

Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características do Solo e sua Interação com as Plantas

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
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. 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.

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. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C257	Características do solo e sua interação com as plantas 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Características do Solo e sua Interação com as Plantas; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-717-8 DOI 10.22533/at.ed.178191710 1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. II. Série. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A produtividade de uma cultura é reflexo de sua nutrição, plantas bem nutridas suportam fatores externos indesejáveis, como o ataque de pragas e doenças.

É através do solo que a planta consegue suprir suas necessidades, podendo também ser através de suprimentos extras aplicado pelo homem. Neste contexto, conhecer as interações entre solo e plantas é primordial para a produção sustentável.

O manejo adequado do solo contribui significativamente para a planta, sendo o solo o principal agente de interação onde ocorrem uma diversidade de reações que melhoram a sustentabilidade do sistema.

Os elementos químicos que afetam a nutrição das plantas passam por diversas etapas, sendo elas: o contato do nutriente com as raízes, transporte, redistribuição e metabolismo das plantas, assim qualquer interação pode refletir em condições favoráveis para as plantas.

Neste segundo volume encontra-se reunidos os mais diversos trabalhos na área, sendo gerado conhecimento e resposta dessas interações. São ao todo 24 artigos de várias regiões e as mais variadas metodologias de análise, testando e verificando os benefícios da relação solo/planta.

Espero que esses resultados sejam muito úteis e proveitosos em discussões aprofundadas na área da agricultura.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Nivaldo Schultz Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Marcos Gervasio Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917101	
CAPÍTULO 2	13
ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Nivaldo Schultz Marcos Gervasio Pereira Wilk Sampaio de Almeida João Henrique Gaia-Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.1781917102	
CAPÍTULO 3	25
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Marcos Gervasio Pereira Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana Otavio Augusto Queiroz dos Santos Renato Sinquini de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1781917103	
CAPÍTULO 4	38
CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
Flávia Lima Moreira Carlos Alberto Casali Anna Flávia Neri de Almeida Elisandra Pocogeski Bruna Schneider Guimarães Graciele Ferreira da Rosa Isabela Araújo Peppe Amanda Cristina Beal Acosta Letícia de Alcântara Dores Kauê de Oliveira Guatura André Francisco Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917104	
CAPÍTULO 5	46
PROCESSOS EROSIVOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARAÍBA, RIO DE JANEIRO	
João Henrique Gaia-Gomes	

Marcos Gervasio Pereira
Carlos Roberto Pinheiro Junior
DOI 10.22533/at.ed.1781917105

CAPÍTULO 6 59

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães
Carlos Alberto Casali
André Francisco Ferreira
Raquel da Silva Bartolomeu
Bruna Larissa Feix
Matheus Plucinski Nardi
Graciele Ferreira da Rosa
Isabella Araújo Peppe
Amanda Cristina Beal Acosta
Leticia de Alcântara Dôres
Flávia Lima Moreira

DOI 10.22533/at.ed.1781917106

CAPÍTULO 7 67

QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder
Natália Lucyk Calory
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917107

CAPÍTULO 8 71

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Luana Cristina de Souza Garcia
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917108

CAPÍTULO 9 75

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tamarindus indica* L

Alcilene Batista de Camargo
Juliana Garlet
Laura Araujo Sanches

DOI 10.22533/at.ed.1781917109

CAPÍTULO 10	84
SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA ERVA-MATE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Jacaranda micrantha Cham</i>	
Monica Lilian Rosseto Juliana Garlet	
DOI 10.22533/at.ed.17819171010	
CAPÍTULO 11	92
USO DE BIODÉTRITO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE SERINGUEIRA (<i>Hevea Spp.</i>)	
Douglath Alves Corrêa Fernandes Marcos Gervasio Pereira Anderson Ribeiro Diniz Joel Quintino de Oliveira Junior Sidinei Julio Beutler Ana Carolina de Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.17819171011	
CAPÍTULO 12	106
VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA <i>Senna occidentalis</i> (L.) LINK EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Rose Benedita Rodrigues Trindade Sidnei Azevedo de Souza Maria do Carmo Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171012	
CAPÍTULO 13	111
SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM MUDAS DE IPÊ AMARELO <i>Tabebuia serratifolia</i> CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt Italo Marlone Gomes Sampaio Erika da Silva Chagas Vivian Christine Nascimento Costa Gabriel Anderson Martins dos Santos Alyam Dias Coelho Stefany Priscila Reis Figueiredo Hozano de Souza Lemos Neto Mário Lopes da Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.17819171013	
CAPÍTULO 14	119
ADUBOS VERDES ANTECEDENDO A CULTURA DO MILHO COM O USO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Alexandre Daniel de Souza Junior Andreza Cássia de Sousa Moura Diogo Motta Arruda Eduardo Raphael Pimentel Leonardo Mota Seibel Mário de Cézare Rodrigo Merighi Bega	
DOI 10.22533/at.ed.17819171014	

CAPÍTULO 15 130

HÁ AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E RENTABILIDADE NA ASSOCIAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA "SEMEADURA" E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*?

Higo Forlan Amaral
Walace Galbiati Lucas

DOI 10.22533/at.ed.17819171015

CAPÍTULO 16 139

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO SOB NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dargonielsin de Andrade Milhomem
Weder Ferreira dos Santos
Lucas Carneiro Maciel
Osvaldo José Ferreira Junior
Eduardo Tranqueira da Silva
Elias Cunha de Faria
Saulo Lopes Fonseca
Débora Rodrigues Coelho
Geisiane Silva Cobas

DOI 10.22533/at.ed.17819171016

CAPÍTULO 17 148

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva
Antonio Nolla
Adriely Vechiato Bordin
Suzana Zavilenski Fogaça
Janyeli Dorini Silva de Freitas
Claudinei Minhano Gazola Júnior
Luiz Felipe Vasconcelos de Paula

DOI 10.22533/at.ed.17819171017

CAPÍTULO 18 158

Annona crassiflora POSSUI ATIVIDADE INSETICIDA SOBRE OS OVOS DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA?

