

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 di 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 *Jacaranda micrantha Cham*

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 (*Hevea Spp.*)

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 *Senna occidentalis* (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 *Tabebuia serratifolia* 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	
Salete Aparecida Gaziola	
Ricardo Antunes Azevedo	
João Nicanildo Bastos dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.17819171024	

SOBRE O ORGANIZADOR.....226

ÍNDICE REMISSIVO227

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

Salete Aparecida Gaziola

Ricardo Antunes Azevedo

João Nicanildo Bastos dos Santos

RESUMO: Com o aumento das áreas de cultivo da soja transgênica tolerante ao glifosato, esta substância tem se tornado o principal herbicida para esta cultura, seu uso pode interferir no metabolismo e nos aspectos nutricionais das plantas transgênicas. Neste cenário, o objetivo deste trabalho foi verificar as concentrações de óleo, proteínas, fitato e aminoácidos em cultivar de soja tolerante ao glifosato. Para isso foi realizado um experimento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. O cultivar analisado foi a soja geneticamente modificada BRS Valiosa RR. Os tratamentos constituídos por glifosato aplicado uma única vez, ou seja, respectivamente nas doses: 1,5 e 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial, glifosato aplicado sequencialmente nas doses: 1,5/1,5; 2,0/1,5 e 2,0/1,5/1,5 L ha⁻¹ do produto comercial, com intervalos de 15 a 20 dias entre as aplicações e testemunha (controle) capinada no limpo (sem aplicação de glifosato). Os dados obtidos foram submetidos à análise

de variância e teste F do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta. Para as análises significativas foram realizados à comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Comparando as médias entre os níveis de óleo, proteína e aminoácidos totais na soja transgênica exposta e não exposta ao glifosato, constatou-se que não houve diferença significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados obtidos de aminoácidos (nMol/ml) foram: T1 = 159,73; T2 = 136,05; T3 = 175,81; T4 = 147,42; T5 = 127,43 e T6 = 136,99. Como conclusão os dados indicam que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos, não foi afetada e nem em termos nutricionais nas doses de glifosato estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: soja, fitato, aminoácidos, transgênicos.

INTRODUÇÃO

O glifosato é um produto não seletivo que controla grande número de plantas de folhas largas e estreitas, pela inibição da EPSP sintetase, enzima que participa na via metabólica da biossíntese de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e lisina), os quais são essenciais ao crescimento da planta (Jezovsek, 1997).

Empresas desenvolveram cultivares de

soja geneticamente modificada, onde o gene (CP4) que codifica a enzima EPSPs [5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase] inibe a ação do glifosato. Desta forma, é possível que a soja tolerante ao glifosato desenvolva mesmo após aplicação do herbicida glifosato (Jezovsek, 1997).

Para entender o que foi realizado, é necessário comentar o modo de ação do glifosato. O glifosato, ingrediente ativo do herbicida Roundup®, (*N-phosphonomethyl-glycine*), se liga e bloqueia a atividade da enzima EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate) synthase, a qual participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos nas plantas (Arruda et al. 2013 e Barbosa et al., 2012). Na ausência do glifosato, a enzima EPSP atua catalizando a reação da S3P (ou, shikimate-3-phosphate), e da PEP (phosphoenolpyruvate), dando condições à produção de EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate) e fosfato orgânico, que são as substâncias, responsáveis pela síntese de aminoácidos aromáticos. Logo, a presença do glifosato na planta, restringindo a fabricação de aminoácidos aromáticos, impossibilita a síntese de várias proteínas, fazendo com que a planta paralise o crescimento, tanto do sistema radicular, como da parte aérea.

Quanto ao ácido fítico (mio-inositol hexaquisfosfato), cuja principal forma de armazenamento de fósforo em grãos é de 50 a 80% do P total, constituindo comumente cerca de 1,0 a 2,5 % da sua massa seca, esta substância afeta o valor nutricional de grãos, principalmente de leguminosas, pois pode diminuir a biodisponibilidade de minerais e proteínas em humanos e animais monogástricos. Por outro lado, também pode ter efeitos benéficos à saúde humana, como redução de níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue e atuação como antioxidante e anticarcinogênico.

