



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

# Conselho do CCA

**1ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA DE 2023**

Data: 26 de abril de 2023 (Quarta-feira)

Horário: 14h00min às 15h00min

Local: Reunião Virtual pelo Google Meet



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## **CONVOCAÇÃO**

O Diretor do **CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido convoca todos os conselheiros a se fazerem presentes na **1ª Reunião Extraordinária de 2023 do Conselho do CCA**, com data, local e horários abaixo determinados, para cumprir a seguinte pauta:

1. Apreciação e deliberação sobre Processo de nº 23091.006420/2023-83 de Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, referente à solicitação de remoção interna para o código de vaga de nº 0933494.

**Data: 26 de abril de 2023 (quarta-feira).**

**Horário: 14h00min**

**Local: Via Google Meet.**

Mossoró-RN, 25 de abril de 2023.

**José Torres Filho**  
Diretor do CCA

## REQUERIMENTO

IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE	
Nome: Osvaldo Nogueira de Sousa Neto	Matrícula SIAPE: 2314006
Endereço: Rua Aristofanes Fernandes	Cidade/Estado: Angicos/RN
E-mail: osvaldo.neto@ufersa.edu.br	Telefone(s) com DDD: (88) 994925737
Cargo/Emprego/Função: Professor do Magistério Superior	Código/Nível/Referência: 602
Unidade de Lotação: Departamento De Engenharias - Angicos.	
<b>Tipo de Vínculo com a UFERSA:</b> (x) Servidor(a) Ativo(a)      ( ) Aposentado(a)      ( ) Professor(a) Substituto(a), Visitante ou Téc. Temporário(a) ( ) Beneficiário de Pensão Civil do(a) Servidor(a): ____ ( ) Beneficiário de Pensão Alimentícia do(a) Servidor(a): ____	
OBJETIVO DO REQUERIMENTO	
<input type="checkbox"/> ADICIONAL DE INSALUBRIDADE/PERICULOSIDADE <input type="checkbox"/> ABONO PERMANÊNCIA <input type="checkbox"/> AFASTAMENTO/LICENÇA <input type="checkbox"/> ALTERAÇÃO DE AFASTAMENTO/LICENÇA <input type="checkbox"/> ALTERAÇÃO DE RETRIBUIÇÃO POR TITULAÇÃO <input type="checkbox"/> APOSENTADORIA <input type="checkbox"/> AUXÍLIOS <input type="checkbox"/> AVERBAÇÃO DE TEMPO DE SERVIÇO <input type="checkbox"/> EXPEDIÇÃO DE CERTIFICADO	<input type="checkbox"/> GRATIF. POR ENCARGO DE CURSO/CONCURSO <input type="checkbox"/> INCENTIVO À QUALIFICAÇÃO <input type="checkbox"/> INCLUSÃO/EXCLUSÃO DE DEPENDENTES <input type="checkbox"/> PENSÃO CIVIL <input type="checkbox"/> PROGRESSÃO/PROMOÇÃO <input type="checkbox"/> PROGRESSÃO POR CAPACITAÇÃO/MÉRITO <input checked="" type="checkbox"/> REMOÇÃO <input type="checkbox"/> REVISÃO DE APOSENTADORIA <input type="checkbox"/> OUTRO. ESPECIFIQUE:
DESCRIÇÃO/JUSTIFICATIVA DO REQUERIMENTO	
Requerimento necessário para abertura do processo de remoção para o CÓDIGO DE VAGA: 0933494, CARGO: PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR, CAMPUS: MOSSORÓ, PERFIL: ENGENHEIRO AGRÔNOMO, COM MESTRADO E DOUTORADO EM FISILOGIA VEGETAL. DISCIPLINAS/ÁREA: FISILOGIA DA PRODUÇÃO E FISILOGIA DOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.	
Encaminhe-se à Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas.	
Data: 22/04/2023	 Assinatura do(a) Servidor(a)/Requerente

### PROCEDIMENTOS

1. Preencher, imprimir e assinar o presente formulário;
2. Anexar documentação comprobatória (se for o caso);
3. Entregar na PROGEPE ou no Setor de Gestão de Pessoas do Campus no qual esteja lotado(a).

## **DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA ABERTURA DE PROCESSO DE REMOÇÃO**

CANDIDATO: OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO

CÓDIGO DE VAGA: 0933494

CARGO: PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR

CAMPUS: MOSSORÓ

PERFIL: ENGENHEIRO AGRÔNOMO, COM MESTRADO E DOUTORADO EM FISIOLOGIA VEGETAL.

DISCIPLINAS/ÁREA: FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO E FISIOLOGIA DOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.

