

Solos nos Biomas Brasileiros

3

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros 3

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

S689 Solos nos biomas brasileiros 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-010-0

DOI 10.22533/at.ed.100181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos – Conservação. 4. Tecnologia. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume III, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE NATAL/RN	
<i>Daniel Nunes da Silva Júnior</i>	
<i>João Daniel de Lima Simeão</i>	
<i>Martiliana Mayani Freire</i>	
<i>Éric George Morais</i>	
<i>Anna Yanka de Oliveira Santos</i>	
<i>Sandja Celly Leonês Fonsêca</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814121	
CAPÍTULO 2	12
POTENCIAL AGRONÔMICO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Rafael Gomes da Mota Gonçalves</i>	
<i>Dérique Biassi</i>	
<i>Danielle Perez Palermo</i>	
<i>Juliano Bahiense Stafanato</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814122	
CAPÍTULO 3	19
PRODUTIVIDADE DE COLMOS E ÍNDICE DE MATURAÇÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA	
<i>Diego Moura de Andrade Oliveira</i>	
<i>Renato Lemos dos Santos</i>	
<i>Victor Hugo de Farias Guedes</i>	
<i>José de Arruda Barbosa</i>	
<i>Maria José Alves de Moura</i>	
<i>Nayara Rose da Conceição Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814123	
CAPÍTULO 4	27
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS DO SOLO	
<i>Lidiane Martins da Costa</i>	
<i>Marta Sandra Drescher</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814124	
CAPÍTULO 5	37
QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO EM SOLOS DO CERRADO DO ESTADO DO AMAPÁ	
<i>Evelly Amanda Bernardo de Sousa</i>	
<i>Iolanda Maria Soares Reis</i>	
<i>Nagib Jorge Melém Júnior</i>	
<i>Ivanildo Amorim de Oliveira</i>	
<i>Laércio Santos Silva</i>	
<i>Ludmila de Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814125	

CAPÍTULO 6 46

QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO, ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DOS SOLOS EM DIFERENTES ECOSISTEMAS DO ESTADO DO AMAPÁ

Evelly Amanda Bernardo de Sousa
Iolanda Maria Soares Reis
Nagib Jorge Melém Júnior
Laércio Santos Silva
Ivanildo Amorim de Oliveira
Ludmila de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.1001814126

CAPÍTULO 7 57

REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Leonardo Pereira Fortes
Marcelo Raul Schmidt
Tiago Stumpf da Silva
Michael Mazurana
Renato Levien

DOI 10.22533/at.ed.1001814127

CAPÍTULO 8 67

RESPOSTA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM GIRASSOL NO INÍCIO DO ESTÁDIO VEGETATIVO

Samara Ketely Almeida de Sousa
Maria Nusiene Araújo de Lima
Karolainy Souza Gomes
Wendel Kaian Oliveira Moreira
Krishna de Nazaré Santos de Oliveira
Raimundo Thiago Lima da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814128

CAPÍTULO 9 79

RESPOSTA DE PLANTAS DE RÚCULA A DOSES CRESCENTES DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Martiliana Mayani Freire
Gleyse Lopes Fernandes de Souza
Éric George Moraes
Ellen Rachel Evaristo de Moraes
Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra
Gualter Guenther Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814129

CAPÍTULO 10 89

RETORNO DE NUTRIENTES VIA DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (CATINGUEIRA)

José Augusto da Silva Santana
Luan Henrique Barbosa de Araújo
José Augusto da Silva Santana Júnior
Camila Costa da Nóbrega
Juliana Lorensi do Canto
Claudius Monte de Sena

DOI 10.22533/at.ed.10018141210

CAPÍTULO 11 99

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MARABÁ-PA

Silvio Angelo Rabelo
Josué Souza Passos
Nicolau Akio Kubota
Stephanie Regina Costa Almeida
Daiane da Costa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.10018141211

CAPÍTULO 12 107

VARIABILIDADE E CORRELAÇÃO ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, NUMA CATENA DO PAMPA GAÚCHO

Jéssica Santi Boff
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Daniel Nunes Krum
Pedro Maurício Santos dos Santos
Higor Machado de Freitas
Lucas Nascimento Brum

DOI 10.22533/at.ed.10018141212

CAPÍTULO 13 117

VARIABILIDADE ESPACIAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO pH SMP EM NEOSSOLOS COM CULTIVO DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto
Claiton Ruviano

DOI 10.22533/at.ed.10018141213

CAPÍTULO 14 127

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PROFUNDIDADE DO SOLO E SUAS RELAÇÕES COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO, NUMA CATENA DO PAMPA

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.10018141214

CAPÍTULO 15 138

VARIABILIDADE ESPACIAL DO FÓSFORO, POTÁSSIO E DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS, SOB CAMPO NATIVO E SUAS RELAÇÕES ESPACIAIS COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos
Gabriel Rebelato Machado

DOI 10.22533/at.ed.10018141215

CAPÍTULO 16 149

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO PH SMP DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL.

