statistics described above, the term "bias" was also adopted ($\bar{E}$), which is the difference between the mean simulated ($\bar{f}$) and observed ($\bar{r}$) values of weighted data, as defined by Eq. 5.

$$\bar{E} = \bar{f} - \bar{r} \quad (5)$$

The models' performance evaluation was completed by comparing weighted statistical indexes from the CRU (observed) and simulated data from the IPCC-AR4 models, being that the more similar the simulated were to the observed data, the better the model's performance.

2.4 TAYLOR DIAGRAM METHOD

The Taylor diagram method can be applied with data from various areas. In this study the method is used with simulated and observed climatic data for the annual and monthly period for climate air temperature and pluviometric precipitation variables. Thus, when using simulated future climatological data by models, the performance and the ability of the model to simulate the data of climatic variables of interest should be noted. It is assumed that the model that presents the best performance on simulating the current climate is also the best for the simulating future climate projections.

Through using the Taylor diagram, it was possible to show four statistical indexes together in a single chart, these indexes were used as a criterion in evaluating the performance of the models. When constructing the Taylor diagram two variables were considered, one with the observed data (r) used as a reference and the other with the simulated data (f) according to a random mathematical model. One of the most commonly used statistics in observing the model's performance is through comparison through square root of the mean squared of the differences (E) between f and r given in Eq. 6:

Brazilian Journal of Development

$$E = \sqrt{(\bar{f} - \bar{r})^2 + \sigma_f^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_f^2\sigma_r^2 R} \quad (6)$$

where:

$\bar{f}$ = mean of the simulated data;

$\bar{r}$ = mean of the observed data;

σ_f = standard deviation of simulated data;

σ_r = standard deviation of the observed data; and

R = correlation coefficient.

The square root of the mean squared of the centered differences (E') as described in Eq. 7 is also a widely used statistical index in the evaluation of the IPCC climate performance models.

$$E' = \sqrt{\sigma_f^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_f^2\sigma_r^2 R} \quad (7)$$

In Eq. 7 four statistics can be found ($E', \sigma_f, \sigma_r, R$) which were used to study the relationship pattern between f and r in order to show whether the model is a good estimator. These statistics are analyzed together allowing observation of the degree of similarity of the models with reference data.

Performance evaluation of the MCGs from the IPCC-AR4 was performed for the annual and monthly period, and for analyzing the annual period for the variable precipitation, the annual amount of precipitation was the sum of the monthly figures, while the climatic air temperature variable was performed using mean annual values. Considering the statistical indexes of each model, it was possible to evaluate their performance by comparing reference data (CRU), so the smaller E' is, the better the model's performance in simulating climate data of the studied variable.

Organization of climate data from CRU and IPCC-AR4, calculations of statistical indexes and the generation of Taylor diagrams were performed through the construction of functions in programming language developed in Matlab ® 6.5 software, this was of fundamental importance in the development of the study as it allowed the analysis of a large amount of data.