**1. COMPROVANTE DE TITULAÇÃO REFERENTE À ÁREA DE CONHECIMENTO QUE ABRANJA AS DISCIPLINAS A SEREM MINISTRADAS, EM VIRTUDE DA MOVIMENTAÇÃO PARA O NOVO CENTRO**

1.1 DIPLOMA DE DOUTORADO

1.2 DIPLOMA DE MESTRADO

1.3 DIPLOMA DE GRADUAÇÃO

1.4 HISTÓRICO DE DOUTORADO

1.5 HISTÓRICO DE MESTRADO

1.6 HISTÓRICO DE GRADUAÇÃO



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

O REITOR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO,  
NO USO DE SUAS ATRIBUIÇÕES,  
CONFERE A

**OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO**

DE NACIONALIDADE BRASILEIRA,  
PORTADOR DA CÉDULA DE IDENTIDADE  
RG Nº 2002032058524 CE,  
NASCIDO EM 05 DE MAIO DE 1986  
E NATURAL DO ESTADO DO CEARÁ,

O TÍTULO DE

**DOUTOR EM CIÊNCIAS**

OBTIDO EM 12 DE JANEIRO DE 2017,  
NO PROGRAMA: ENGENHARIA DE SISTEMAS AGRÍCOLAS.  
E, PARA QUE POSSA GOZAR DE TODOS OS DIREITOS E  
PRERROGATIVAS LEGAIS, OUTORGA-LHE O PRESENTE DIPLOMA.

PIRACICABA, 15 DE FEVEREIRO DE 2017.

REITOR

PROF. DR. MARCO ANTONIO ZAGO

PRÓ-REITOR DE PÓS-  
GRADUAÇÃO  
PROF. DR. CARLOS GILBERTO  
CARLOTTI JUNIOR



DIPLOMADO  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA  
NETO

PROGRAMA: RECONHECIDO DE ACORDO COM O  
DISPOSTO NA PORTARIA MEC Nº 1325 DE  
21/09/2011, DOU DE 22/09/2011.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
SECRETARIA GERAL

DIVISÃO DE REGISTROS ACADÊMICOS

DIPLOMA REGISTRADO SOB Nº **UPG018732**

PROCESSIONº 2017.5.327.11.0

NOS TERMOS DO ARTIGO 48 DA LEI 9394/96.

SÃO PAULO, 15 DE FEVEREIRO DE 2017.

*Ricardo Klefens*

RICARDO DE OLIVEIRA KLEFENS  
ANALISTA PARA ASSUNTOS ADMINISTRATIVOS

DE ACORDO.

*Ignácio Poveda*

SECRETÁRIO GERAL  
PROF. DR. IGNÁCIO MARIA POVEDA VELASCO

SECRETARIA GERAL

DIVISÃO DE REGISTROS ACADÊMICOS

O PRESENTE DOCUMENTO, EXPEDIDO PELA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO É AUTÊNTICO.

SÃO PAULO, 15 DE FEVEREIRO DE 2017.



ARIOSVALDO BEZERRA DE SOUSA

Nº 0319138



**República Federativa do Brasil**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal Rural do Semi-Árido**

O Reitor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no uso de suas atribuições, tendo em vista a defesa de dissertação, em 01 de fevereiro de 2013, no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Ciência do Solo para Regiões Semi-Áridas por

**Oswaldo Rogaieira de Sousa Neto**

brasileiro, nascido a 05 de maio de 1986, natural do Estado do Ceará, outorga-lhe o diploma de

**Mestre em Ciência do Solo**

para que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Mossoró, 06 de fevereiro de 2013

*Rui Sales Junior*

Rui Sales Junior  
 Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

*José de Arimateia de Matos*

José de Arimateia de Matos  
 Reitor

*Oswaldo Rogaieira de Sousa Neto*

Diplomado

R.G.: 2002032058524 - SSPDC - CE



**OBSERVAÇÕES:**

1 - O Curso de Mestrado em Ciência do Solo foi criado pela Resolução CONSEPE/UFERSA nº 002/2007, de 21 de março de 2007.

2 - Curso homologado pela Portaria CNE nº 87/08, de 18 de janeiro de 2008, Nota 3.

Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**DIVISÃO DE REGISTRO ESCOLAR**

Diploma registrado sob o número: 00311

Livro: B Folha: 78

Processo número: 0548/2013-14

  
Joana D'Arcy Veras de Aquino  
Diretora da Divisão de Registro Escolar

003936



**República Federativa do Brasil**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal Rural do Semi-Árido**

O Reitor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - Rio Grande do Norte, no uso de suas atribuições, tendo em vista a conclusão do Curso de Agronomia, em 04 de fevereiro de 2011, por


**Osbaldo Rigueira de Sousa Neto**

brasileiro, natural do Estado do Ceará, nascido a 05 de maio de 1986,  
outorga-lhe o presente diploma de

**Engenheiro Agrônomo**

para que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Mossoró, 07. de Fevereiro..... de 2011.

  
José de Arimatea de Matos  
Pro Reitor de Graduação

  
Josévan Barbosa Menezes Feitoza  
Reitor

**UFERSA**

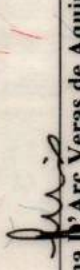
**OBSERVAÇÃO:** O Curso de **AGRONOMIA** foi reconhecido conforme Portaria nº 775, de 07/11/2008, publicado no Diário Oficial da União de **10/11/2008**.