Devido a estes aspectos, tanto positivos como negativos, o interesse em manipular os teores de fitato nos grãos de cereais e leguminosas tem aumentado. No entanto, é necessário entender melhor a via biossintética do fitato e os mecanismos que a regulam. Um dos estudos prioritários, são os que relacionem os níveis de fitato e de proteínas em grãos, já que estes estão correlacionados. O fitato é depositado em corpos proteicos e em leguminosas, se encontra disperso na matriz proteica, desta forma é possível que o acúmulo de certas proteínas de reserva influenciem a síntese de fitato. Um sistema experimental modelo, no caso o cultivo *in vitro* de explantes de fruto, permite manipular a síntese de fitato e de proteínas via alterações na composição do meio de cultura, e analisar as proteínas expressas sob situações contrastantes de síntese de fitato.

Quanto aos aspectos nutricionais, Mataveli *et al.* (2010) relataram que sementes de soja transgênicas (T) e não-transgênicas (NT) apresentam concentrações diferentes de Co, Cu, Fe e Sr. As frações bioacessíveis de elementos como o Cu, Fe, Mn, Zn e S são maiores em sementes de soja transgênica.

Apesar da relevante área cultivada com soja geneticamente modificada no mundo, os relatos científicos são escassos. Isso se deve à influência e ao controle das empresas multinacionais e produtoras de sementes sobre o assunto, não permitindo,

aos sojicultores e à comunidade científica acesso mais detalhado sobre estes novos cultivares. Tais genótipos modificados podem apresentar diferenças nutricionais quando expostas ao glifosato devido talvez ao uso excessivo e indiscriminado desta substância. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto de aplicações sucessivas de glifosato nos aspectos nutricionais em cultivar de soja tolerante ao glifosato.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento em campo: este experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. O cultivar analisado foi a soja geneticamente modificada BRS Valiosa RR. A semeadura foi realizada no mês de outubro no ano agrícola 2006/2007, com densidade de 14 a 16 plantas/metro lineares e espaçamento de 0,5 m entre as linhas. As parcelas experimentais constituíram de seis linhas de 5 m de comprimento, com quatro repetições. Considerou-se como área útil, as quatro linhas centrais com 4 m de comprimento, desprezando-se 0,5 m das extremidades de cada parcela.

Tratamentos: foram constituídos por glifosato aplicado uma única vez T1 e T2, ou seja, respectivamente nas doses: 1,5 e 2,0 L ha⁻¹ do p.c., glifosato aplicado sequencialmente T3, T4 e T5, ou seja respectivamente nas doses: 1,5/1,5; 2,0/1,5 e 2,0/1,5/1,5 L ha⁻¹ do p.c, com intervalos de 15 a 20 dias entre as aplicações e T6 testemunha capinada no limpo (sem aplicação de glifosato).

Aplicação do glifosato: o produto comercial utilizado foi o Roundup Ready® na formulação de 480 g L⁻¹ de equivalente ácido efetuadas entre 15 e 20 dias após emergência das plântulas de soja, ou seja, a partir do estágio fisiológico V₂, quando as bordas das folhas do segundo trifólio não se tocam mais, segundo a classificação de Fehr *et al.* (1971). As aplicações foram feitas sempre na parte da manhã, sem vento para evitar a deriva, com o auxílio de um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), regulado para volume de calda de 200 L ha⁻¹ e com bicos tipo leque (110° - SF - 02), seguindo as recomendações dos fabricantes.

Determinação de óleo e proteínas: os teores de proteína em 1,0 g e de óleo em 0,1 g em grãos de soja foram determinados, respectivamente, pelo método de Kjeldhal, tendo como catalisador o sulfato de cobre e pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente (Bonato *et al.*, 2000).

Determinação de fitato: no laboratório foram retiradas alíquotas de 25 g de cada amostra de grãos de soja, em triplicata, que foram previamente homogeneizadas, trituradas e mantidas em freezer a uma temperatura em torno de -18 °C até o momento das análises. O método utilizado foi sugerido por Latta e Eskin (1980). A extração consistiu na adição de 20 mL HCl 0,5 mol⁻¹ para 500 mg de amostra. Todos os fosfatos de inositol no extrato foram retidos em resina de troca iônica Dowex AG 1-X8 (400 a 800 mesh), previamente preparada. O método baseou-se na coloração azul

escuro do composto ferro-ácido-sulfossilíco. Na presença de fitato, o complexo com ferro foi precipitado, reduzindo a intensidade da coloração azul. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 500 nm.