Brazilian Journal of Development

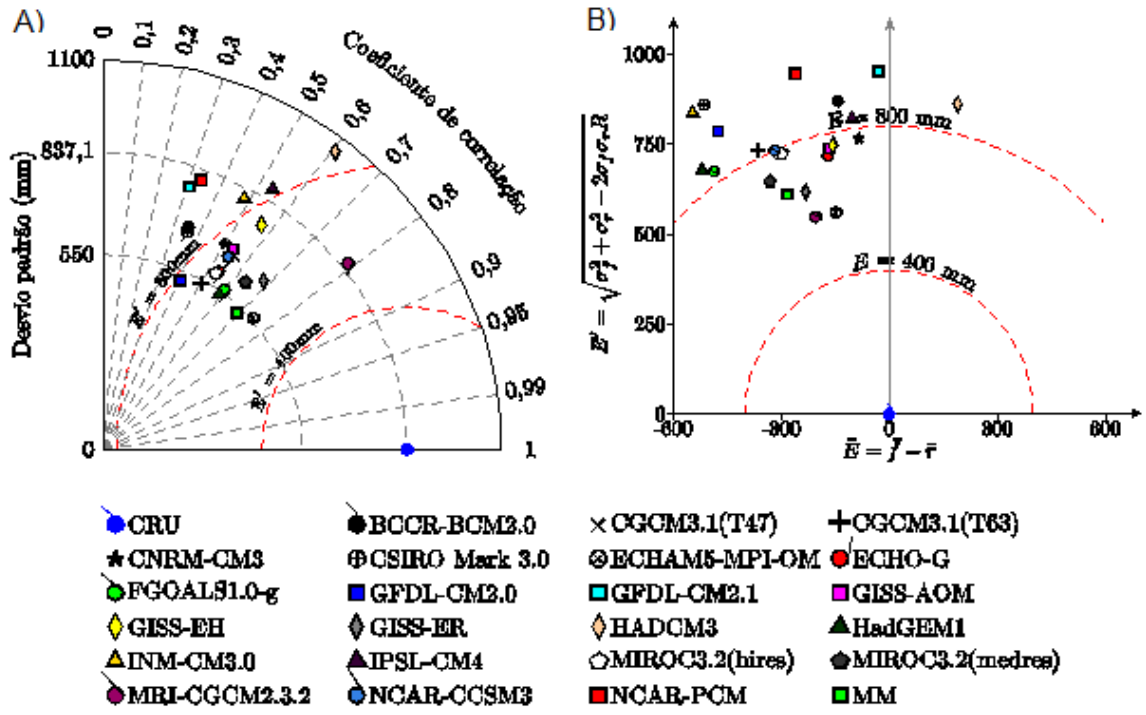
3 RESULTS AND DISCUSSION

Using the Taylor diagram, it was possible to jointly see four statistical indexes of fundamental importance in assessing the performance of the models, such as the standard deviation of the observed data and IPCC-AR4 models (σ_r and σ_f) respectively, square root of the mean squared of the centered differences (E') and the correlation coefficient (R) at the same time, facilitating the analysis of the results.

3.1 PERFORMANCE OF GLOBAL CLIMATE MODELS FOR THE SIMULATION OF THE ANNUAL AND MONTHLY AIR TEMPERATURE MEANS

Fig. 4 presents the Taylor diagram with the statistical indexes of mean annual precipitation and individualized model errors through complementary statistical information such as the "bias" ($\bar{E}$), which is the difference between the means of the simulated and observed values. Simulated data from 22 global climate models from the IPCC-AR4 as well as the Multi-model (*ensemble*) – MM were considered, comprised between 1961 and 1990 (*20c3m*), these were compared with the observed data from the CRU for the same period.

Fig. 4 Taylor diagram displaying the comparison of statistical indexes of observed data (CRU) and climatic simulation models from the IPCC AR4 [A], and the "bias" graph showing the individual errors in climate models [B], considering 1961-1990 (20c3m) for annual precipitation.



A model is considered to have a high-performance when it presents the simulated standard deviation value closest to the observed, a high correlation and a low value of E'. Adopting the smallest E' value along with the other statistical indexes in the evaluation of the models' performance as a criterion, it is observed that the MRI-CGCM 2.3.2 model had the best performance when compared to the others for the annual mean precipitation (Fig. 4A).

Yet, according to Fig. 4A, one can see that the GFDL-CM2.1 and NCAR-PCM models obtained the worst results for E' and R, therefore presenting a low performance. The correlation (R) of simulated data through the 22 models from IPCC and through the Multi-model (*ensemble*) – MM varied between 0.3 to 0.8, the closer to 1 the better the simulated data are correlated with the observed data.

Through Fig. 4B it is possible to analyze the "bias" ($\overline{E}$), note that those models that are represented on the left side of the x-axis from the 0 value underestimated precipitation, while HADCm3 that is depicted on the right side was the only one which overestimated precipitation, peaking at almost 200mm when compared to CRU data. All other models underestimated precipitation values, highlighting the INM model-3.0 CM which was most exaggerated in the amplitude of the simulation with almost 550mm.

Yet in Fig. 4B it is possible to notice that all models presented significant differences among them in the simulation of annual precipitation values, and also when compared to the observed. Marengo (2007) notes that the uncertainties presented by the models in the projections of precipitation are still high.

In Fig. 5 the Taylor diagram is presented with the results of statistical indexes of monthly mean values of pluvial precipitation between 1961 -1990 (20c3m), for the best 10 MCGs from IPCC-AR4 and Multi-model (ensemble) – MM, in addition to the data observed by CRU. The models' behavior results for the months of the year were obtained by means of the monthly mean of all weighted statistical indexes of the variable pluviometric precipitation. The 10 best models were adopted for easy viewing of the same in the diagram.

According to Fig. 5 the Multi-model (*ensemble*) – MM which presented the best performance when compared to individual models, showing a (R) value of 0.76 and (E') 62.75, this last index being the adopted criteria for choosing the best model.

Gleckler et al. (2008); Reichler and Kim (2008); Pierce et al. (2009) evaluated the simulation of the GCMs from IPCC-AR4 for climate variables and concluded that the performance of the joint multi-model (*ensemble*) – MM was superior when compared to the

performance of any individualized model. Pierce et al. (2009) also attributed the results to the error distribution when the mean is calculated between the models.