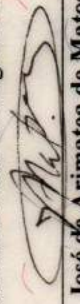
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Universidade Federal Rural do Semi-Árido**  
Divisão de Registro Escolar

Diploma registrado sob o nº 0637  
no livro A, fl. 758, em 07 / 02 / 2017.  
Processo nº 0737/17.

Por competência do Ministério da Educação.

Divisão de Registro Escolar, 07 / 02 / 2017

  
**Joana Arc Veras de Aquino**  
Diretora da Divisão de Registro Escolar

  
**José de Arimatea de Matos**  
Pró Reitor de Graduação.

001611



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

HISTÓRICO ESCOLAR DE PÓS-GRADUAÇÃO

**Nome:** Osvaldo Nogueira de Sousa Neto

**Data de Nascimento:** 05/05/1986      **Cédula de Identidade:** RG: 2002032058524 - CE

**Local de Nascimento:** Estado do Ceará      **Nacionalidade:** Brasileira

**Graduação:** Engenheiro Agrônomo - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Rio Grande do Norte - Brasil - 2011

**Mestrado:** Mestre em Ciência do Solo - Área: Concentração Ciência do Solo para Regiões Semi-Áridas (1) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Rio Grande do Norte - Brasil - 2013

**Título:** Doutor em Ciências

**Obtido no Programa:** Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Data da Matrícula:** 22/02/2013

**Orientador:** Prof(a) Dr(a) Sergio Nascimento Duarte

**Proficiência em Língua(s):** Inglês

**Data de aprovação no exame de qualificação:** 27/11/2014

**Título do Trabalho:** "Limites de umidade e concentrações de potássio na solução do solo no cultivo do lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) fertirrigado em ambiente protegido"

**Data da Defesa:** 12/01/2017

**Resultado da Defesa:** Aprovado

Piracicaba, 08 de Fevereiro de 2017

Presidente da Comissão de Pós-Graduação  
Prof. Severino Matias de Alencar



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

**HISTÓRICO ESCOLAR DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**Nome: Osvaldo Nogueira de Sousa Neto**

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Créditos	Frequência	Conceito
LEB5022-1	Dinâmica da Água no Solo	12/03/2013	24/06/2013	14	100	B
LEB5003-1	Controle de Águas Naturais	13/03/2013	25/06/2013	8	100	A
LEB5024-1	Hidráulica Aplicada	15/03/2013	27/06/2013	12	100	A
CEN5716-5	Uso de Isótopos na Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo (Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo)	09/08/2013	21/11/2013	12	87	A
LES5812-1	Preparação Pedagógica PAE	12/08/2013	22/09/2013	4	100	A
LSN5830-3	Sensoriamento Remoto Aplicado a Levantamento de Solos	13/08/2013	25/11/2013	12	90	A
LEB5008-2	Hidrologia Aplicada a Gestão dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas	14/08/2013	26/11/2013	6	95	B
	Participou da Etapa de Estágio Supervisionado em Docência do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino junto à disciplina LEB1440 Hidrologia e Drenagem, ministrada aos alunos de graduação do curso de Engenharia Agrônômica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. (2)	01/02/2014	30/06/2014	2		
	Participou da Etapa de Estágio Supervisionado em Docência do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino junto à disciplina LEB0472 Hidráulica, ministrada aos alunos de graduação do curso de Engenharia Agrônômica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. (3)	01/07/2014	30/11/2014	2		
LEB5011-1	Irrigação Pressurizada 3: Tópicos Avançados (4)	12/08/2015	24/11/2015	4	100	A

**Créditos atribuídos à Tese:**

**144**

Observações:

**Piracicaba, 08 de Fevereiro de 2017**

*Severino Matias de Alencar*

Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Prof. Severino Matias de Alencar

08/02/17 07:41:34



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

HISTÓRICO ESCOLAR DE PÓS-GRADUAÇÃO

Nome: Osvaldo Nogueira de Sousa Neto

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Créditos	Frequência	Conceito
-------	--------------------	--------	---------	----------	------------	----------

1) Curso com validade nacional, de acordo com o disposto na Portaria nº 1.331, de 08.11.2012

2) Créditos atribuídos de acordo com o disposto na Portaria GR-3588 e GR-4391 - PAE, de 31.08.09 e aprovados pela Comissão Coordenadora do Programa, em Sessão de 19/11/2014.

3) Créditos atribuídos de acordo com o disposto na Portaria GR-3588 e GR-4391 - PAE, de 31.08.09 e aprovados pela Comissão Coordenadora do Programa, em Sessão de 30/03/2015.

4) Disciplina(s) cursada(s) voluntariamente pelo(a) candidato(a) após ter cumprido as exigências regulamentares.