Lucas Nascimento Brum

Guilherme Favero Rosado

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Jéssica Santi Boff

Higor Machado de Freitas

Pedro Maurício Santos dos Santos

Vitória Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.10018141216

CAPÍTULO 17 160

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM DIFERENTES PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

Jéssica Santi Boff

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Pedro Maurício Santos dos Santos

Higor Machado de Freitas

Lucas Nascimento Brum

Matheus Ribeiro Gorski

DOI 10.22533/at.ed.10018141217

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 172

RESPOSTA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM GIRASSOL NO INÍCIO DO ESTÁDIO VEGETATIVO

Samara Ketely Almeida de Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Maria Nusiene Araújo de Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Karolainy Souza Gomes

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Wendel Kaian Oliveira Moreira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Cascavel - Paraná

Krishna de Nazaré Santos de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Raimundo Thiago Lima da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

RESUMO: O girassol (*Helianthus annuus* L.) é tolerante ao estresse hídrico quando comparado a outras oleaginosas, devido suas características morfológicas e fisiológicas, e ao sistema radicular profundo. É possível que o déficit hídrico imposto em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura interfira na sua morfologia, na produção de fitomassa seca total e promova partições diferenciadas de fotoassimilados entre os órgãos aéreos

das plantas. Com isso, objetivou-se avaliar o comportamento da cultura do girassol, cultivar Catissol, submetido à deficiência hídrica no início de seu estágio vegetativo. O experimento foi conduzido no ano de 2015, em estufa agrícola na Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Capitão Poço. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos de suplementação de água (com irrigação - T1 e sem irrigação - T2) e 10 repetições. Determinou-se a eficiência de uso da água, além disso, foram avaliados os parâmetros de crescimento, desenvolvimento e produção da cultura do girassol. A maior eficiência do uso da água ocorreu no T1. Para número de folhas, altura da planta e diâmetro do caule, houveram diferenças significativas a partir de 7 dias após o plantio, indicando que a suplementação de água mostra-se importante para estes caracteres. Para comprimento das folhas e largura das folhas, verificaram-se diferenças significativas a partir de 11 dias após o plantio, negativamente para o T2, isto indica que a cultura mostrou-se sensível quanto a níveis prolongados de déficits hídricos. A cultivar Catissol não apresentou resistência quando submetida a déficit hídrico em seu estágio vegetativo.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L. Irrigação. Cultivar Catissol.

ABSTRACT: The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is tolerant to water stress when compared to other oleaginous, due to its morphological and physiological characteristics, and to the deep root system. It is possible that the water deficit imposed at different stages of crop development interferes with its morphology, the production of total dry biomass and promotes differentiated partitions of photoassimilates between the aerial organs of the plants. The objective of this study was to evaluate the behavior of the sunflower crop, Catissol cultivar, submitted to water deficiency at the beginning of its vegetative stage. The experiment was conducted in 2015, in an agricultural greenhouse at the Federal Rural University of Amazonia - Capitão Poço Campus. The experimental design was completely randomized, with two treatments of water supplementation (with irrigation - T1 and without irrigation - T2) and 10 replications. The water use efficiency was determined, in addition, parameters of growth, development and production of the sunflower crop were evaluated. The greatest efficiency of water use occurred in T1. For leaf number, plant height and stem diameter, there were significant differences from 7 days after planting, indicating that water supplementation is important for these characters. For leaf length and leaf width, there were significant differences from 11 days after planting, negatively for T2, indicating that the crop was sensitive to prolonged levels of water deficits. The Catissol cultivar did not present resistance when submitted to water deficit in its vegetative stage.

KEYWORDS: *Helianthus annuus* L. Irrigation. Catissol cultivar.