Combinations of different models can be used in various studies, not being limited only to climate change studies, demonstrating that the multi-model (ensemble) – MM increases the consistency and reliability of simulated data. Among their applications are in the public health sector which used climate projections of multi-model (ensemble) – MM in malaria alerts (Thomson et al. 2006) and in agriculture which used a combination of several models so as to make predictions for crop yields, the results were reported as superior when compared to just a single model (Cantelaube and Terres, 2005).

Brekke et al. (2007) assessed the importance of global climate models from the IPCC-AR4 on climate change estimate projections for analyzing possible hydroclimatologic risks during the dry and rainy seasons, and observed that the multi-model (ensemble) – MM was also what presented better results for data simulation when compared to the data from individualized models.

Studies by Silveira et al. (2011) when evaluating the performance of the MCGs from the IPCC-AR4, regarding the year-to-year pluviometric precipitation variability over Northeastern Brazil, the Amazon and the Platine region located in southern Brazil, pointed to the GISS-ER model as the best in the data simulation for the Amazon region, the CSIRO Mark 3.0 for the Northeastern region of Brazil and the CGCM3.1 (T47) e o CGCM3.1 (T63) models for the Platine region, however, the study does not cover the combination of data from different models of the IPCC (Multi-model (ensemble) – MM). The authors state that these models can be considered as a good option for studies on the effects of climate change on water resources in South America.

Brazilian Journal of Development

Fig. 5 Taylor diagram displaying the comparison of statistical indexes of the observed data (CRU) and the 10 best global climate models from the IPCC-AR4 from between 1961 -1990 (20c3m) for monthly mean precipitation.