Piracicaba, 08 de Fevereiro de 2017

Presidente da Comissão de Pós-Graduação  
Prof. Severino Matias de Alencar

08/02/17 07:41:34



**Histórico Escolar - Emitido em: 04/06/2019 às 15:07**

**Dados Pessoais**

Nome: **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO** Matrícula: **2011105612**  
 Nacionalidade: **BRASILEIRA**  
 Data de Nascimento: **05/05/1986** Local de Nascimento: **MORADA NOVA/CE**  
 Nome do Pai: **ANTONIO ALMIR CHAGAS DE FREITAS** RG: **2002032058524 SSP/CE**  
 Nome da Mãe: **MARIA DO MILAGRE RABELO DE FREITAS** CPF: **023.522.073-63**  
 Endereço: **AVENIDA , - Vila Academica, Casa 11** Bairro: **COSTA E SILVA**  
 Município: **MOSSORÓ** UF: **RN**

**Dados do Curso**

Programa: **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO** Índices Acadêmicos  
 Curso: **MESTRADO EM CIÊNCIA DO SOLO** CR: **9.16**  
 Currículo: **5008** Status: **CONCLUÍDO**  
 Área de Concentração: **CIÊNCIA DO SOLO PARA REGIÕES SEMI-ÁRIDAS**  
 Linha de Pesquisa: **MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO**  
 Orientador: **1505717 - NILDO DA SILVA DIAS**  
 Coorientador:  
 Forma de Ingresso: **SELECAO POS-GRADUACAO**  
 Mês/Ano Inicial: **MAR/2011** Mês Atual: **24º**  
 Trancamentos: **0 meses** Prazo para Conclusão: **FEV/2013**  
 Prorrogações: **0 meses** Tipo Saída: **CONCLUÍDO**  
 Mês/Ano de Saída: **FEV/2013** Data da Defesa: **01/02/2013**

**Disciplinas/Atividades Cursadas/Cursando**

Início	Fim	Componente Curricular		Turma	CR	Freq %	Nota	Situação			
3/2011	6/2011	PCS0005	FÍSICA DO SOLO	01	4	100.0	10.0	APROVADO			
3/2011	6/2011	PCS0012	QUÍMICA DO SOLO	01	4	100.0	8.4	APROVADO			
3/2011	6/2011	PCS0014	"TÓPICOS ESPECIAIS: USO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS RESIDUAIS NA AGRICULTURA"	01	4	100.0	9.5	APROVADO			
3/2011	12/2011	PCS0015	EXAME DE INGLÊS	--	0	--	--	APROVADO			
2/2011	7/2011	PCS0016	SEMINÁRIO I	01	2	100.0	--	APROVADO			
8/2011	11/2011	PCS0003	ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL I	01	4	88.0	7.8	APROVADO			
8/2011	11/2011	PCS0004	FERTILIDADE DO SOLO	01	4	100.0	9.3	APROVADO			
8/2011	11/2011	PCS0009	PEDOLOGIA	01	4	80.0	8.8	APROVADO			
8/2011	6/2012	PCS0020	TÓPICOS ESPECIAIS: MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO	01	4	94.0	10.0	APROVADO			
8/2011	3/2012	PCS0022	SEMINÁRIO II	--	2	100.0	--	APROVADO			
3/2012	2/2013	PCS0017	TRABALHO DE DISSERTAÇÃO	--	0	--	--	APROVADO			
3/2012	7/2012	PCS0018	ESTÁGIO DOCÊNCIA	--	2	100.0	--	APROVADO			
2/2012	7/2012	PMS0026	MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA	01	4	100.0	9.5	APROVADO			
Créditos Exigidos:		9		Créditos Integralizados:		38		Créditos Pendentes:		0	

**Dados da Defesa**

Título: **ANÁLISE MULTIVARIADA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE UM CAMBISSOLO CULTIVADO SOB PRÁTICAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DA CAATINGA**

Palavras-Chave: **sistemas agroflorestais; análise multivariada; atributos de qualidade do solo; semiárido.**

Páginas: **80** Data: **01/02/2013**  
 Grande Área: **Ciências Agrárias** Área: **Agronomia**  
 Sub-Área: **Ciência do Solo** Especialidade:  
 Membros: **Presidente - 1505717 - NILDO DA SILVA DIAS - UFERSA**  
**Interno - 1851841 - JEANE CRUZ PORTELA - UFERSA**  
**Externo à Instituição - RENATO DANTAS ALENCAR - IFRN - IFRN**



---

**Histórico Escolar - Emitido em: 04/06/2019 às 15:07**

---

Nome: **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO**

Matrícula:

**2011105612**

Atenção, agora o histórico possui uma verificação automática de autenticidade e consistência, sendo portanto dispensável a assinatura da coordenação do curso ou PROPPG . Favor, ler instruções no rodapé.





**Histórico Escolar - Emitido em: 05/06/2019 às 09:04**

**Dados Pessoais**

Nome: **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO** Matrícula: **2006201233**  
 Nacionalidade: **BRASILEIRA**  
 Data de Nascimento: **05/05/1986** Local de Nascimento: **MORADA NOVA/CE**  
 Nome do Pai: **ANTONIO ALMIR CHAGAS DE FREITAS** RG: **2002032058524 SSP/CE**  
 Nome da Mãe: **MARIA DO MILAGRE RABELO DE FREITAS** CPF: **023.522.073-63**  
 Endereço: **AVENIDA , - Vila Academica, Casa 11** Bairro: **COSTA E SILVA**  
 Município: **MOSSORÓ** UF: **RN**