1 | INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, boa produtividade, elevada qualidade e rendimento em óleo, o que faz com que a mesma seja integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel (Viana et al., 2012). Conforme Uchôa et al. (2011), o girassol vem ganhando cada vez mais importância no Brasil, ocupando posição de destaque entre as cinco mais importantes espécies anuais fornecedoras de óleo no mundo.

Para Freire (2016), a cultura do girassol é tolerante ao estresse hídrico comparado a outras oleaginosas, devido às características morfológicas e fisiológicas, e ao sistema radicular profundo, que quando bem implantada pode absorver água de uma profundidade de dois metros, o que não significa que seu desenvolvimento não seja alterado com a deficiência hídrica no solo.

Dentre as estratégias propostas para maximizar o uso eficiente da água na agricultura, destaca-se o emprego da estratégia de manejo da irrigação com déficit hídrico em estádios específicos de desenvolvimento da cultura que se mostram menos sensíveis, podendo-se, então, reduzir a lâmina de água aplicada, economizando água e acarretando mínimos efeitos sobre a produtividade, mantendo a mesma em um patamar satisfatório (Miorini et al., 2011; Silva et al., 2014).

O déficit hídrico é o resultado (negativo) do balanço hídrico em que o total de água

que entra no sistema via precipitação é menor que a quantidade total de água perdida pela evaporação e pela transpiração pelas plantas. Tal técnica deve ser bem estudada regionalmente em função das condições climáticas, e sem regras pré-estabelecidas de datas marcadas para início e fim (Duarte et al., 2012).

Conforme Silva et al. (2012), é possível que o déficit hídrico imposto em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do girassol interfira na sua morfologia, na produção de fitomassa seca total e promova partições diferenciadas de fotoassimilados entre os órgãos aéreos das plantas.

Desta forma, objetivou-se avaliar o comportamento da cultura do girassol, cultivar Catissol, submetido à deficiência hídrica no início de seu estágio vegetativo.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no ano de 2015, em estufa na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Campus Capitão Poço, microrregião do Guamá, localizada a 226 km da capital Belém com coordenadas geográficas: latitude de 01°44'47" S e longitude de 47°03'34" W. O município de Capitão Poço apresenta uma amplitude de 25,7 a 26,9°C com média anual de 26,2°C, apenas 1,2°C de variação (Silva et al., 2011).

As sementes da cultivar catissol foram adquiridas da Universidade Federal do Ceará. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos de suplementação de água (com irrigação - T1 e sem irrigação - T2) e 10 repetições. Cada repetição foi constituída de dois vasos plástico preto de 5 L preenchidos com solo característicos de Latossolo Amarelo Distrófico (Ribeiro et al. 2006). Os vasos foram dispostos sobre uma bancada de 0,70 m de altura e espaçados de 0,50 m, além de serem revestidos externamente com papel jornal, para reduzir a absorção da radiação solar e evitar o aumento da temperatura do substrato, o que constituiria uma fonte de erro experimental. O solo utilizado foi corrigido de acordo com as necessidades nutricionais da cultura.

Foi utilizada a proporção de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 20 kg ha⁻¹ de KCl e 40 kg ha⁻¹ de N, de acordo com Lira et al. (2009). O nitrogênio foi parcelado em duas doses, onde a primeira ocorreu na data equivalente ao plantio e o restante 30 dias após o mesmo. O fósforo e o potássio foram aplicados em dose única.

As temperaturas mínimas e máximas diárias do ar foram medidas com um termohidrômetro instalado dentro da estufa agrícola.

A deficiência hídrica foi imposta 24 dias após o plantio (DAP), quando as plantas apresentaram, em média, 10 folhas acumuladas na haste principal (HP). No início do experimento, os vasos foram saturados com água, deixados drenar por 24 h para atingir a capacidade de campo e então serem pesados para a determinação da massa inicial, além de nesta mesma data ocorrer o processo de plantio.

Diariamente, ao final da tarde, todos os vasos eram pesados. Logo após

a pesagem, os recipientes eram irrigados com a quantidade de água perdida pela transpiração das plantas, determinada pela diferença entre a massa do vaso no dia específico e a massa inicial (massa do solo na capacidade de campo).