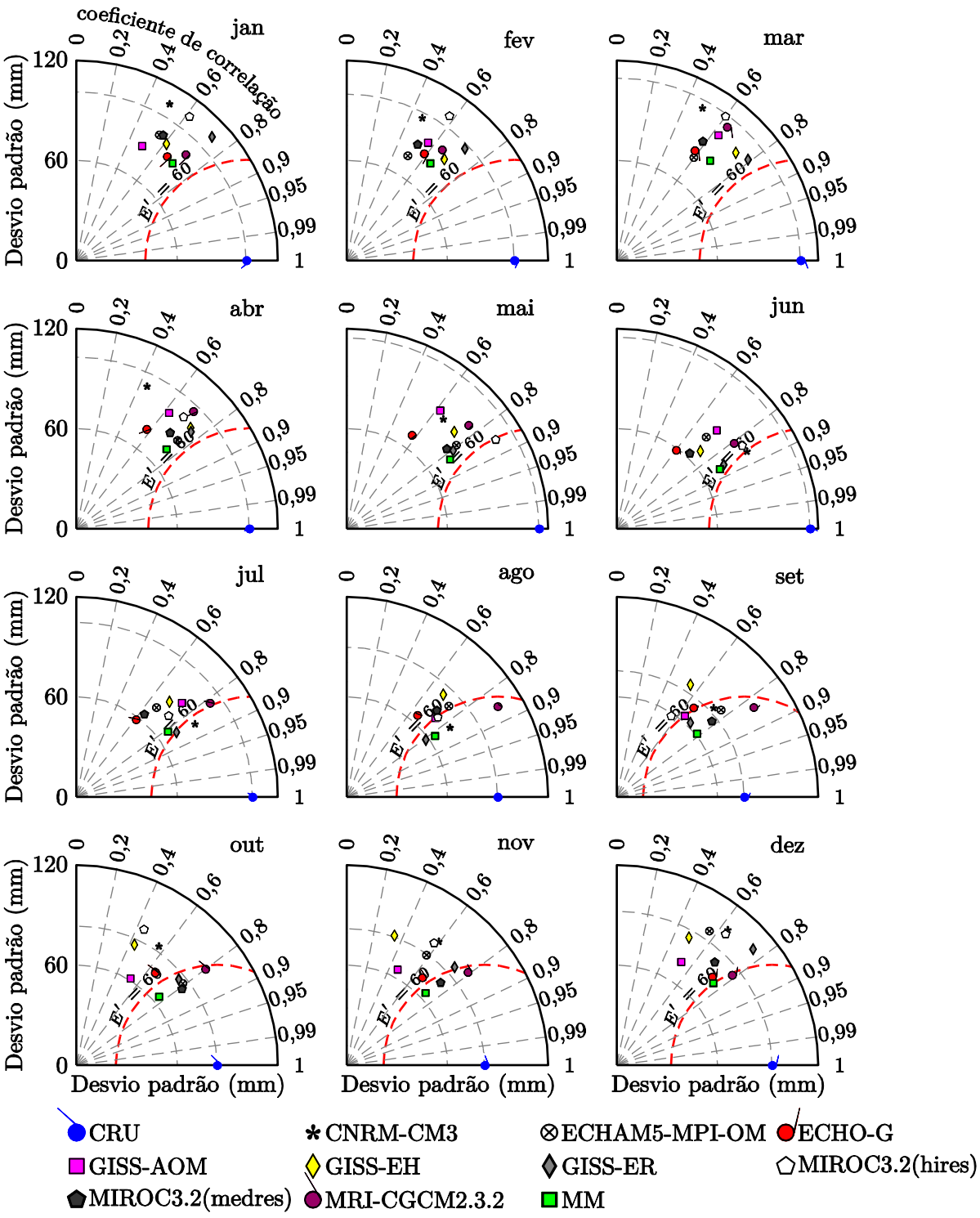


Fig. 5 shows that in the months from January to March, the GISS-ER model presented the best performance when compared to others, even though this same behavior was not

repeated in other months. It is also noted that the CNRM-CN3 model's performance was well below the other models in the period from January to April, with improved performance over the other months.

3.2 PERFORMANCE OF GLOBAL CLIMATE MODELS FOR SIMULATIONS OF THE ANNUAL AND MONTHLY AIR TEMPERATURE MEANS

Fig. 6 presents a Taylor diagram with the statistical annual mean indexes of observed and simulated data for the annual mean temperature climate variable and individualized model errors through "bias" ($\overline{E}$). For the analysis of this variable the simulated data by IPCC-AR4 models were also considered in addition to the Multi-model (*ensemble*) – MM and the data from 1961-1990 (*20c3m*).

According to Fig. 6A, the observed value of the standard deviation from the CRU data was 6.5, while the ECHO-G model showed the biggest difference between the value of standard deviation from simulated and observed data, which was approximately 1.4.

Analyzing the correlation between simulated and observed data shows that the GISS-AOM model had the worst degree of correlation between all others (0.85), while the majority obtained correlation higher than 0.9 (Fig. 6A).

For annual means of the data, the CNRM-CM3 model presented the best performance when compared to the others with (E') of 1.49 and (R) of 0.97 followed by Multi-model (*ensemble*) – MM which presented similar results (E') of 1.65 and (R) of 0.97.

Fig. 6B shows that it is possible to conclude that the models had different behaviors in the simulation of air temperature data, since they are represented far apart from each other. Those which are represented on the left side of the x-axis, from value 0 are underestimating the temperature, while the ones on the right side overestimate. This analysis was only made possible through the "bias" ($\overline{E}$), which showed that the models could overestimate or underestimate the temperature up to 2°C when compared to the observed data. Among the overestimated values, the GISS-AOM model had the greatest amplitude value; approximately 1.6° C of observed air temperature, and for the underestimated values, the BCCR-BCM2.0 which had a value of approximately 1.5°C was highlighted.

Brazilian Journal of Development

Fig. 6 Taylor diagram displaying the comparison of statistical indexes from observed data (CRU) and climate simulation models from the IPCC-AR4 (A), and the "bias" graph showing the climate models' individual errors (B), considering 1961-1990 (20c3m) for the mean annual temperature.