**Dados do Curso**

Curso: **AGRONOMIA - MOSSORÓ - PRESENCIAL - PROGRAD - BACHARELADO - MT**  
 Status: **CONCLUÍDO** IRA: **8.3886**  
 Ênfase:  
 Currículo: **2004 - 2004.2**  
 Reconhecimento do Curso: **Portaria Nº 133**  
 Ato Normativo: **01/03/2018** D.O.U: **02/03/2018**  
 Ano/Período Letivo Inicial: **2006.2** Perfil Inicial: **0**  
 Forma de Ingresso: **VESTIBULAR**  
 Período Letivo Atual: **9** Prazo para Conclusão: **2016.1**  
 Trancamentos: **Nenhum**  
 Prorrogações: **0 períodos letivos** Data da Conclusão:  
 Ano/Período Letivo de Saída: **2010.2** Data da Colação de Grau: **04/02/2011**  
 Tipo Saída: **CONCLUIDO** Expedição do Diploma:

Trabalho de Conclusão de Curso:

**Componentes Curriculares Cursados/Cursando**

Ano/Período Letivo	Componente Curricular		CH	Turma	Freq %	Nota	Situação
2006.2	ACS0002	QUIMICA ORGANICA (1105018)	75	2	100.0	7.3	APROVADO
2006.2	ACS0023	INTRODUCAO A AGRONOMIA (1200316)	30	1	100.0	8.8	APROVADO
2006.2	AMB0003	DESENHO I (1200005)	60	2	100.0	9.8	APROVADO
2006.2	ANI0008	ANATOMIA E FISIOLOGIA COMPARADA DOS ANIMAIS DOMESTICOS (1200001)	45	1	100.0	7.4	APROVADO
2006.2	ANI0009	ZOOLOGIA (1200002)	45	4	100.0	8.4	APROVADO
2006.2	EXA0101	CALCULO I (1200003)	60	2	100.0	8.5	APROVADO
2006.2	EXA0116	INFORMATICA BASICA (1200004)	45	2	100.0	8.8	APROVADO
2006.2	VEG0001	BOTANICA I (1103018)	60	2	100.0	8.8	APROVADO
2007.1	ACS0004	QUIMICA ANALITICA (1200006)	60	1	100.0	7.1	APROVADO
2007.1	ACS0013	BIOQUIMICA (1200187)	75	5	100.0	9.3	APROVADO
2007.1	AMB0004	TOPOGRAFIA (1200007)	60	3	100.0	8.7	APROVADO
2007.1	EXA0102	CALCULO II (1200008)	60	2	100.0	7.3	APROVADO
2007.1	VEG0003	ENTOMOLOGIA E PARASITOLOGIA I (1103029)	60	1	100.0	8.6	APROVADO
2007.1	VEG0004	ESTATISTICA (1104030)	60	2	100.0	8.3	APROVADO
2007.2	ACS0012	FILOSOFIA DA CIENCIA E MET. CIENTIFICA (1200171)	60	3	100.0	7.1	APROVADO
2007.2	EXA0111	FISICA I (1200011)	60	2	100.0	8.2	APROVADO
2007.2	VEG0002	BOTANICA II (1103020)	75	3	100.0	9.7	APROVADO
2007.2	VEG0007	MICROBIOLOGIA AGRICOLA (1200009)	60	2	100.0	10.0	APROVADO
2007.2	VEG0008	ESTATISTICA EXPERIMENTAL (1200010)	60	2	100.0	9.4	APROVADO
2007.2	VEG0196	GENETICA (1104031)	60	3	100.0	8.3	APROVADO
2008.1	AMB0007	GEOLOGIA E MINERALOGIA (1200014)	45	2	100.0	7.7	APROVADO
2008.1	AMB0008	CLIMATOLOGIA (1200015)	60	4	100.0	8.9	APROVADO
2008.1	AMB0009	FISICA DO SOLO (1200016)	45	2	100.0	8.8	APROVADO
2008.1	AMB0010	MANEJO E GESTAO AMBIENTAL (1200017)	60	1	100.0	8.5	APROVADO
2008.1	AMB0011	HIDRAULICA (1200018)	60	1	100.0	9.0	APROVADO
2008.1	VEG0010	BIOTECNOLOGIA VEGETAL (1200013)	45	1	100.0	9.2	APROVADO



SIGAA - Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas  
 UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
 PROGRAD - Pró-Reitoria de Graduação  
 DRE - Divisão de Registro Escolar



Av. Francisco Mota, 572 - Costa e Silva, CEP: 59625-900

Portaria Nº 885, de 12/08/2016, publicada no Diário Oficial da União - Edição Nº 156, segunda-feira, 15 de agosto de 2016 - Seção I -

**Histórico Escolar - Emitido em: 05/06/2019 às 09:04**

Nome: **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO** Matrícula: **2006201233**