Determinou-se a eficiência de uso da água (EUA) (Hsiao e Acevedo, 1974; Gonçalves e Passos, 2000). Esse indicador fornece a quantidade de água, em litros, necessária para a produção de 1 kg de biomassa ($L\ kg^{-1}$ de H_2O na massa seca) (Silva et al., 2004). Para a determinação da EUA, foi selecionada uma repetição de cada tratamento antes da aplicação da deficiência hídrica (biomassa inicial), na qual foi determinada a biomassa seca total e de cada compartimento (folhas, caule e raízes), pesando-se o material levado à estufa a 65 °C até massa constante. Ao término do experimento, foi determinada a biomassa total e de cada compartimento em todas as plantas das repetições. A EUA foi calculada pela equação (Silva et al., 2004):

$$EUA = \frac{\text{Total de água transpirada em cada tratamento}}{\text{Biomassa final} - \text{biomassa inicial de cada tratamento}}$$

No momento em que foi imposta a deficiência hídrica, para garantir que a água fosse perdida apenas por meio da transpiração das plantas, todos os vasos foram cobertos por um plástico preto (lona), a fim de minimizar a perda de água pela evaporação do solo. A partir deste momento, ocorreu o mesmo processo de determinação das massas dos vasos, contudo apenas os vasos do T1 foram irrigados diariamente, já que as unidades experimentais do T2 foram suspensas de irrigação até o final do experimento. O método utilizado para quantificar o déficit hídrico foi o de Sinclair e Ludlow (1986), Lecoeur e Sinclair (1996), Bindi et al. (2005) e Sinclair et al. (2005).

Além disso, foram avaliados os parâmetros de crescimento e desenvolvimento: número de folhas, altura da planta, comprimento das folhas, largura das folhas e diâmetro do caule; e de biomassa: massa fresca das folhas, massa fresca do caule, massa fresca da raiz, massa seca das folhas, massa seca do caule e massa seca da raiz.

O término do experimento foi considerado quando, em média, 90% das plantas do T2 não apresentaram mais atividade metabólica, sendo este fator determinado pelas folhas quando as mesmas encontravam-se permanentemente secas.

Para a realização das análises estatísticas, cada variável foi submetida ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Posteriormente, realizou-se a análise de variância (Anova) para os dados que apresentaram normalidade. Para estes foi aplicado o teste t de Student (5%) por meio do software ASSISTAT Versão 7.7 beta (Silva, 2009). Os demais foram submetidos às análises pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, por meio do software Action. Ambas as pesquisas foram realizadas com o auxílio de planilhas eletrônicas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a eficiência do uso de água para a cultivar de girassol Catissol, de acordo com os tratamentos de suplementação de água estudados. Por meio dos dados de produção de fitomassa e com o consumo de água da cultura do girassol, foi possível observar que a maior eficiência do uso da água ocorreu no tratamento com suplementação de irrigação (T1), ou seja, houve maior capacidade de reversão do volume de água consumido em produção de matéria seca pelas plantas.

TRATAMENTO	EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA (L kg ⁻¹ de H ₂ O)
T1 - com irrigação	376,6
T2 - sem irrigação	517,1

Tabela 1 - Valores de Eficiência do Uso da Água (EUA) da cultura do girassol cultivar Catissol em função da suplementação de água.

Duarte et al. (2012), trabalharam com a cultivar Catissol 01, verificaram que houve redução na eficiência do uso da água na produtividade potencial do óleo com a diminuição da suspensão hídrica, onde os valores máximos para esta variável foram obtidos com as aplicações de menores lâminas de irrigação. Contudo, Silva et al. (2013) verificaram que o manejo da irrigação com déficit na cultura do girassol resulta em maior eficiência de uso da água por parte da cultura.

Situações semelhantes aos resultados obtidos neste estudo foram observadas por Barros Júnior et al. (2008) para a cultura oleaginosa mamona, em que sua eficiência do uso da água aumentou à medida em que houve o aumento do volume de água aplicado na irrigação.

Para as variáveis número de folhas, altura da planta e diâmetro do caule, da cultura do girassol, verificou-se que não houveram diferenças significativas por meio do teste t de Student ($p < 0,05$) entre o primeiro e o quinto dia após a deficiência hídrica (DAD) (Tabelas 2, 3 e 4). Somente a partir de 7 DAD verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos para tais variáveis, até o final do experimento, indicando que a suplementação de água é um componente de suma importância nestes caracteres.

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2012), onde o número de folhas reduziu com o déficit de irrigação no estágio vegetativo. Segundo Nazarli et al. (2010), na espécie estudada as folhas constituem a principal fonte de produção de fotossintatos que são essenciais para o enchimento dos aquênios e qualquer incidência de déficit hídrico, independente do período de crescimento, acarreta reduções no desempenho agrônomo em decorrência da redução do próprio número de folhas emitidas, tal como pela perda de turgescência das folhas remanescentes.