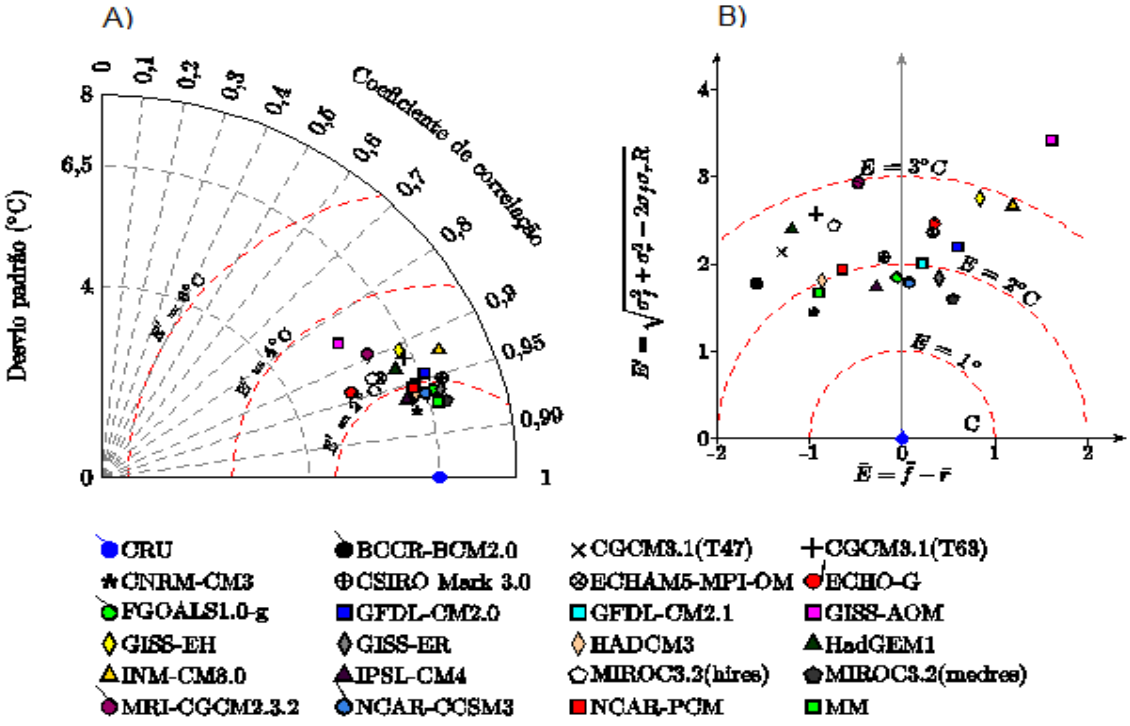


Fig. 7 presents a Taylor diagram with the results of statistical indexes from monthly mean air temperature values between 1961 -1990 (*20c3m*), for the best 10 MCGs from IPCC-AR4 and Multi-model (*ensemble*) – MM, in addition to the observed data by CRU. The models' behaviour results for the months of the year were obtained by means of the monthly mean of all considered statistical indexes.

In Fig. 7, it can be observed that from November to May the models behaved similarly in the simulation of temperature values, the same did not occur for the other months of the year, where there was greater amplitude in the simulation of data, because they are more distant from each other. Air temperature data simulated by the models were well correlated with the observed data, obtaining values greater than 0.9.

Generally speaking, the Multi-model (ensemble) – MM was the model that showed the best performance for temperature data simulation when compared to other models. This result can also be confirmed in the study performed by Pierce et al. (2009), which emphasizes the superiority of the Multi-model (ensemble) – MM when compared to individualized models.

Concurring results were found by Radic & Clarke (2011), who analyzed the performance of the 22 MCGs from IPCC-AR4 and the combination of these in the data

simulation of various climatic variables, such as precipitation and air temperature for North America. The results demonstrated that the Multi-model (ensemble) – MM was superior to any individual model in the data simulation of the analyzed climatic variables.