**Componentes Curriculares Cursados/Cursando**

Ano/Período Letivo	Componente Curricular		CH	Turma	Freq %	Nota	Situação
2008.1	VEG0192	MELHORAMENTO VEGETAL (1200012)	60	2	100.0	5.8	APROVADO
2008.2	ACS0001	SOCIOLOGIA RURAL (1101038)	60	1	100.0	7.5	APROVADO
2008.2	AMB0013	QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO (1200021)	60	2	100.0	9.3	APROVADO
2008.2	AMB0014	RELACAO AGUA-SOLO-PLANTA-ATMOSFERA (1200022)	45	1	100.0	8.3	APROVADO
2008.2	AMB0015	MAQUINAS E MECANIZACAO AGRICOLA (1200023)	60	2	100.0	8.6	APROVADO
2008.2	AMB0016	CONSTRUCOES RURAIS (1200024)	45	2	100.0	8.9	APROVADO
2008.2	AMB0202	GENESE, MORFOLOGIA E CLASS. DO SOLO (1200019)	60	2	100.0	7.9	APROVADO
2008.2	ANI0010	ZOOTECNIA GERAL (1200020)	60	2	100.0	7.3	APROVADO
2009.1	AMB0017	SISTEMAS DE IRRIGACAO (1200029)	60	2	100.0	8.3	APROVADO
2009.1	ANI0331	FORRAGICULTURA I	60	2	100.0	7.3	APROVADO
2009.1	VEG0011	TECNOLOGIA DE SEMENTES (1200025)	45	3	100.0	7.0	APROVADO
2009.1	VEG0013	FITOPATOLOGIA I (1200030)	60	1	100.0	8.2	APROVADO
2009.1	VEG0014	ENTOMOLOGIA E PARASITOLOGIA II (1200031)	60	2	100.0	8.4	APROVADO
2009.1	VEG0028	MANEJO DE PLANTAS DANINHAS (1200745)	60	1	100.0	8.6	APROVADO
2009.1	VEG0177	AGRICULTURA GERAL (1200028)	60	1	100.0	9.2	APROVADO
2009.2	ACS0005	POS-COLHEITA DE FRUTOS E HORTALICAS (1200032)	45	2	100.0	8.5	APROVADO
2009.2	ACS0390	ECONOMIA RURAL	60	1	100.0	8.1	APROVADO
2009.2	AMB0018	SALINIZACAO E DRENAGEM (1200036)	45	2	100.0	7.7	APROVADO
2009.2	ANI0001	ALIMENTO ALIM. ANIM. DOMESTICOS (1107027)	60	2	100.0	7.9	APROVADO
2009.2	VEG0015	FITOPATOLOGIA II (1200033)	60	1	100.0	7.9	APROVADO
2009.2	VEG0016	HORTICULTURA (1200034)	60	1	100.0	8.9	APROVADO
2009.2	VEG0178	AGROECOLOGIA (1200035)	45	1	100.0	9.2	APROVADO
2010.1	ACS0391	DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E POLITICA AGRICOLA	60	1	93.0	8.9	APROVADO
2010.1	ACS0392	COMUNICAÇÃO E EXTENSÃO RURAL	60	01	100.0	7.6	APROVADO
2010.1	ANI0012	PRODUCAO DE AVES E SUINOS (1200041)	60	1	93.0	9.3	APROVADO
2010.1	ANI0332	BOVINOCULTURA	45	01	100.0	9.0	APROVADO
2010.1	ANI0333	OVINOCAPRINOCULTURA	45	01	100.0	7.2	APROVADO
2010.1	VEG0018	SILVICULTURA (1200038)	45	1	100.0	9.4	APROVADO
2010.1	VEG0020	OLERICULTURA (1200043)	60	2	90.0	8.2	APROVADO
2010.1	VEG0179	CULTIVOS AGRÍCOLAS I (1200042)	60	1	96.0	9.3	APROVADO
2010.2	ACS0007	TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL (1200046)	60	2	96.0	7.6	APROVADO
2010.2	ACS0008	ETICA E LEGISLACAO (1200047)	30	1	100.0	8.4	APROVADO
2010.2	ACS0393	ADMINISTRAÇÃO RURAL	60	1	96.0	9.2	APROVADO
2010.2	ACS0394	COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS	60	1	100.0	9.4	APROVADO
2010.2	VEG0006	FRUTICULTURA (1104036)	75	1	100.0	7.5	APROVADO
2010.2	VEG0022	CULTIVO AGRICOLAS III (1200048)	75	2	100.0	7.8	APROVADO
2010.2	VEG0180	CULTIVOS AGRÍCOLAS II (1200045)	45	1	97.0	7.4	APROVADO
2010.2	e VEG0203	ESTAGIO SUPERVISIONADO ( 1200300 )	360	01	100.0	10.0	APROVADO

**Legenda**

* Comp. Optativo	e Comp. Equivalente a Obrig.	& Comp. Equivalente a Optativo	# Comp. Eletivo	@ Ativ. Obrigatória	§ Ativ. Optativa
------------------	------------------------------	--------------------------------	-----------------	---------------------	------------------

	Obrigatórias				Optativos		Total	
	Comp. Curricular		Atividade	CH Total	Comp. Curricular/Atividade		CR	CH
	CR	CH	CH		CH			
Exigido	237	3555	360	<b>3915</b>	0		237	3915 - 100.0%
Integralizado	261	3915	0	3915	0		261	3915 - 1.00%
Pendente	0	0	0	0	0		0	0 - 0%



---

**Histórico Escolar - Emitido em: 05/06/2019 às 09:04**

---

Nome: **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO**

Matrícula:

**2006201233**

Atenção, agora o histórico possui uma verificação automática de autenticidade e consistência, sendo portanto dispensável a assinatura da coordenação do curso ou DRE . Favor, ler instruções no rodapé.