Jéssica Terilli Lucchetta
Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira
Débora Lopez Alves
Antônio de Souza Silva
Alessandra Fequetia Freitas
Fabricio Fagundes Pereira
Carlos Reinier Garcia Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.17819171018

CAPÍTULO 19 166

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus*)

Fernando Ferreira Batista
Thiago Patente Santana
Isabella Torres Lino de Sousa
Arthur Franco Teodoro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.17819171019

CAPÍTULO 20	170
TRITERPENÓIDES DA FRAÇÃO HEXÂNICA DOS GALHOS DE <i>Platonia Insignis</i> Mart. (Clusiaceae)	
Rodrigo de Araujo Moreira Andreia Giovana Aragão da Silva Renato Pinto de Sousa Sâmya Danielle Lima de Freitas Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.17819171020	
CAPÍTULO 21	182
ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA	
Jonatas Monteiro Guimarães Cruz Fabrício Menezes Ramos Luís Carlos Nunes Carvalho Possidônio Guimarães Rodrigues Patrícia Chaves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171021	
CAPÍTULO 22	197
EFEITO DE MALHAS COLORIDAS E POLÍMERO HIDROABSORVENTE NO TEOR DE CLOROFILAS EM PLANTAS MELANCIA	
Breno de Jesus Pereira Gustavo Araújo Rodrigues Fredson dos Santos Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.17819171022	
CAPÍTULO 23	204
CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS	
Rosa Maria de Deus de Sousa Geovani Bernardo Amaro José Ricardo Peixoto Michelle Sousa Vilela Paula Andreia Osorio Carmona Karim Marini Thomé Iriane Rodrigues Maldonade	
DOI 10.22533/at.ed.17819171023	
CAPÍTULO 24	216
DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E ASPECTOS NUTRICIONAIS EM SOJA TRANSGÊNICA EXPOSTA AO GLIFOSATO	
André Luiz de Souza Lacerda Cristiane Gonçalves de Mendonça Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos Daiana Schmidt Salette Aparecida Gaziola Ricardo Antunes Azevedo João Nicanildo Bastos dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.17819171024	

SOBRE O ORGANIZADOR.....226

ÍNDICE REMISSIVO227

ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA

Jonatas Monteiro Guimarães Cruz

Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Fabício Menezes Ramos

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Luís Carlos Nunes Carvalho

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Possidônio Guimarães Rodrigues

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Patrícia Chaves de Oliveira

Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Santarém, Santarém-Pará.

RESUMO: O estudo objetivou caracterizar o comportamento ecofisiológico de duas variedades de *Theobroma cacao* (TSH 1188 e CCN 51) cultivados em sistemas agroflorestais, em nitossolo vermelho, no município de Medicilândia/PA. Foram determinadas as taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, temperatura foliar e eficiência no uso da água, em tecidos foliares de cacau, no período de menor precipitação pluviométrica, além de uma análise e comparação do comportamento

ecofisiológico destas variedades sob dois níveis de luz. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois genótipos de cacau e duas intensidades luminosa (tecidos foliares a pleno sol e sombra) em nitossolo vermelho. Os resultados revelaram que existe uma diferença significativa ($p < 0,0001$) entre as variáveis fisiológicas encontradas em tecidos foliares a pleno sol e sombra, entre as duas cultivares, em nitossolo vermelho, com um bom desenvolvimento em ambientes sombreados (sombreamento parcial). A cultivares apresentaram boa adaptabilidade ao cultivo em nitossolo vermelho. Entretanto, o genótipo de cacau (CCN 51) apresentou as melhores taxas das variáveis fisiológicas, indicando ser a mais adaptada às condições de cultivo em Sistemas Agroflorestais.

PALAVRAS-CHAVE: Cacau, Genótipo, Sistemas Agroflorestais, Nitossolo Vermelho.

ECOPHYSIOLOGY OF CASSAIR CROP IN THE XINGU REGION: CASE STUDY IN MEDICILÂNIA /PA

ABSTRACT: The objective of this study was to characterize the ecophysiological behavior of two varieties of *Theobroma cacao* (TSH 1188 and CCN 51) cultivated in agroforestry systems,

in red soil, in the municipality of Medicilândia / PA. Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, leaf temperature and water use efficiency in cocoa leaf tissues during the period of least rainfall were determined, as well as an analysis and comparison of the ecophysiological behavior of these varieties under two light levels. The experimental design was completely randomized blocks with five replications. The treatments were arranged in a 2 x 2 factorial scheme, being two cocoa genotypes and two light intensities (leaf tissues in full sun and shade) in red nitossol. The results revealed that there is a significant difference ($p < 0.0001$) between the physiological variables found in leaf tissues in full sun and shade, between the two cultivars, in red soil, with good development in shaded environments (partial shading). Both cultivars showed good adaptability to cultivation in red soil. However, the cocoa genotype (CCN 51) presented the best rates of physiological variables, indicating to be the most adapted to the cultivation conditions in Agroforestry Systems.

KEYWORDS: Cocoa, Genotype, Agroforestry Systems, Red Nitossol.

1 | INTRODUÇÃO

Na busca incessante por alternativas produtivas que respeitem o meio ambiente e que valorizem o homem como componente fundamental de um sistema, os sistemas agroflorestais (SAF's) tendem a se consolidarem como um modelo de produção capaz de agregar determinados valores do "agronegócio" com os princípios da agricultura familiar. Contudo, conseguir alcançar os objetivos propostos por esta meta audaciosa, de fato, é um grande desafio.

Dentro desta perspectiva, modelos sustentáveis de base familiar, com lastro nesta ideologia, acabam sucumbindo por não compreenderem os mecanismos de sustentação destes sistemas, tão pouco a função de cada componente dentro do universo diverso que são os SAF's. Aliado a esta proposta, com vistas a auxiliar na compreensão e formação de SAF's produtivos com base nas características dos indivíduos envolvidos, a fisiologia vegetal aparece com uma ferramenta eficaz para o sucesso destes modelos. Através de análises relacionadas ao comportamento fisiológico dos componentes vegetais e da interação entre estes elementos e a atmosfera (Ecofisiologia), obtêm-se parâmetros que servirão de base para a tomada de decisão quanto ao manejo mais adequado para as culturas envolvidas, assim como definir, inclusive, os componentes ideais que poderão compor tal proposta.

Considerando tais proposições, uma alternativa que vem sendo difundida no interior da Amazônia são os SAF's de base cacauieira. Estes sistemas têm combinado a diversificação de espécies florestais com o cultivo do cacau, sendo este o componente principal e produtivo da proposta. Estes modelos baseiam-se nos princípios da diversificação da produção, gerando renda nos diversos estratos do sistema, assim como respeitando os limites ambientais de sustentação do ecossistema formado. Não obstante, tem gerado renda para agricultores familiares, o que tem facilitado sua

difusão principalmente ao longo da BR-230 (Transamazônica) com maior expressão no município de Medicilândia/PA, Brasil, conhecida como Capital Nacional do Cacau.

Logo, a fim de aprimorar e aprofundar os conhecimentos acerca da cultura do cacau em SAF's, acreditando que este modelo é uma alternativa sustentável capaz de estabelecer um marco na transição de modelos convencionais para modelos produtivos que respeitem o meio ambiente, a proposta é caracterizar o comportamento ecofisiológico de duas variedades de *Theobroma cacao* cultivados em SAF's, com vistas a compreender melhor o funcionamento deste componente no sistema, assim como gerar parâmetros que servirão de base para adequar os tratamentos que porventura possam vir a ser necessários quando almejado o aumento da produtividade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da Área de Estudo

O estudo foi realizado na propriedade familiar da Sra. Elisângela Trzeciak. A área está localizada no km 80 - Norte, a 15 km da faixa (BR - 230), no município de Medicilândia, mesorregião do sudoeste do Pará, entre as coordenadas 03°26` Sul, 052°53` Oeste (Figura 1). A principal fonte de renda desta propriedade é o SAF de base cacaueira.