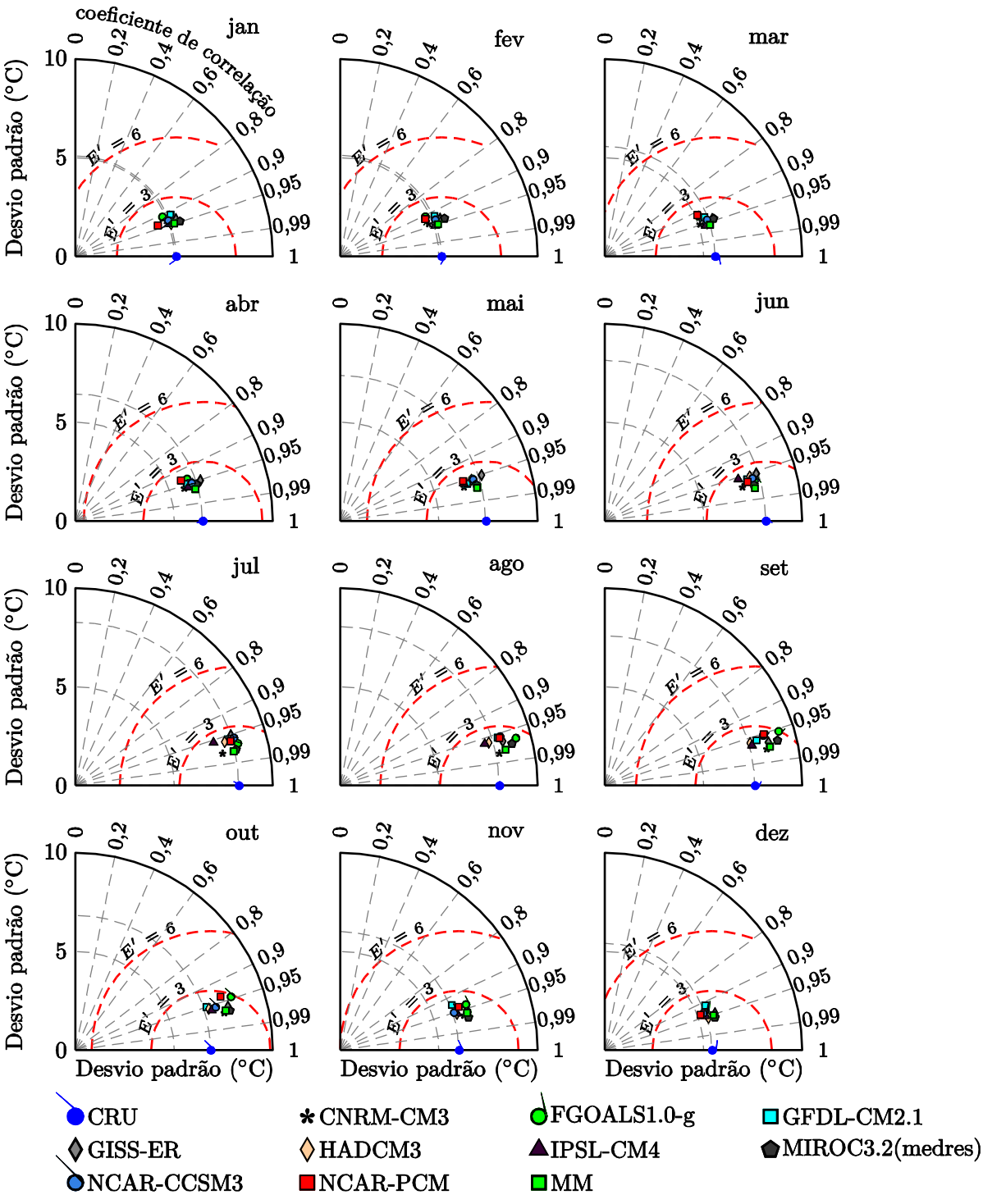
Lambert and Boer (2001) performed evaluation and comparison studies of climatic data simulation with 15 IPCC global climate models and concluded that the combination of various Multi-model (ensemble) – MM showed improved results, i.e. much more similar to the observed data mean, when compared with the mean of just a single model. The authors also point out that different climatic variables are simulated with different levels of success for different models and that a single model may not be best for all climatic variables.

Gillett et al. (2002), emphasizes the superiority of Multi-model (ensemble) – MM in relation to the individual models when studying greenhouse gases that contribute to global warming. Palmer et al. (2005) also highlighted the relevance of the Multi-model (ensemble) – MM in climate change studies, reporting that the projections simulated by combining different models show a greater reliability and consistency in data when compared to the data of only one model, this may be justified due to the error distribution when the mean is calculated among the models.

Comparing Fig. 5 and 7, one can see that the models have a much more similar behavior to each other when comparing variable climatic air temperature data than the pluviometric precipitation data. This can be noticed through the position of the models in the Taylor diagram, being that the closer they are to each other, the more similar the simulated results are for them.

Brazilian Journal of Development

Fig. 7 Taylor diagram displaying the comparison of statistical indexes of the observed data (CRU) and the 10 best global climate models from the IPCC-AR4 considering 1961 -1990 (20c3m) for mean monthly temperature.



4 CONCLUSION

The Taylor diagram method has become an important tool in assessing the performance of the MCGs from the IPCC-AR4, since it allows statistical indexes of interest to be

simultaneously displayed on a single diagram. The Multi-model (*ensemble*) – MM was superior in data simulation of the monthly means for pluviometric precipitation and air temperature. Climate projections conducted by combining a set of models is a relatively recent topic in climate research and has gained great momentum in recent years, being greatly used as strategies in decision making processes. When analyzing the annual period, the MRI-CGCM 2.3.2 model presented the best performance for precipitation, while for air temperature the CNRM-CM3 model is highlighted as that which presented the best performance. It is important to note that MCG's from the IPCC-AR4 have a certain degree of uncertainty in climate change projections, since they are not totally accurate, because they still require a few years of study and are constantly evolving. No matter how good the models' performances are, any projection for the climate is always conditioned to the considered scenario, in view of mankind's unpredictable behavior. Perfect climate projections are probably impossible to obtain due to uncertainties in emission scenarios, however, MCGs are indispensable tools in future studies on climate change, and the assessment of their performance is of great importance for their applications.

ACKNOWLEDGMENTS

To the Instituto Federal do Espírito Santo (Federal Institute of Espírito Santo) (IFES) for their financial support in this article's translation.