Avaliações	Número de folhas			Avaliações	Altura da planta		
	T1	T2	CV %		T1	T2	CV %
1 DAD	10,61 a	11,06 a	5,7	1 DAD	25,68 a	26,83 a	17,48
3 DAD	11,11 a	11,5 a	7,46	3 DAD	28,28 a	27,34 a	14,1
5 DAD	11,94 a	11,67 a	7,99	5 DAD	31,88 a	29,86 a	14,83
7 DAD *	13 a	11,0 b	10,79	7 DAD	36,11 a	30,77 b	13,49
9 DAD	12,44 a	9,72 b	10,28	9 DAD	39,52 a	31,74 b	14,71
11 DAD	13,33 a	8,22 b	12,93	11 DAD	42,98 a	31,47 b	14,74
13 DAD	12,94 a	7,33 b	17,73	13 DAD	46,36 a	31,47 b	17,1
15 DAD*	16 a	6,0 b	44,74	15 DAD	52,59 a	30,94 b	14,4
17 DAD*	16 a	6 b	52,72	17 DAD*	57 a	31,1 b	31,89
19 DAD*	17 a	5 b	57,31	19 DAD*	60,8 a	30,6 b	34,99
21 DAD*	18 a	4 b	6,02	21 DAD*	67,5 a	31,3 b	38,53
23 DAD*	18 a	2 b	46,3	23 DAD	8,51 a	5,01 b	17,97

Tabela 2 - Teste de média dos respectivos Dias Após Deficiência Hídrica (DAD) para as variáveis: Número de folhas e Altura das plantas. Para dados normais foi utilizado o teste t de Student ($p > 0,05\%$).

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si;

*Dados que não apresentaram normalidade, para estes foi utilizado o Teste não – paramétrico de Kruskal-Wallis, por meio do software Action.

Para a variável altura das plantas (Tabela 2), podemos observar que as plantas de girassol, quando irrigadas, apresentaram melhores resultados em relação aos dias após o déficit hídrico. Isto pode ser explicado levando-se em conta que a deficiência hídrica acarretou, sem dúvida, reduções no potencial da água das células componentes do caule até o alcance de um nível de potencial hídrico inferior ao mínimo necessário para o desencadeamento do processo de alongamento celular dos entrenós acarretando, dentre as consequências, uma altura menor das plantas (Nezami et al., 2008).

Para as variáveis comprimento e largura das folhas, verificaram-se diferenças significativas somente a partir de 11 DAD, negativamente para o T2 (Tabelas 3). Isto indica que, apesar dos valores mostrarem-se baixos, em relação às plantas que não receberam suplementação de água, a cultura mostrou-se relativamente resistente quanto a níveis prolongados de déficits hídricos.

Avaliações	Comprimento das folhas			Avaliações	Largura das folhas		
	T1	T2	CV %		T1	T2	CV %
1 DAD	8,43 a	8,33 a	6,35	1 DAD	4,74 a	4,73 a	6,19
3 DAD	8,52 a	8,41 a	6,41	3 DAD	4,83 a	4,88 a	6,4
5 DAD	8,4 a	8,9 a	14	5 DAD*	4,82 a	4,77 a	5,9
7 DAD *	8,41 a	8,19 a	7,36	7 DAD	4,93 a	4,76 a	6,6
9 DAD*	8,21 a	7,75 a	8,52	9 DAD	4,88 a	4,54 a	8,61

11 DAD	8,08 a	7 b	9,36	11 DAD	4,85 a	4,2 b	9,81
13 DAD	8,04 a	6,3 b	11,21	13 DAD	4,91 a	3,76 b	10,77
15 DAD*	8,77 a	5,9 b	9,5	15 DAD	5,49 a	3,42 b	11,06
17 DAD	9,06 b	5,03 b	10,56	17 DAD	5,7 a	09,0 b	35,03
19 DAD*	9,4 a	4,3 b	37,59	19 DAD*	6 a	2,3 b	45,13
21 DAD*	9,9 a	3,7 b	46,53	21 DAD*	6,3 a	1,9 b	54,2
23 DAD*	10,3 a	2,7 b	33	23 DAD*	6,3 a	1,3 b	34,5

Tabela 3 - Teste de média dos respectivos dias após deficiência hídrica (DAD) para as variáveis: comprimento das folhas e largura das folhas. Para dados normais foi utilizado o teste t de Student ($p > 0,05\%$).