Separação e análise da composição de aminoácidos e quantificação de lisina solúvel nas sementes por HPLC: para a separação e determinação quantitativa de aminoácidos livres utilizou-se Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) mediante o emprego de uma coluna de fase reversa Spherisorb ODS-2 (C18) após derivatização com *o*-ofitdialdeído (OPA) (Marur *et al.*, 1994). Os derivados OPA foram detectados por fluorescência, para isto utilizou-se 1 g de farinha obtida da trituração de sementes maduras em 10 mL de MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção 12:5:3). A mistura foi deixada *overnight* a 4°C. O sobrenadante foi centrifugado a 6000 rpm por 20 min, posteriormente, adicionou-se 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água para cada 4 mL de MCW. Centrifugou-se novamente retirando cuidadosamente a fase aquosa formada e em seguida liofilizada. O “pellet” foi resuspenso em 300 mL de água e a solução de aminoácidos livres congelado a – 20 °C. Depois de descongeladas, as amostras foram filtradas em filtro Millipore em PVDF de 0,22 μ de poro para remoção das frações de proteínas reserva, albuminas e globulinas, que são solúveis em água e então analisadas por HPLC. Os derivados do OPA foram detectados por fluorescência ou por absorção em UV. Para uma alíquota (padrão ou amostra) de 20 mL adicionou-se 60 mL do reagente OPA. O reagente OPA foi preparado dissolvendo 50 mg de OPA em 1 mL de metanol e misturando 6,5 mL de tampão borato-NaOH (ácido bórico 2,4% p/v em H₂O; pH ajustado com NaOH 2 M). No dia da realização das análises, 5 mL de 2-mercaptoetanol foram adicionados a 625 mL de OPA. Após exatamente 2 minutos, injetou-se 10 mL correspondente a cada genótipo ou padrão no HPLC, iniciando a eluição da mistura em um gradiente linear (20-100 % B [metanol 65 %]) em tampão A (50 mM Na Oac, 50 mM Na₂HPO₄, tetrahidrafurano, metanol, pH 7.25). O fluxo foi de 0.8 mL min durante 50 min. O gradiente foi programado para aumentar linearmente a proporção de “B” em relação a “A”. Os derivados aminoácidos-OPA foram detectados por um monitor de fluorescência, excitação de 265 nm e emissão de 480 nm. As concentrações de aminoácidos nas amostras foram determinadas pela área dos picos integrados, comparados aos picos de um padrão na concentração de 250 nmol/mL. Para a quantificação de lisina especificamente, o gradiente foi repetido, mas em um gradiente 75-100%, de forma a permitir o aparecimento do pico de lisina antes da degradação do aminoácido. Os resultados foram expressos em porcentagem de mols de aminoácidos recuperados em relação aos aminoácidos totais (% mol).

Dosagem de aminoácidos solúveis livres totais (ALT): feita a extração dos aminoácidos, analisou-se uma alíquota dessa solução para verificar os aminoácidos solúveis totais. Uma curva de calibração foi construída utilizando um padrão de leucina nas concentrações de 40, 80, 120, 160 e 200 nmol/mL. Uma fração de 100 mL da solução de aminoácidos foi colocada em um tubo de ensaio adicionando 900 mL de água. Tanto para análise das amostras desconhecidas quanto para a curva

padrão acrescenta-se 0,5 mL de tampão citrato de sódio (0,2 M, pH 5,0), 0,2 mL de reativo de ninhidrina (5% em metilglicol) e 1 mL de KCN (2% de uma solução 0,01 M em metilglicol). O tubo de ensaio foi coberto com bolas de vidro, para que não houvesse evaporação, e colocado em banho-maria a 100 °C por 20 min. Deixou-se atingir a temperatura ambiente e completou-se com etanol 60%. A leitura em espectrofotômetro dos padrões e das amostras contra o branco foi feita em 570 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de proteínas, lipídios, fitato e aminoácidos encontram-se nas TABELAS 1 e 2. Na tabela 1 pode-se verificar que não houve interferência na produção de óleo e proteína na soja transgênica devido à pulverização de glifosato na cultura, mas houve efeito significativo na produção de fitatos, o que deve ser analisado cuidadosamente, pois o mesmo é um fator antinutricional muito importante. Pode-se notar que quando a aplicação do produto foi sequencial houve uma tendência na diminuição de fitato, bem como quando a dosagem aplicada foi menor. Mas devem ser realizados outros trabalhos para esclarecer o motivo de tal comportamento, e se esse fato se repete em outros experimentos. A diminuição na produção de fitato pode ser um incentivo para um maior consumo dos grãos de soja dentro da alimentação humana.