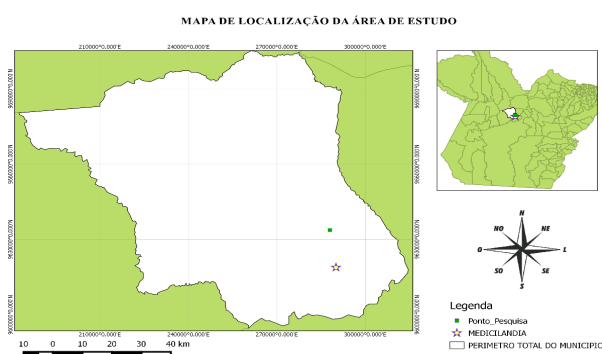


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo - Medicilândia/PA/Brasil.

A região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), possui clima do tipo Aw (Clima tropical, com inverno seco), com variabilidade anual de temperatura com médias entre 20 a 28°C, umidade relativa do ar em torno de 86% e a precipitação pluvial oscilando em torno de 2000 mm. Segundo o mapa temático do IBGE (2008), os solos predominantes na região são: Nitossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo.

2.2 Material vegetativo e condições de Campo

O experimento foi conduzido em campo, sob um sistema agroflorestal diversificado já formado, constituído, predominantemente, pelo cultivo de cacau

(*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) e por espécies florestais, como mogno africano (*Khaya ivorensis* - Meliaceae), mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King - Meliaceae), andiroba (*Carapa guianensis*) e outras essências. O estudo foi conduzido com árvores de cacau dos genótipos TSH 1188 e CCN 51 (Classificação segundo a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC), por ser de boa aceitação entre os cacauicultores da região e resistentes a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*). Neste sistema, as árvores de cacau haviam sido plantadas no espaçamento de 3 x 3 m, totalizando, em média, 1.111 árvores por hectare. A sombra permanente é fornecida por espécies florestais, cujo sistema usa o mogno (Africano e Brasileiro), andiroba, com espaçamento médio de 21 x 21 m, conforme recomendado pela CEPLAC (2013). O solo estudado no sistema é classificado como Nitossolo Vermelho, conforme pesquisa desenvolvida pelo IBGE (2008).

2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois genótipos de cacau, TSH 1188 e CCN 51, e duas intensidades luminosa (tecidos foliares a pleno sol e sombra). Foi delimitada uma área (talhão) de estudo medindo 20 x 50 m (1000 m²), equivalente a 0,1 ha⁻¹, a fim de facilitar a marcação dos indivíduos que foram selecionados.

Não obstante, para dar melhor lastro a pesquisa, foram retiradas 20 amostras simples de solo, sendo homogeneizadas para formar uma amostra composta, nas profundidades de 0-20 cm. Após esta etapa, a amostra foi encaminhada para laboratório para serem realizadas análises químicas do solo. Como resultado, esta foi caracterizada quimicamente, conforme apresentado a seguir. A amostra apresentou os seguintes resultados:

RESULTADO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO													
pH		Corg.	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
H ₂ O	KCl	gkg ⁻¹	gkg ⁻¹	mgdm ⁻³	cmolc dm ⁻³							%	
5.31	5.36	13.00	22.41	10.39	0.11	7.0	1.50	0.09	3.46	8.61	12.07	71.33	1.03

Tabela 01. Resultado da análise química da amostra de Nitossolo Vermelho.

Para a determinação dos aspectos ecofisiológicos de fotossíntese ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e temperatura foliar ($T_f - ^\circ\text{C}$) foram selecionados, aleatoriamente, dez indivíduos de cacau, sendo (5 (cinco) da cultivar TSH 1188 e 5 (cinco) da cultivar CCN 51), apresentando aproximadamente 6 (seis) anos de idade, totalizando 20 (vinte)

indivíduos avaliados. Em cada genótipo de cacau, foram analisadas cinco folhas (repetição) completamente expandidas (maduras) e assintomáticas a doenças, assim como, a deficiências nutricionais ou sinais de herbivoria.

As medições das variáveis fisiológicas foram realizadas, em cada folha, com o auxílio de um medidor portátil de fotossíntese (LCpro, ADC Bioscientific LTDA., UK) e ocorreram no mês de julho (período mais seco na região) de 2017. Os dados foram coletados nos horários de 07:00 às 08:00 h, 11:00 às 12:00 h e 17:00 às 18:00h. Avaliou-se as taxas fotossintéticas ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$), de transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), de condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e de temperatura foliar ($T_f - ^\circ\text{C}$). Com os dados obtidos, foi calculada a eficiência instantânea do uso da água (EUA), dada pela razão entre as taxas fotossintéticas e de transpiração ($EUA = A/E$).

2.4 Análise dos Dados

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat (Ayres et al. 2007), versão 5.3 (BioEstat Software, Belém, Brasil). Para melhor interpretação e entendimento dos dados coletados, foi realizado, inicialmente, a estatística descritiva acerca dos parâmetros fisiológicos. Em seguida, foram realizadas análises de variância (ANOVA) fatorial a x b e análises de regressão com médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Para a verificação das diferenças fisiológicas encontradas, em nitossolo vermelho, foram realizadas análises multivariadas por meio da aplicação do teste de Hotelling para comparação das amostras de tecidos foliares a pleno sol e sombra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos em tecidos foliares das variedades TSH 1188 e CCN 51, a pleno sol, revelaram maiores médias de fotossíntese quando comparadas as obtidas em tecidos foliares sombreados (Figura 2). Do ponto de vista matemático, houve uma pequena diferença entre as taxas fotossintéticas das duas cultivares, indicando que a variedade CCN 51 é um pouco mais eficiente do que a TSH 1188, quanto a absorção de radiação. O mesmo acontece quando analisamos os resultados obtidos nas duas cultivares em folhas sombreadas.