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si.

*Dados que não apresentaram normalidade, para estes foi utilizado o Teste não – paramétrico de Kruskal-Wallis, por meio do software Action.

Em relação à variável diâmetro do caule (Tabela 4), segundo Taiz e Zeiger (2009) sua variação possui os mesmos princípios que governam a restrição do crescimento das folhas, diante do déficit hídrico. Para Nezami et al. (2008), um dos efeitos da redução na disponibilidade hídrica sob a morfologia do girassol é a redução do diâmetro do caule, em função do menor crescimento do raio do caule, condições em que o crescimento da haste principal e dos ramos laterais é suprimido e, por conseguinte, é encerrada uma partição menor de matéria seca no caule. Além disso, Silva et al. (2012) comentaram que o incremento do diâmetro do caule em girassol, ao longo de seu ciclo, é de suma importância por refletir acúmulos significativos de fitomassa seca com o intuito de sustentar a futura produção.

Silva et al. (2014) submeteram a cultura do girassol ao déficit hídrico em seu estágio vegetativo e verificaram que o rendimento de aquênios foi bastante influenciado devido a restrição da água. Resultados semelhantes desta pesquisa foram encontrados por Dutra et al. (2012) com o híbrido Embrapa 122/V-2000 em seu estágio R4 (início da abertura da inflorescência), em que as plantas submetidas a maiores teores de água produziram um maior número de folhas (por consequência aumento da área foliar), maior crescimento da planta e maiores valores no diâmetro do caule.

Avaliações	Diâmetro do caule		
	T1	T2	CV %
1 DAD	5,69 a	5,7 a	6,95
3 DAD	6,25 a	6,06 a	7,37
5 DAD	6,37 a	6,19 a	7,92
7 DAD	6,73 a	6,09 b	9,2
9 DAD	6,91 a	5,99 b	10,8
11 DAD	15,8 a	13,99 b	7,07
13 DAD	7,36 a	5,6 b	9,64
15 DAD	7,8 a	5,53 b	18,67

17 DAD*	16,43 a	13,28 b	4,25
19 DAD*	8,38 a	5,16 b	25,31
21 DAD*	8,81 a	5,06 b	28,12
23 DAD*	8,98 a	4,48 b	22,51

Tabela 4 - Teste de média dos respectivos dias após deficiência hídrica (DAD) para a variável: diâmetro do caule. Para dados normais foi utilizado o teste t de Student ($p > 0,05\%$).

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si.

*Dados que não apresentaram normalidade, para estes foi utilizado o Teste não – paramétrico de Kruskal-Wallis, por meio do software Action.

Valores muito altos de coeficiente de variação (CV%) foram observados para as variáveis número de folhas, altura da planta, comprimento e largura das folhas ao longo do aumento dos dias após a deficiência hídrica (Tabela 2, 3 e 4).

O coeficiente de variação permite comparações entre variáveis de naturezas distintas e fornece uma ideia de precisão dos dados. No entanto, o mesmo é uma medida da característica analisada, dessa forma não considera as particularidades da cultura avaliada, a natureza do ensaio e, principalmente a variável estudada, o que podem ser relevantes para a correta interpretação das magnitudes dessa medida (Garcia, 1989). Um dos motivos que podem ter levado ao aumento do CV nesta pesquisa foi à anormalidade de dados ao longo do estudo, isto pode ter ocorrido devido alguns fatores como a amplitude térmica da estufa em que as plantas estavam sendo estudadas.

As plantas de girassol analisadas não mostraram tanta resistência, isto fez com que as mesmas não atingissem os estádios finais para uma significativa produção de aquênios. Além da imposição de deficiência hídrica, outro fator que pode ter auxiliado à paralisação da atividade metabólica das plantas, aos 23 DAD, foram as oscilações de temperatura máximas e mínimas no interior da área experimental (estufa agrícola) (Figura 1).