REFERENCES

Assad ED, Martins SC, Belt*r*ão NEM, Pinto HS. Impacts of climate change on the agricultural zoning of climate risk for cotton cultivation in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.1, p. 1-8, jan. 2013.

Buckeridge, M.S.; Aidar, M.P.M.; Silva, E.A.; Martinez,C.A. Respostas de Plantas às Mudanças Climáticas Globais. In: Buckeridge, M.S. (Org.). Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil. 1.ed. São Carlos: Rima Editora, v. 1, p.77-91, 2008.

Brekke, L. D.; Dettinger, M. D.; Maurer, E. P.; Anderson, M. Significance of model credibility in estimating climate projection distributions for regional hydroclimatological risk assessments. Climatic Change, n. 89, p. 371–394, 2007.

Cantelaube, P.; Terres, J. M. Seasonal weather forecasts for crop yield modelling in Europe. Tellus Series A-dynamic Meteorology And Oceanography, v.57, p. 476–487, 2005.

Coquard, J.; Duffy, P. B.; Taylor, K. E. Present and future surface climate in the western U.S. as simulated by 15 global climate models. Climate Dynamics, n. 23, p. 455–472, 2004.

Gillett, N. P., Zwiers, F. W., Weaver, A. J., Hegerl, G. C., Allen, M. R. & Stott, P. A. Detecting anthropogenic influence with a multi-model ensemble. Geophysical Research Letters. v. 29, n. 20, p. 1-4, 2002.
Gleckler, P. J.; Taylor, K. E.; Doutriaux, C. Performance metrics for climate models. Journal of Geophysical Research, v. 113, D06104, p. 1-20, 2008.
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007, IPCC fourth assessment report – climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers.
Lambert, S. J.; Boer, G. J. CMIP1 evaluation and intercomparison of coupled climate models. Climate Dynamics, v. 17, p.83-106, 2001.
Marengo J. A. Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100. Ciência & Ambiente, v. 34, p. 100-125, 2007.
Mendicino, G.; Senatore, A. Evaluation of parametric and statistical approaches for the regionalization of flow duration curves in intermittent regimes. Journal of Hydrology, v.480, p.19-32, 2013.
New, M.; Lister, D.; Hulme, M.; Makin, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. Climate Research, v. 21, p. 1-25, 2002.
Palmer, T.; Shutts, G.; Hagedorn, R.; Doblas-Reyes, F.; Jung, T.; Leutbecher, M. Representing model uncertainty in weather and climate prediction. Annu Review Earth Planetary Science, v. 33, p. 163–193, 2005
Pierce, D. W.; T. P. Barnett.; B. D. Santer.; P. J. Gleckler. Selecting global climate models for regional climate change studies. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, v.106, n. 21, p. 8441–8446, 2009.
Radic, V.; Clarke, G. K. C. Evaluation of IPCC Models' Performance in Simulating Late-Twentieth-Century Climatologies and Weather Patterns over North America. Journal of Climate, v. 24, p. 5227-5274, 2011.
Reichler, T.; Kim, J. How well do coupled models simulate today's climate? American Meteorological Society, v. 89, p. 303–311, 2008.
Silveira, C. S.; Souza Filho, F. A.; Lázaro, Y.M. C.; Costa, A. C.; Sales, D. C.; Coutinho, M.M. Avaliação do desempenho dos modelos de mudanças climáticas do IPCC-AR4 quanto a sazonalidade e o padrões de variabilidade interanual da precipitação sobre o nordeste setentrional brasileiro nas simulações do IPCC-AR4. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.18, n.1, p.177-194, 2013.
Stevens, B.; Giorgetta, M.; Esch, M.; Mauritsen, T. Crueger, T.; Rast, S.; Salzmann, M.; Schmidt, H.; Bader, J.; Block, K.; Brokopf, R.; Fast, I.; Kinne, S.; Kornblueh, L.; Lohmann, U.; Pincus, R.; Reichler, T.; Roeckner, E. Atmospheric component of the MPI-M earth system model: ECHAM6. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, v. 5, p. 146-172, 2013.
Taylor, K. E. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. Jounal of Geophysical Research, v. 106, n. (D7), p. 7183–7192, 2001.
Tebaldi, C.; Knutti, R. The use of the multimodel ensemble in probabilistic climate projections. Philosophical Transactions of the Royal Society A, London, n. 365, p. 2053–2075, 2007.
Thomson, M. C.; Doblas-Reyes, F. J.; Mason, S. J., Hagedorn, R.; Connor, S. J.; Phindela, T.; Morse, A. P.; Palmer, T. N. Malaria early warnings based on seasonal climate forecasts from multi-model ensembles. Nature, v. 439, p.576–579, 2006
Zullo Jr, J.; Pinto, H. S.; Assad, E. D.; Ávila, A. M. H. Potential for growing Arabica coffee in the extreme south of Brazil in a warmer world. Climatic Change, v.109, p. 535

PORTARIA Nº 012/2020

Dispõe sobre a nomeação da Comissão do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento – COMMSA/MONT.