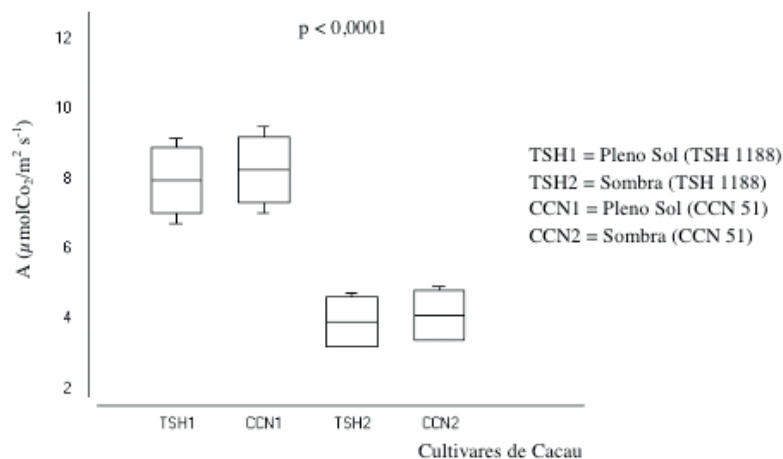


Figura 2 - Resultados da Fotossíntese ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Não obstante, a análise de variância fatorial revelou que não houve diferença significativa, quanto a variação das taxas de fotossíntese, quando comparadas as cultivares TSH 1188 e CCN 51, em nitossolo vermelho, com $p = 0.5119$. Entretanto, quando observadas as variações encontradas nos tratamentos estabelecidos nas duas cultivares, relacionados a intensidade de luz (pleno sol e sombra), os resultados revelaram uma diferença estatisticamente significativa com $p < 0.001$.

As maiores taxas de fotossíntese (A) encontradas em tecidos foliares a pleno sol, quando comparadas a tratamentos com baixa intensidade luminosa, revelam que algumas plantas possuem a capacidade de se ajustarem, fisiologicamente, a ambientes com elevada radiação fotossinteticamente ativa - RFA (BARROSO, 2014). Contudo, por se tratar de um experimento realizado em sistema agroflorestal, mesmo obtendo médias relativamente altas de radiação no momento da coleta dos dados, as taxas obtidas ainda são superiores quando comparadas as encontradas em monocultivos que não possuem sombreamento definitivo e recebem grande quantidade de radiação durante todo o dia. O cacau é uma espécie de sub-bosque e requer sombreamento para melhor crescimento, desenvolvimento e produção das plantas (SOMARRIBA e BEER, 2011), pois menores níveis de incidência de luz resultam em maiores taxas fotossintéticas e trocas gasosas, o que possibilita maior disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento e também para as rotas metabólicas de defesa (BARROSO, 2014).

A explicação para tal fato está atrelada, possivelmente, a etapa fotoquímica (fase clara) da fotossíntese, mais especificamente nos processos que ocorrem no fotossistema I. No interior das células vegetais, dentro dos cloroplastos, os tilacóides transformam energia luminosa em energia química. O fato de os tecidos foliares a pleno sol apresentarem maiores taxas de fotossíntese, ocorre devido estes receberem uma maior quantidade de radiação, fazendo com que as clorofilas (p700) se agitem

e liberem mais elétrons, gerando assim, mais energia na forma de NADPH (Molécula altamente energizada). Por sua vez, os tecidos foliares que estão na sombra recebem uma menor quantidade de radiação, apresentando assim taxas fotossintéticas mais baixas. A baixa intensidade de luz não é suficiente para manter a taxa máxima das reações luminosas, sendo ela a determinar a taxa de fotossíntese. As plantas adaptam-se ao crescimento sob luz solar direta ou em condições sombreadas. Numa mesma planta, as folhas que se desenvolvem à sombra são anatômica e metabolicamente diferentes das que crescem expostas à luz. Folhas de sombra normalmente são mais finas, têm maior área e contém mais clorofila que as folhas de sol. Como resultado, as folhas de sombra são normalmente mais eficientes a captar a luz a intensidades mais baixas (maior eficiência fotossintética), mas as folhas de sol apresentam pontos de saturação para a luz mais altos e taxa máxima de fotossíntese mais alta (CARVALHO, 2014).

Quanto a taxa de transpiração, observa-se que a cultivar CCN 51 apresenta menores médias que a cultivar TSH 1188, em nitossolo vermelho, revelando que a primeira variedade, possivelmente, transpira menos que a segunda (Figura 3).

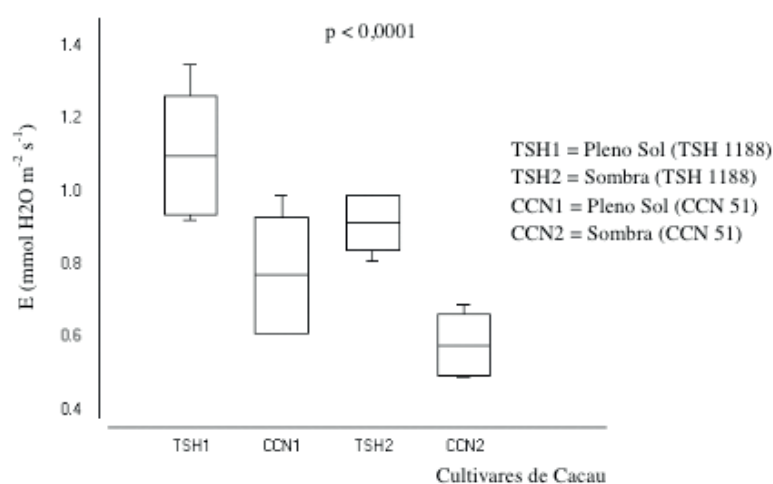


Figura 3 - Transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Dentro desta perspectiva, os resultados obtidos através da análise de variância fatorial revelaram que as diferenças encontradas nas taxas transpiratórias são significativas em função dos tratamentos de intensidade luminosa, tecidos foliares a pleno sol e sombra, e das diferentes cultivares.

Considerando que o processo de transpiração controla a absorção e o movimento de água e sais minerais na planta, assim como é um fator importante na dissipação de energia (resfriamento) (AMORIM e VALLE, 1992), a cultivar CCN 51 demonstrou-se estar melhor adaptada a ambientes mais quentes e que recebem maior quantidade

de radiação, provavelmente, por possuir uma boa regulação estomática e ser menos suscetível a mudanças abruptas de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade dos ventos. Resultados similares foram encontrados por Cabral et al. (2012), onde demonstraram que a cultivar CCN 51 apresenta mecanismos que evitam perdas demasiadas de água, possivelmente, pela regulação estomática. Como resultado semelhante, Carr e Lockwood (2011) também demonstraram que o cacau realiza o fechamento estomático como forma de evitar a perda de água, reduzindo assim, a transpiração.

Tais afirmações permitem pressupor que a variável “transpiração” é influenciada pela quantidade de radiação recebida, pelo solo em que a espécie se encontra e pelas diferentes cultivares. Dentre estes fatores, acredita-se que o principal seja o solo por estar mais correlacionado com a disponibilidade de água. O cacauzeiro é uma planta sensível ao déficit hídrico, pois nestas condições fecha seus estômatos para evitar a perda de água, o que acaba por reduzir a transpiração (CARR e LOCKWOOD, 2011).