Tratamentos	Dose (g.i.a/ha)	Óleo (%)	Proteína (%)	Fitato (mg/L)
T1 – Glifofato	720	18.4 a	39.3 a	157.17 bc
T2 – Glifosato	960	18.9 a	37.1 a	172.72 ab
T3 - Glifosato/glifosato	720/720	18.5 a	39.1 a	181.84 a
T4 - Glifosato/glifosato	960/720	18.4 a	38.1 a	162.45 ab
T5 - Glifosato/glifosato/glifosato	960/720/720	18.6 a	38.7 a	160.42 abc
T6 – Testemunha	---	18.8 a	38.6 a	174.75 ab
DMS		0.89	2.3	18
CV (%)		2.0	2.5	6.0

Tabela 1 – Valores médios do teor de óleo, proteínas e fitato em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Grynspan & Cheryan (1989) a interação de cálcio, fitato e proteína de soja, parece ser afetada pelo pH do meio e pela concentração dos três componentes. Em pH baixo (< 4), o fitato associa-se com a proteína da soja para formar complexos

insolúveis nos quais a participação do cálcio dependerá da sua concentração. Quando o cálcio está em excesso, este pode deslocar o fitato do complexo fitato-proteína e torná-lo solúvel. Com o pH alto (> 6,5) e concentração de cálcio elevada, o fósforo precipita e a proteína permanece solúvel como resultado da formação de complexos cálcio-fitato insolúveis. Portanto o pH pode ser outra fator que explique a menor produção de fitatos devido ao pH ideal na calda do herbicida utilizado ser ácido.

Tratamentos	Dose (g.e.a/ha)	Aminoácidos (nMol/ml)
T1 – Glisofato	720	159.73 a
T2 – Glifosato	960	136.05 a
T3 - Glifosato/glifosato	720/720	175.81 a
T4 - Glifosato/glifosato	960/720	147.42 a
T5 - Glifosato/glifosato/glifosato	960/720/720	127.43 a
T6 – Testemunha	---	136.99 a
DMS		51.87
CV (%)		26.6

Tabela 2 – Valores médios de aminoácidos totais em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Barbosa *et al.* (2012) relataram a avaliação diferencial de enzimas e proteínas expressas em sementes de soja T e NT, revelando maiores níveis em sementes transgênicas de malondialdeído, ascorbato peroxidase, glutathione redutase e catalase (29,8; 30,6; 71,4 e 35,3%, respectivamente). Mas no presente estudo, com relação aos aminoácidos pode-se notar nas tabelas 2 e 3, que não houve efeito significativo entre a aplicação do herbicida glifosato e a produção dos mesmos. A planta aparentemente busca um novo equilíbrio de uma forma que a modificação genética poderá ser a produção de alterações, numa forma de cascata, para manter o seu metabolismo. No entanto, plantas com a capacidade de controlar o nível celular ROS podem ser particularmente úteis para uso futuro em condições de estresse ambiental.

A partir de resultados obtidos por Arruda *et al.* (2013), foi possível concluir que a planta transgênica busca um novo equilíbrio para manter seu metabolismo funcionando diante de uma condição de estresse. Tais alterações sugerem que o metabolismo seja afetado e muito possivelmente para o metabolismo de alguns aminoácidos, no entanto neste estudo o teor total não mostrou alteração, o que é interessante, pois demonstra que apesar da planta procurar outras rotas, o teor de aminoácidos não é afetado.

Arruda *et al.* (2013) avaliaram a atividade de algumas enzimas-chave envolvidas no combate às espécies reativas de oxigênio (ROS) bem como espécies de proteínas diferenciais nas folhas dos dois genótipos de soja, transgênica (T) e não transgênica (NT). Os resultados revelaram que todas as enzimas avaliadas apresentaram maior

atividade nas folhas de soja T quando comparadas com as NT. Concentrações mais elevadas de peróxido de hidrogênio e de malondialdeído também foram observadas, indicando claramente uma condição de estresse oxidativo estabelecido no genótipo transgênico. Além disso, 47 proteínas foram diferencialmente abundantes quando comparadas as folhas de ambas as plantas, 26 espécies foram identificadas com precisão, incluindo as proteínas envolvidas na modificação genética (CP4 EPSPS).