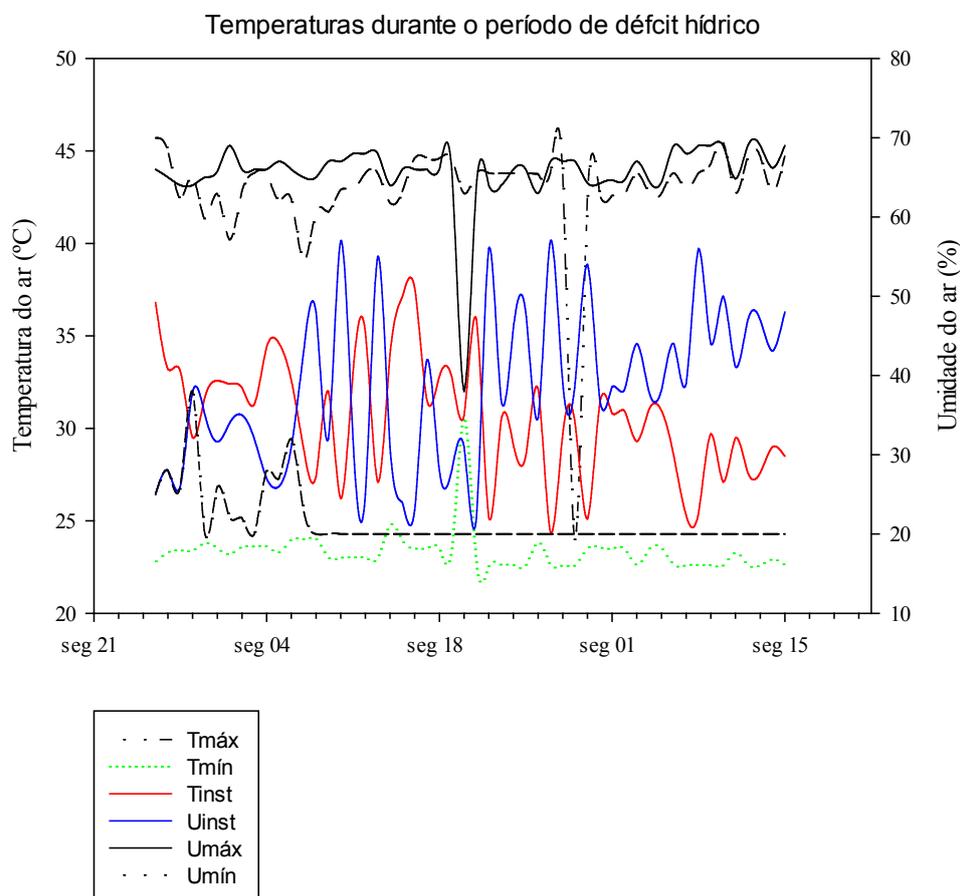


Figura 1- Monitoramento de temperatura na estufa entre 20/janeiro a 14/fevereiro de 2016, área experimental UFRA/CCP.

A Tabela 5 apresentam resultados de produção da cultivar Catissol, onde foi observado que, para as massas frescas de caule, folhas e raiz, houveram diferenças significativas entre os tratamentos. Foram observados maiores valores das médias para o tratamento que recebeu suplementação de água normalmente, sendo para ambos utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Para as mesmas variáveis verificaram-se CV com alta dispersão dos dados.

Para as massas secas do caule, folha e raiz também foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, e apenas a variável massa seca das folhas apresentou CV muito alto (Tabela 5).

	MFF*	MFC*	MFR*	MSF*	MSC	MSR
T1	29,1 a	42,19 a	22,39 a	5,35 a	5,63 a	3,61 a
T2	2,67 b	4,29 b	3,61 b	1,79 b	2,28 b	2,07 b
CV %	87,97	84,43	79,62	51,69	29,24	28,05

Tabela 5 - Teste de média a nível de 5% de probabilidade para as variáveis: Massa fresca da folha (MFF), Massa fresca do caule (MFC), Massa fresca da raiz (MFR), Massa seca da folha (MSF), Massa seca do caule (MSC), Massa seca da raiz (MSR). Para dados normais foi utilizado o teste t (5%).

*Dados que não apresentaram normalidade, foi utilizado o Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, por meio do software Action. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem significativamente.

É bem nítido que os tratamentos que receberam irrigação apresentaram melhores resultados em produção de biomassa na cultura do girassol. E as plantas que tiveram interrupção no fornecimento hídrico foram severamente afetadas de forma negativa, podendo isto ser observado nos valores de médias obtidos (Tabela 5).

De acordo com Andrade e Abreu (2007) a produção de matéria seca no girassol sob déficit hídrico é negativamente afetada devido à redução da área foliar e consequente redução da radiação solar interceptada e utilizada na produção de biomassa. Além disso, Silva et al. (2012) menciona que os estádios fenológicos da cultura do girassol variam muito em questão de demanda hídrica, isto revela a importância do suprimento hídrico adequado durante a fase vegetativa para a efetivação de um vigoroso crescimento por parte das plantas, refletindo em elevadas produções de fitomassa.