Quanto a variável condutância estomática, a cultivar TSH 1188 sinaliza possuir um melhor controle estomático, pois apresentou menores valores deste parâmetro fisiológico. Contudo, a cultivar CCN 51, mesmo apresentando maiores taxas de condutância, fotossintetiza mais, compensando esta diferença. Tal fato evidencia uma maior eficiência no uso da água, razão entre a taxa fotossintética e a taxa transpiratória, pois esta cultivar consegue absorver uma maior quantidade de CO_2 liberando, apenas, uma pequena quantidade de água. Um estudo similar revelou que o cacau possui mecanismos de respostas que evitam a perda de água quando submetido à déficit hídrico e a variedade CCN 51 se destaca por apresentar melhores respostas quanto a regulação estomática (CABRAL et al., 2012).

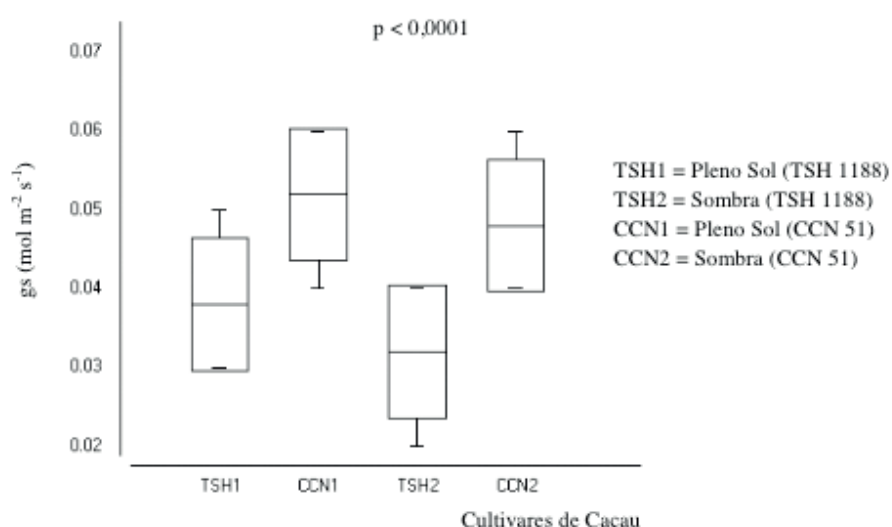


Figura 4 - Condutância Estomática ($\text{gs} - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos dados obtidos de temperatura foliar (Média de 37°C), os resultados encontrados foram homogêneos e não apresentaram variações significativas nas cultivares estudada.

Considerando os resultados apresentados acerca das análises descritivas e de variância fatorial, os dados, quando estudados por análises de regressão, revelaram o comportamento das variáveis fisiológicas durante o dia. Com vistas a uma melhor compreensão destas variáveis, foi fixado o tratamento a “pleno sol”, nas análises de regressão, por refletir as melhores condições da planta quanto ao pleno funcionamento dos processos fotoquímicos.

Neste caso, os resultados das análises de regressão para as taxas fotossintéticas obtidas em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, nos genótipos TSH 1188 e CCN 51, em nitossolo vermelho, por meio do ajustamento de curvas, manifestaram-se com tendência a serem explicados por modelos estatísticos geométricos (Figura 5). Todavia, para a variável fotossíntese, estes não foram suficientemente capazes de explicar o comportamento fotossintético, pois apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) relativamente baixo, não sendo possível, do ponto de vista estatístico, modelar o comportamento da fotossíntese durante o dia.

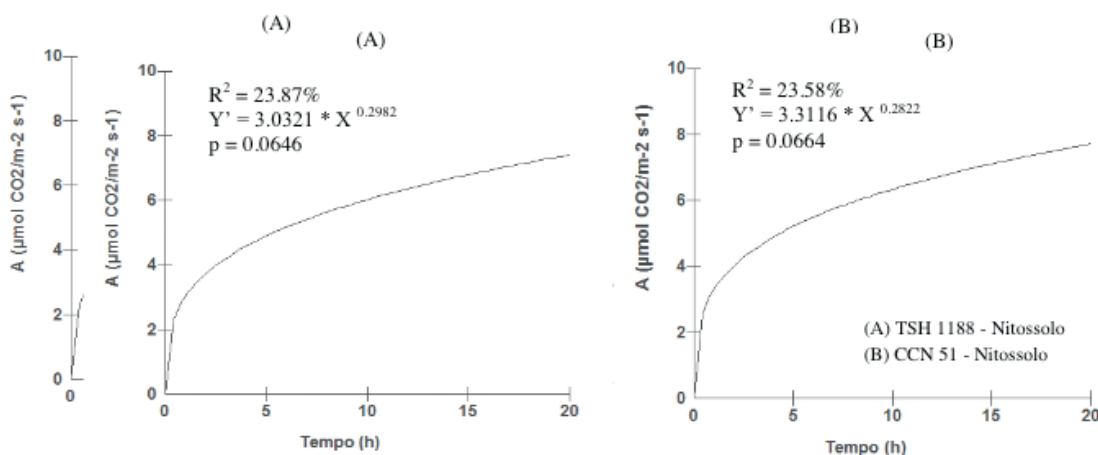


Figura 5 - Análise de Regressão para as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Todavia, o mesmo não acontece com a variável transpiração. Quando avaliados os resultados obtidos pelas análises de regressão para as taxas transpiratórias, estes revelaram coeficientes de determinação mais expressivos e com $p = < 0.0001$ (Figura 6). Tal fato, permite afirmar que a variável fisiológica transpiração é bem representada pelo modelo estatístico de regressão geométrica, apresentando R^2 maiores que 70%.

Logo, é possível presumir que as taxas transpiratórias dos genótipos TSH 1188 e CCN 51 tendem a diminuir no decorrer no intervalo entre 07:00 h e 18:00 h. Este comportamento revela que as variedades de *Theobroma cacao* possuem

a capacidade de reduzir os efeitos do estresse hídrico nas horas mais quentes do dia. Segundo Isminio (2016), como forma de enfrentar o déficit hídrico, as plantas de cacau apresentam respostas fisiológicas para minimizar as perdas de água, tais como o fechamento estomático, que promove a redução da transpiração (E).