Barbosa *et al.* (2012) relataram a avaliação diferencial de enzimas e proteínas expressas em sementes de soja T e NT. A análise de malondialdeído, ascorbato peroxidase (EC 1.11.1.11), glutathione redutase (EC 1.6.4.2) e catalase (EC 1.11.1.6) revelou maiores níveis em sementes transgênicas (29,8; 30,6; 71,4 e 35,3%, respectivamente). A separação de proteínas nas sementes de soja foi feita por electroforese bidimensional em gel de poliacrilamida e 192 proteínas foram obtidas por dessorção/ionização de matriz por laser (MALDI) em espectrômetro de massa (MS) analisados com quadrupolo em tempo de voo (QTOF) e ionização por eletrospray (ESI). Além disso, a enzima CP4 EPSPS, envolvida na modificação genética, foi identificada por digestões enzimáticas usando tripsina ou quimiotripsina e ESI-QTOF MS/MS. Dentre as proteínas identificadas, cytosolic glutamine synthetase, glycinin subunit G1 e glycine-rich RNA-binding mostraram ser diferencialmente expressadas após análise usando a técnica de eletroforese bidimensional e aplicação de um fator regulador de 1,5 ou maior.

Os resultados obtidos no estudo acima indicaram que a própria modificação genética poderia ser um fator de estresse, provocando mudanças na atividade de algumas enzimas. As alterações no proteoma da semente de soja foram corroboradas com a produção de MDA, que é um indicador de peroxidação lipídica e estresse oxidativo e foi maior em sementes de soja T. Além disso, foram observadas atividades enzimáticas mais elevadas para APX, GR e CAT em sementes transgênicas. Este conjunto de resultados sugere um maior nível de estresse nas sementes de soja T, mesmo quando não foram utilizados herbicidas, uma vez que o gene que confere resistência ao herbicida foi inserido no DNA das sementes. Este fato explica alguns resultados previamente relatados na literatura, afirmando que sementes transgênicas têm uma maior capacidade de transportar metais a partir do solo e têm maior biodisponibilidade de metais nas sementes quando comparadas à soja não-transgênica.

Além disso, a enzima envolvida na modificação genética (CP4 EPSPS) também foi facilmente identificada por ESI-QTOF MS / MS utilizando tripsina como uma enzima de clivagem. Entre as 192 proteínas identificadas, quatro delas mostraram-se diferencialmente expressas por meio de análises 2-D DIGE com aplicação de um fator de regulação de 0.5 ou superior. Levando em conta a correlação entre proteínas diferencialmente expressas e as atividades enzimáticas encontradas, não é difícil racionalizar que a modificação genética induz uma condição de estresse oxidativo nas sementes.

Nas Tabelas 3 e 4, estão os valores médios de aminoácidos livres (asparagina, glutamina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleuciona, leuciona e lisina) em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato após expostas as aplicações de glifosato e em nenhum tratamento influenciou significativamente nos valores médios de aminoácidos livres e nos coeficientes de correlação entre às variáveis lipídios (L), proteínas (P), fitato (F) e aminoácidos (A).

Os dados indicaram que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos não foi afetada. A partir dos resultados obtidos, o organismo estudado aparentemente manteve equilíbrio semelhante a soja convencional, de tal forma que a modificação genética não produziu alterações significativas, para manter o seu metabolismo. Este fato está movendo pesquisadores a trabalhar com organismos geneticamente modificados para compreender melhor os aspectos específicos do metabolismo de plantas geneticamente modificadas e para identificar proteínas-chave que podem, eventualmente, ser objeto de a modificação genética de modo que a soja, possa apresentar tolerâncias mais elevadas ao herbicida glifosato.