A Prefeita Municipal de Montanha Estado do Espírito Santo, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o que dispõe a Lei Complementar nº 09 de 01 de outubro de 2009 e a Lei do Fundo Municipal de Meio Ambiente nº 736 de 05/11/2009.

Art. 1º - A Comissão do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento – CMMSA/MONT, será composta pelos seguintes membros:

REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO – TITULARES

I – Representante da Secretaria Municipal de Meio Ambiente:

1 – Camilo de Oliveira Sellin – **Presidente**

II – Representante da Secretaria Municipal de Educação, Cultura, Desporto e Turismo:

1 – Débora de Oliveira Souza Conrado

III – Representante da Secretaria Municipal de Saúde:

1 – Viviane Silva dos Santos e Santos

IV – Representante da Secretaria Municipal de Agricultura:

1 – Sabrina Pignaton Prudêncio

V – Representante da Secretaria Municipal de Obras:

1 – Rogério Barbosa de Oliveira

VI – Representante da Vigilância Sanitária Municipal:

1 – Valdenice Ferreira da Silva

VII – Representante do IDAF – Gerência local:

1 – Paulo Vinícius Alves Peruchi

REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL – TITULARES

VIII – Representante da APROFACC - Associação dos produtores familiares da Comunidade Cristóvão:

1 – Juselita Alves de Oliveira Souza - **Secretária**

IX – Representante do Sindicato Rural de Montanha:

1 – Armando Luiz Fernandes

X – Representante da Câmara de dirigentes lojistas de Montanha – CDL:

1 – Thiago Médice

XI – Representante da Defesa Civil Municipal:

1 – Laelton Santos Costa – **Vice-Presidente**

XII – Representante do IFES – Campus Montanha:

1 – Talita Aparecida Pletsch

XIII – Representante da Escola Familia Agricola de Vinhático:

1 – Keiliany Teodoro Moura

XIV – Representante da CESAN – Escritório local:

1 – Hudson Goltara Souza

REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO – SUPLENTES

I – Representante da Secretaria Municipal de Meio Ambiente:

1 – Kleber-Lande Moreira Borges

II – Representante da Secretaria Municipal de Educação:

1 – Elisangela Malovini Miossi

III – Representante da Secretaria Municipal de Saúde:

1 - Leila Machado Carvalho Baltar Rodrigues

IV – Representante da Secretaria Municipal de Agricultura:

1 – Waldomiro Júnior da Paixão Sampaio

V – Representante da Secretaria Municipal de Obras:

1 – Leonardo Galvão de Oliveira

VI – Representante da Vigilância Sanitária Municipal:

1 – Thelma Souza Neves Campos

VII – Representante do IDAF – Gerência local:

1 – Milene Anes Dias Roxo Duque

REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL - SUPLENTES

VIII – Representante da APROFACC - Associação dos produtores familiares da Comunidade Cristóvão:

1 – Manoelita Alves Peruchi

IX – Representante do Sindicato Rural de Montanha:

1 – Amélia Maria de Oliveira

X – Representante da Câmara de dirigentes lojistas de Montanha – CDL:

1 – Ângelo Marcos Cardoso Boldrini

XI – Representante da Defesa Civil Municipal:

1 – Leda Maria Guimarães Barbosa

XII – Representante do IFES – Campus Montanha:

1 – Waylson Zancanella Quartezani

XIII – Representante da Escola Família Agrícola de Vinhático:

1 – Alex Nepel Marins.

XIV – Representante da CESAN – Escritório local:

1 – Wellington Antunes Luz

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Montanha/ES, 07 de julho de 2020.

Iracy Carvalho Machado Baltar Filha

Prefeita Municipal

CASA DOS CONSELHOS

CONSELHO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL E SUSTENTÁVEL – COMDERS

Declaro para os devidos fins de direitos, que WAYLSON ZANCANELLA QUARTEZANI membro titular, representando o IFES Campus Montanha no Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural e Sustentável – COMDERS, desde 22 de fevereiro de 2018, participante atuante nas reuniões até a presente data.

Por ser verdade firmo e assino a presente declaração.

Montanha/ES, 23 de novembro de 2020.

Adilma Barreto Venefrides
Sec Executiva da Casa dos Conselhos
Portaria Nº 009/2018