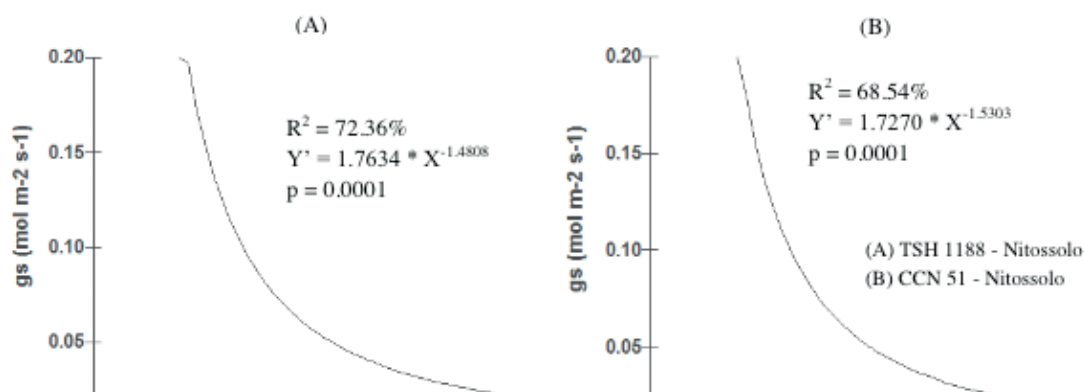


Figura 6 - Resultados da Análise de Regressão para as taxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos resultados obtidos pelas análises de regressão para as taxas de condutância estomática, o comportamento desta variável possui a mesma tendência negativa, com o avançar das horas, como ocorre na transpiração (Figura 7). Também apresenta coeficientes de determinação, em média, de 70% e $p = 0.0001$, o que legitima o modelo estatístico (Regressão Geométrica) que demonstra o desempenho das taxas de condutância estomática ao longo do dia, nos intervalos entre 07:00 e 18:00 h. Esta estratégia de mitigação dos impactos causados pelo estresse hídrico é decorrente de uma boa regulação estomática, a fim de controlar suas trocas gasosas e ao mesmo tempo manter as condições ideais para um pleno funcionamento de seus processos vitais.

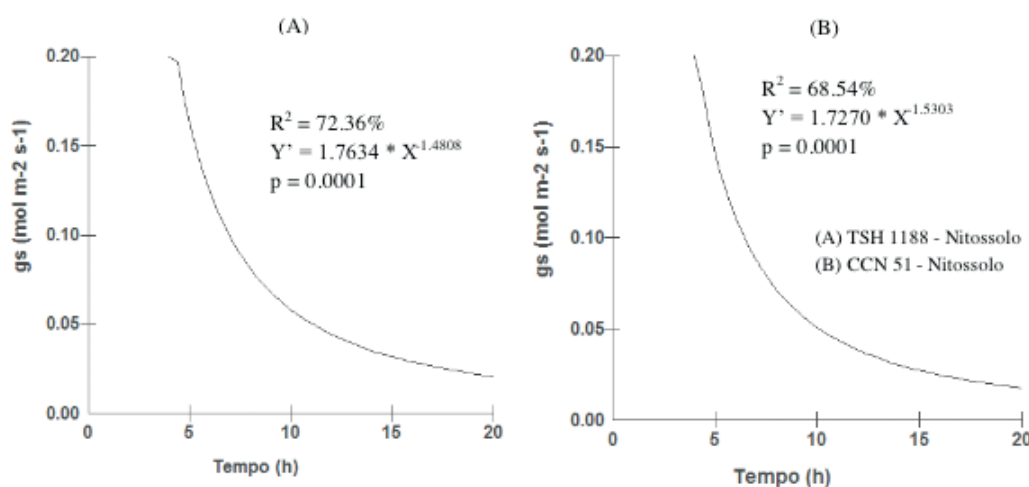


Figura 7 - Análise de Regressão para as taxas de condutância estomática g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Considerando todos os apontamentos anteriores, quando analisados a correlação entre duas variáveis fisiológicas, os resultados obtidos nas análises de regressão revelaram algumas informações relevantes. Quando correlacionadas as variáveis fotossíntese e condutância estomática, o comportamento destas tenderam a uma correlação negativa (Figura 8), ou seja, conforme os estômatos se abrem, há uma diminuição na taxa fotossintética. Os genótipos TSH 1188 e CCN 51 possuem uma boa regulação estomática, tendo essa característica como forma de proteção contra os efeitos do stress hídrico. Contudo, é notório que com o aumento da abertura dos estômatos, mesmo a planta absorvendo mais CO_2 , tenderam também a perder mais água para o meio, o que conseqüentemente, pode ter reduzido a atividade fotossintética.

Tal desempenho é explicado pelo modelo estatístico de regressão geométrica, pois mesmo apresentando um coeficiente de determinação relativamente baixo, em média de 50%, o modelo demonstrou ser bastante significativo com valores de $p < 0.004$. Este resultado foi encontrado em ambas as cultivares.

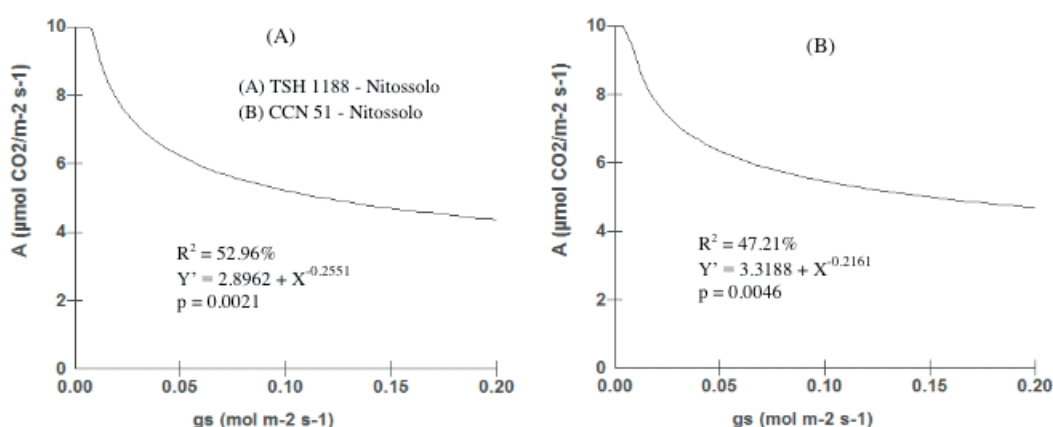


Figura 8 - Análise de Regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e as taxas de condutância estomática g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto às análises de regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e as de eficiência no uso da água “WUE” (Figura 9), foi possível entender o comportamento destas quanto à eficácia em fixar carbono transpirando uma menor quantidade de água. Plantas que possuem esta característica são mais adaptadas a ambientes extremos e com elevado estresse hídrico. Fortalecendo tal posicionamento, no cacauieiro, torna-se relevante a avaliação de parâmetros fisiológicos em condições de estresse hídrico para se verificar o comportamento e os mecanismos de tolerância de genótipos em períodos de déficit hídrico (ISMÍNIO, 2016).

Neste caso, as análises apresentaram resultados significativos com valores de $p < 0.002$ e com coeficiente de determinação, em média de 57 %, que por sua vez, remete ao modelo estatístico de regressão geométrica. Os dados também revelaram

que a cultivar CCN 51, em nitossolo vermelho, possui uma maior eficiência no uso da água, atingindo valores maiores que 20 ($\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-2}$) / $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-2}$.