4 | CONCLUSÃO

A cultivar Catissol não apresentou eficiência do uso da água quando suspensa de irrigação em seu estágio vegetativo, por meio de dados de produção de biomassa.

Por meio das variáveis número de folhas, altura da planta e diâmetro do caule, verificou-se que a suplementação de água na cultura do girassol possui papel relevante para seu desenvolvimento.

As variáveis comprimento e largura das folhas só apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos a partir de 11 dias após a deficiência hídrica.

Todas as variáveis de biomassa apresentaram resultados inferiores quando submetidas ao déficit hídrico no início do estágio vegetativo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. A.; ABREU, F. G. Influência da temperatura e do teor de umidade do solo na área foliar e acumulação de matéria seca durante o estabelecimento da ervilha, do milho e do girassol. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.30, p.27-37, 2007.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. de. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campo Grande, v.12, n.4, p.350–355, 2008.

DUARTE, J. M. de L. et al. Eficiência do uso da água na produção de óleo do girassol (*Helianthus annuus* L.), sob suspensão hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.6, n. 3, p. 166 - 175, 2012.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F. do; PAIM, L. R.; SCALON, S. de. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2657-2668, 2012.

FREIRE, J. de O. **Cultivo do girassol irrigado sob diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio**. Tese (Doutorado em Manejo do Solo e Água) –Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 41 f. 2016.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 12p. 1989.

GONÇALVES, M. R. & PASSOS, C. A. M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 10, n.2, p. 145-161, 2000.

HSIAO, T. C. & ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water-use efficiency, and drought resistance. **Agric. Meteorol.**, v. 14, p. 59-84, 1974.

LECOEUR, J. & SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Sci.** v. 36, p. 331-335, 1996.

LIRA, M. A.; CHAGAS, M. C. M. das; BRISTOT, G.; DANTAS, J. A.; HOLANDA, J. S. de. ; LIMA, J. M. P. de. **Recomendações técnicas para o cultivo do girassol**. Natal: Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte, 2009.

MIORINI, T. J. J.; SAAD, J. C. C.; MENEGALE, M. L. Supressão de água em diferentes fases fenológicas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**. Botucatu, v. 16, n. 4, p. 360-368 , outubro-dezembro, 2011.

NAZARLI, H.; ZARDASHTI, M. R.; DARVISHZADEH, R.; NAJAFI, S. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. **Notulae Scientia Biologicae**, v.2, p.53-58, 2010.

NEZAMI, A.; KHAZAEI, H. R.; REZAZADEH, Z. B.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions. **Journal Desert**, v.12, p.99-104, 2008.

RIBEIRO, S. I.; SILVA, E. G. da; RIBEIRO, N. S. V. Desempenho de laranjeiras em Capitão Poço – PA. Belém: Embrapa, 2006. 16p. ISSN 1676-5265.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In:WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. & CARDOSO, A.A. Índice de consumo e eficiência do uso da água em eucalipto, submetido a diferentes teores de água em convivência com a braquiária. **Floresta**. Curitiba, v. 34, p. 325-335, 2004.

SILVA, A. G. da, BOIÇA JUNIOR, A. L., FARIAS, P. R. S., BARBOSA, J. C. Infestação da mosca-negra-dos-citros em pomares de citros, em sistemas de plantio convencional e agroflorestal. **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 053-060, 2011.

SILVA, A. R. A. da. et al. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.16, n.9, p.959–968, 2012.

SILVA, A. R. A. da. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 86-93, 2013.

SILVA, A. R. A. da. et al. Coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura do girassol nas condições do Semiárido Cearense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, v.8, n. 1, p. 38 - 51, 2014.

SINCLAIR, T. R. & LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Aust. J. Plant Physiol.** v. 13, p. 319-340, 1986.

SINCLAIR, T. R.; HOLBROOK, N. M. & ZWIENIECKI, M. A. Daily transpiration rates of woody species on drying soil. **Tree Physiol.** v. 25, p. 1469-1472, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.

UCHÔA, S. C. P. et al. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 8-15, 2011.

VIANA, T. V. A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. L.; AZEVEDO, B. M.; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do Girassol, sob condições Semiáridas. **Irriga. Botucatu**, v.17, n.2, p.126-136, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-010-0