Tratamentos	Doses (g.e.a/ha)	Asp	Glu	Tyr	Met	Val	Phe	Ile	Leu	Lys
T1 – Glifosato	720	166.4 a	334.3 a	163.6 a	127.9 a	146.0 a	76.1 a	83.1 a	78.4 a	0
T2 – Glifosato	960	140.5 a	346.6 a	134.3 a	107.6 a	129.7 a	49.6 a	54.9 a	53.7 a	0
T3 - Glifosato/ glifosato	720/720	151.0 a	326.3 a	129.0 a	79.6 a	137.6 a	49.0 a	54.0 a	55.8 a	0
T4 - Glifosato/ glifosato	960/720	137.5 a	338.6 a	130.7 a	79.8 a	153.5 a	45.9 a	52.4 a	52.2 a	0
T5 - Glifosato/ glifosato/glifo- sato	960/720/720	145.7 a	339.9 a	127.2 a	118.3 a	141.7 a	49.4 a	53.1 a	53.6 a	0
T6 – Testemu- nha	---	131.1 a	348.6 a	132.8 a	111.5 a	117.8 a	50.3 a	52.8 a	51.7 a	0
DMS		111.4	291.7	105.3	114.5	107.7	42.3	44.6	43.8	---
CV (%)		30.9	34.6	31.6	44.0	31.0	32.7	31.4	31.1	---

Tabela 3 – Valores médios de aminoácidos livres (asparagina, glutamina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleuciona, leuciona e lisina) em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Variáveis	Coeficiente de Correlação (r)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
L x P	-0.45 ns	-0.31 ns	-0.93 ns	0.14 ns	-0.25 ns	-0.67 ns
L x F	0.23 ns	0.62 ns	0.41 ns	-0.72 ns	-0.11 ns	-0.20 ns
L x A	0.92 ns	0.21 ns	0.88 ns	0.54 ns	0.90 ns	0.02ns
P x F	0.14 ns	-0.91 ns	-0.36 ns	0.51 ns	0.18 ns	0.19 ns
P x A	-0.19 ns	-0.71 ns	-0.98*	-0.22 ns	0.10 ns	0.49 ns
F x A	0.01 ns	0.49 ns	0.15 ns	-0.82 ns	-0.31 ns	0.77 ns

Tabela 4 – Coeficiente de correlação entre às variáveis lipídios (L), proteínas (P), fitato (F) e aminoácidos (A), Esalq/USP, 2007.

ns = não significativo * = significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0.01)

CONCLUSÃO

Como conclusão os dados indicam que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos, não foi afetada e nem em termos nutricionais pelas aplicações de glifosato nas doses estudadas.

REFERÊNCIAS

ARRUDA. S. C.C.; BARBOSA. H.S.; AZEVEDO. R.A.; ARRUDA. M.A.Z. Comparative studies focusing on transgenic through cp4EPSPS gene and non-transgenic soybean plants: An analysis of protein species and enzymes. **Journal of Proteomics**. v.93. p.107-116. 2013.

BARBOSA. H.S.; ARRUDA. S.C.C.; AZEVEDO. R.A.; ARRUDA. M.A.Z. New insights on proteomics of transgenic soybean seeds: evaluation of differential expressions of enzymes and proteins. **Anal Bioanal Chem**. v. 402. p.299–314. 2012.

BIELESKI. R.L.; TURNER. N.A. Separation and estimation of amino acids in crude plant extracts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**. v.17. 278-293. 1966.

BONATO. R.E; BERTAGNOLLI. P.F.; LANGE. C.E.; RUBIN. S.A.L.R Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesq. Agropec. Bras**. v. 35. n. 12. p. 2391-2398. 2000.

FEHR. W.E.; CAVINESS. C.E.; BURMOOD. D.T.; PENNINGTON. J.S. Stage of development descriptors for soybeans. *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**. v. 11. p. 929-31. 1971.

GRYNSPAN, F., CHERYAN, M. Phytate-calcium interactions with soy protein. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, Champaign, v.66, n.1, p.93-97, 1989.

JEZOVSEK, G.K. Uma nova proposta para o controle das ervas daninhas: o uso de plantas transgênicas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Simpósio sobre herbicidas e plantas daninhas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.62-74.

LATTA. M.; ESKIN. M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **J. Agric. Food Chem.** v.28. n.6. p.1313-1315. 1980.

MARUR. C. J.; SODEK. L.; E MAGALHÃES. A C. N. Free amino acids in leaves of cotton plants under water deficit. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**. v.6. p.103-108. 1994.

MATAVELI. L.R.V.; POHL. P.; MOUNICOU. S.; ARRUDA. M.A.Z.; SZPUNAR. J. A. Comparative study of element concentrations and binding in transgenic and non-transgenic soybean seeds. **Metallomics**. v.2. p.781–832. 2010.

YEMM. E.W; COCKING. E.C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**. v.80. p.209-214. 1955.

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