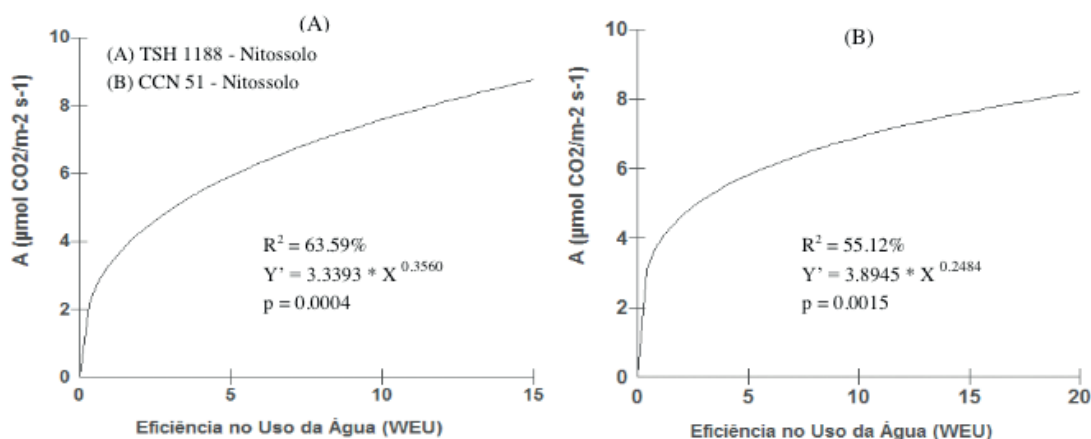


Figura 9 - Análise de Regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e taxas de eficiência no uso da água “WUE” obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Ponderando acerca dos resultados obtidos através da análise de regressão entre as taxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e taxas de condutância estomática gs ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), estes apontam para uma correlação positiva entre as variáveis (Figura 10). Com valores de $p < 0.0001$ e coeficientes de determinação (R^2) superiores a 72%, os valores tendem a serem explicados pelo modelo estatístico de regressão linear.

Pode-se observar que o comportamento destas variáveis foi homogêneo nas duas cultivares, confirmando que estas estão intimamente ligadas e possuem uma correlação positiva, ou seja, conforme, gradativamente, há um aumento na abertura dos estômatos, as trocas gasosas tendem a serem intensificadas com o meio, aumentando assim a transpiração. Tal teoria permite inferir também o contrário, pois quanto menor for a abertura estomática, menos água a planta perderá para a atmosfera. Segundo Isminio (2016), a relação dos estômatos com as trocas gasosas permite indicar o momento em que estômatos tendem a fechar para evitar perda de água pela transpiração.

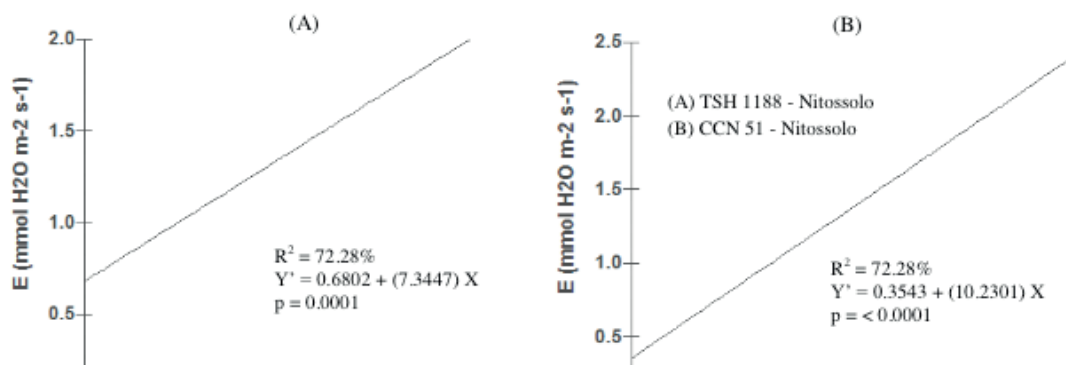


Figura 10 - Análise de Regressão entre as aaxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxas de condutância estomática gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos resultados obtidos através da análise de regressão entre a condutância estomática e a eficiência no uso da água, o comportamento destas variáveis possuem uma tendência de correlação positiva, representada por modelos de regressão geométrica (Figura 11). Dentro desta perspectiva, os resultados obtidos revelaram que a cultivar CCN 51, em nitossolo vermelho, é a mais eficiente no uso da água. Não obstante, revela também a característica de possuir uma menor abertura estomática nos horários mais quentes do dia.

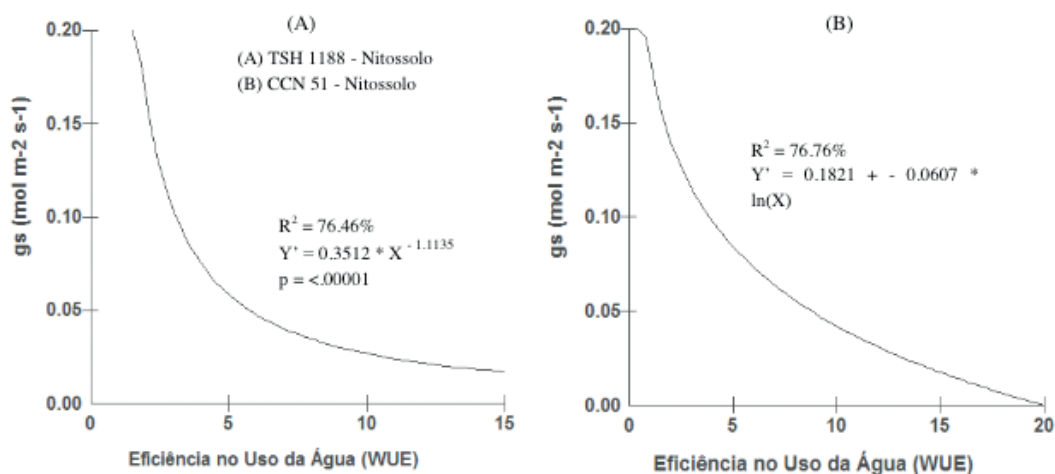


Figura 11 - Análise de Regressão entre as taxas de condutância estomática gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxas de eficiência no uso da água “WUE” obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Considerando todas as ponderações feitas acerca dos parâmetros fisiológicos estudados em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51, foi perceptível que os resultados manifestaram diferenças peculiares, entre os genótipos, quanto ao comportamento das variáveis fisiológicas em folhas de sol e de sombra. Contudo, essas diferenças foram encontradas através de análises pontuais,

dificultando a percepção destas em uma análise global do sistema. Logo, para melhor compreensão dos dados obtidos, estes foram submetidos à análise multivariada, por meio do teste de Hotelling, para comparação das taxas de Fotossíntese (A), Transpiração (E) e Condutância Estomática (gs), no horário de 11:00 às 12:00 (Horário de maior incidência dos raios solares).

Os resultados revelaram que, através de uma análise sistêmica acerca dos três principais processos químicos estudados, existe uma diferença significativa ($p < 0.0001$) entre as variáveis fisiológicas encontradas em tecidos foliares a pleno sol e sombra, assim como entre cultivares.

Tais resultados tem seu lastro alicerçado nos princípios fundamentais da fisiologia vegetal, indicando que os genótipos de cacau (TSH 1188 e CCN 51) possuem estruturas pouco diferenciadas quanto a absorção de energia luminosa. Neste caso, quando analisado as peculiaridades de cada cultivar, é notório a diferença entre os tecidos foliares a pleno sol e sombra, principalmente no quesito fotossíntese, onde as folhas de sombra apresentam as menores taxas desta variável. Não significa dizer que as folhas que recebem uma menor quantidade de radiação não são fundamentais para a planta, pelo contrário, possuem a importante função de contribuir com a regulação térmica no interior do vegetal, pois apresentam uma maior abertura estomática, que por sua vez, permite uma maior eficiência nas trocas gasosas. Por outro lado, os tecidos foliares a pleno sol, por receberem uma maior quantidade de radiação, apresentaram as maiores taxas fotossintéticas, resultando uma maior disponibilização energia pelos fotossistema II e I (ATP e NADPH).

4 | CONCLUSÃO

O comportamento ecofisiológico dos genótipos de *Theobroma cacao*, TSH 1188 e CCN 51, apresentaram características semelhantes. Enquanto que as taxas fotossintéticas, transpiratórias e de condutância estomática revelaram que ambas as cultivares se desenvolvem bem em ambientes sombreados (sombreamento parcial) dentro de um sistema diversificado. Não obstante, as cultivares de cacau TSH 1188 e CCN 51 apresentaram boa adaptabilidade ao cultivo em nitossolo vermelho. Contudo, o genótipo de cacau CCN 51 apresentou as melhores taxas das variáveis fisiológicas estudadas, indicando que esta é mais adaptada às condições de cultivo em sistemas agroflorestais.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Estudos dos Ecossistemas Amazônicos da UFOPA, pelo fornecimento de equipamentos e suporte técnico para a realização do experimento. Agradecemos também a Sra. Elisângela Trzeciak por disponibilizar sua propriedade para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, S.M.C.; VALLE, R.R. **Efeito da Temperatura Radicular na Resistência ao Movimento de Água no Cacaueiro (*Theobroma Cacao* L.)**. Acta Botanica Brasilica, v. 6, p. 55-64, 1992.
- BARROSO, J.P. **Respostas de genótipos de cacau à intensidade de luz, avaliados por meio da fotossíntese, ultraestrutura e composição química foliar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014.
- CABRAL, G.A.; OLIVEIRA, A.S.; VELLAME, L.M.; JÚNIOR, L.S.F.; PAZ, V.P.S. **Fluxo de Seiva de Cacau, sob Condição de Sequeiro, pelo Método de Sonda de Dissipação Térmica**. INOVAGRI – International Meeting, Fortaleza, 2012. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/meeting2012/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo153.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.
- CARR, M.K.V.; LOCKWOOD, G. **Water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): a review**. Experimental Agriculture, v. 47, p. 653–676, 2011.
- CARVALHO, L.C.M.F. **Fisiologia Vegetal: Taxa de Fotossíntese e Problemas**. Lisboa, Portugal, 2014. Disponível em: <<https://fenix.isa.ulisboa.pt/qubEdu/conteudos-publicos/ficheiros?oid=3972844763476>>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.
- CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). **Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira**. CEPLAC/SUEPA, Belém, 2013, 180 p.
- IBGE. **Diretoria de Geociências, Pedologia, Mapa Esquemático de Solos**, 2008. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.
- ISMÍNIO, P.L. **Potencial Hídrico Foliar, Trocas Gasosas E Crescimento Em Genótipos De Cacau De *Theobroma Cacao* Submetidos À Deficiência Hídrica E Adubação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, 2016, 87 p.
- KÖPPEN, W.P. **Climatologia**. Cidade do México, Buenos Aires: Fundo de Cultura Econômica. 1948, 479 p.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. **Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees**. Agroforestry Systems, v. 81, p. 109-121, 2011.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação fosfatada 148, 152, 153, 155, 157
Adubação verde 119, 120, 123, 124, 126, 127, 128, 129
Agregados biogênicos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Aminoácidos 116, 216, 217, 219, 220, 221, 223, 224

B

Bactérias diazotróficas 130, 136

C

Caracterização agronômica 205
Citrullus lanatus 197, 198
Compactação 13, 18, 101

D

Descritores agronômicos 205
Diagnose visual 111, 112, 113
Drenagem 2, 25, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 48, 49, 52, 89, 114, 152, 156

E

Educação em solos 59
Erodibilidade 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 57
Eruca sativa 67, 68, 71, 72
Espécie florestal 75, 76, 112
Estrutura do solo 1, 2, 18, 19, 21, 61
Extratos vegetais 158

F

Fertilizante orgânico 148
Fixação biológica 119, 120, 121, 131, 137, 138

G

Genótipo 141, 143, 144, 167, 168, 182, 186, 195, 208, 212, 213, 219, 222
Germinação 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 94, 107, 108, 109, 110, 199
Glycine max 130, 131, 137, 224

H

Hidroponia 112
Hortaliças 36, 67, 68, 71, 72, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 215

I

Infiltração 2, 6, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 34, 50, 51, 52, 53, 120

Ipomoea batatas L. 204, 205

N

Nitossolo vermelho 157, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Nutrição de plantas 59, 118

Nutrição mineral 111, 112, 113, 199

P

Parâmetros genéticos 205, 207, 208, 209

Perda de solo 14, 19, 20, 46, 49, 50, 52, 55, 56

Plantio direto 9, 11, 18, 23, 24, 66, 119, 128, 129, 137, 138, 157

Pratylenchus brachyurus 166, 167, 168, 169

Preservação 3, 5, 38, 39, 40, 43, 55, 60

Produção de grãos 130, 135, 136

Q

Qualidade de mudas 72, 84, 86, 102, 104

R

Resistência genética 166

S

Sistemas agroflorestais 182, 183, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Solos arenosos 25

Sombreamento 5, 10, 53, 89, 182, 187, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203

Sorghum bicolor 166, 167

Substratos orgânicos alternativos 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 91

Sucessão de culturas 119, 149

Susceptibilidade a erosão 22, 25, 36

T

Taxas fotossintéticas 186, 187, 188, 190, 192, 193, 195, 197, 198, 201

Transgênicos 216

V

Valor nutricional 71, 217

Variabilidade 6, 22, 25, 26, 27, 57, 139, 142, 147, 169, 184, 204, 205, 208, 211, 212, 213, 214, 215

Voçorocas 46, 47, 52, 54, 55, 56

Z

Zea mays 55, 139, 140, 146

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-717-8



9 788572 477178