## **2. DOCUMENTAÇÃO COMPROBATÓRIA A ADEQUAÇÃO DO PERFIL PARA A ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS A SEREM MINISTRADAS NA NOVA UNIDADE DE LOTAÇÃO**

2.1. PARTICIPAÇÃO EM BANCA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS (BANCA DE DEFESA E DE QUALIFICAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO E DISSERTAÇÃO DE MESTRADO)

2.2. ARTIGOS PUBLICADOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

2.3. MEMBRO DE PROJETOS DE PESQUISA NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

2.4. CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

2.5. TRABALHOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

## **2. COMPROVAÇÃO DE 36 MESES DE EFETIVO EXERCÍCIO NO CARGO**

## **3. DECLARAÇÃO DE QUE O SERVIDOR NÃO FOI REMOVIDO A PEDIDO OU REDISTRIBUÍDO NOS ÚLTIMOS 24 MESES**

## 2.1. PARTICIPAÇÃO EM BANCA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS (BANCA DE DEFESA E DE QUALIFICAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO E DISSERTAÇÃO DE MESTRADO)

- **PRODUÇÃO, MORFOFISIOLOGIA E QUALIDADE DE CEBOLA SOB SALINIDADE E APLICAÇÃO DESILÍCIO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 28 de setembro de 2021 às 08:00.

### **Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
PATRICIA LIGIA DANTAS DE MORAIS (UFERSA - Examinadora Interna)  
JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Examinador Interno)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO DO NASCIMENTO (UFRPE - Examinador Externo à Instituição)  
HAMILTON SERON PEREIRA (UFU - Examinador Externo à Instituição)

- **PRODUÇÃO E MORFOFISIOLOGIA DE CEBOLA SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE E NUTRIÇÃO COMSILÍCIO E QUALIDADE BULBOS EM PÓS-COLHEITA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 10 de setembro de 2021 às 13:30.

### **Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Examinador Interno)  
PATRICIA LIGIA DANTAS DE MORAIS (UFERSA - Examinadora Interna)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO DO NASCIMENTO (UFRPE - Examinador Externo à Instituição)  
HAMILTON SERON PEREIRA (UFU - Examinador Externo à Instituição)

- **I - POTENCIAL HÍDRICO E TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE FIGUEIRA (FICUS CARICAL.) IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA NO SEMIÁRIDO**

### **II - "CRESCIMENTO DE MUDAS DE FIGUEIRA (FICUS CARICA L.) IRRIGADAS COMÁGUA SALINA NO SEMIÁRIDO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 13 de Julho de 2017 às 14:00.

### **Membros da Banca**

JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
VANDER MENDONCA (UFERSA - Examinador Interno)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
EDUARDO CASTRO PEREIRA (IFRN - Examinador Externo à Instituição)

- **ECOFISIOLOGIA DE MUDAS DE FIGUEIRA (FICUS CARICA L.) EM ESTRESSE SALINO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 20 de julho de 2017 às 13:00.

**Membros da Banca**

JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
VANDER MENDONCA (UFERSA - Examinador Interno)  
DEBORA JESUS DANTAS (UFERSA - Examinadora Externa ao Programa)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
ROMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS (IFBA - Examinador Externo à Instituição)  
SIDNEY CARLOS PRAXEDES (UFRN - Examinador Externo à Instituição)

- **PRODUÇÃO, QUALIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA MANGUEIRA ‘KENT’ SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO; TROCAS GASOSAS E PÓS COLHEITA DA MANGUEIRA ‘KENT’ SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO-CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 17 de março de 2021 às 14:00.

**Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
WELSON LIMA SIMOES (EMBRAPA - Examinador Externo à Instituição)

- **GRAU E INTENSIDADE DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O CRESCIMENTO DE BIDENS PILOSA E BIDENS SUBALTERNANS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURALDO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 29 de março de 2018 às 14:00.

**Membros da Banca**

DANIEL VALADAO SILVA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
JAEVESON DA SILVA (EMBRAPA - Examinador Externo à Instituição)

- **ESTADO HÍDRICO, HOMEOSTASE IÔNICA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO SOB ESTRESSE HÍDRICO E SALINO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 26 de fevereiro de 2021 às 14:00.

**Membros da Banca**

JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
ANDREA RAQUEL FERNANDES CARLOS DA COSTA (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)

- **CULTIVO DO MORANGO NA SERRA DE PORTALEGRE - RN: ESTUDOS DE CULTIVARES, SUBSTRATOS E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada por videoconferência no dia 25 de Fevereiro de 2022 às 14:00.

**Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA (UFERSA - Examinadora Externa ao Programa)  
IARAJANE BEZERRA DO NASCIMENTO (PESQUISADOR - Examinadora Externa à Instituição)  
NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Examinador Externo à Instituição)

- **ARTIGO I - ECOFISIOLOGIA DE MORANGUEIROS FERTIRRIGADOS COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS E SUBSTRATOS NA REGIÃO SERRANA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**ARTIGO II - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGUEIROS FERTIRRIGADOS COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS NA REGIÃO SERRANA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada por videoconferência no dia 21 de Janeiro de 2022 às 14:00.

**Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
RITA DE CASSIA ALVES (INSA - Examinadora Externa à Instituição)  
RONIMEIRE TORRES DA SILVA (UEPB - Examinadora Externa à Instituição)

- **INCREMENTO DE POTÁSSIO E CÁLCIO NA FERTIRRIGACAO DA MINI MELANCIA SOB ESTRESSESALINO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada por videoconferência no dia 25 de Fevereiro de 2022 às 14:00.

**Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
ADRIANA ARAÚJO DINIZ (UEMA - Examinadora Externa à Instituição)  
GILCIMAR ALVES DO CARMO (IFCE - Examinador Externo à Instituição)  
RITA DE CASSIA ALVES (INSA - Examinadora Externa à Instituição)

- **ESTRATÉGIA DE FERTIRRIGAÇÃO NO CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada no dia 31 de Agosto de 2017 às 08:00.

**Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
IARAJANE BEZERRA DO NASCIMENTO (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)  
MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)

- **SALINIDADE E SODICIDADE EM CAMBISSOLO DE ÁREAS DE MANEJO DO PERÍMETRO IRRIGADO BAIXO-AÇU.**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, em sessão pública realizada por videoconferência no dia 29 de Setembro de 2022 às 08:00.

**Membros da Banca**

OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Examinador Interno)

JEANE CRUZ PORTELA (UFERSA - Examinadora Interna)

RANIERE BARBOSA DE LIRA (PESQUISADOR - Examinador Externo à Instituição)





**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES**  
**ACADÊMICAS**



EMITIDO EM 16/04/2023 21:13

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Defesa de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) JEFFERSON BITTENCOURT VENÂNCIO, intitulada:

### **PRODUÇÃO, MORFOFISIOLOGIA E QUALIDADE DE CEBOLA SOB SALINIDADE E APLICAÇÃO DE SILÍCIO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 28 de Setembro de 2021 às 08:00.

### **Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
PATRICIA LIGIA DANTAS DE MORAIS (UFERSA - Examinadora Interna)  
JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Examinador Interno)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO DO NASCIMENTO (UFRPE - Examinador Externo à Instituição)  
HAMILTON SERON PEREIRA (UFU - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento: 408702  
Código de Verificação: 4a297f285b

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES**  
**ACADÊMICAS**



EMITIDO EM 16/04/2023 21:12

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Qualificação de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) JEFFERSON BITTENCOURT VENÂNCIO, intitulada:

### **PRODUÇÃO E MORFOFISIOLOGIA DE CEBOLA SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE E NUTRIÇÃO COM SILÍCIO E QUALIDADE BULBOS EM PÓS-COLHEITA**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 10 de Setembro de 2021 às 13:30.

### **Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Examinador Interno)  
PATRICIA LIGIA DANTAS DE MORAIS (UFERSA - Examinadora Interna)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO DO NASCIMENTO (UFRPE - Examinador Externo à Instituição)  
HAMILTON SERON PEREIRA (UFU - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento: 408701  
Código de Verificação: 6501296654

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:10

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Qualificação de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) JOSÉ RIVANILDO DE SOUZA PINTO, intitulada:

**I - POTENCIAL HÍDRICO E TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE FIGUEIRA (*FICUS CARICA* L.) IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA NO SEMIÁRIDO**  
**II - "CRESCIMENTO DE MUDAS DE FIGUEIRA (*FICUS CARICA* L.) IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA NO SEMIÁRIDO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 13 de Julho de 2017 às 14:00.

### Membros da Banca

JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
VANDER MENDONÇA (UFERSA - Examinador Interno)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
EDUARDO CASTRO PEREIRA (IFRN - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento: 408699  
Código de Verificação: ecd12fc785

## ATENÇÃO

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES**  
**ACADÊMICAS**



EMITIDO EM 16/04/2023 21:11

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Defesa de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) JOSÉ RIVANILDO DE SOUZA PINTO, intitulada:

ECOFISIOLOGIA DE MUDAS DE FIGUEIRA (FICUS CARICA L.) EM ESTRESSE SALINO

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 20 de Julho de 2017 às 13:00.

### Membros da Banca

JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
VANDER MENDONCA (UFERSA - Examinador Interno)  
DEBORA JESUS DANTAS (UFERSA - Examinadora Externa ao Programa)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
ROMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS (IFBA - Examinador Externo à Instituição)  
SIDNEY CARLOS PRAXEDES (UFRN - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento : 408700  
Código de Verificação : fc5a70e8d0

## ATENÇÃO

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação





## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Qualificação de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) VICTOR PIMENTA MARTINS DE ANDRADE, intitulada:

### **PRODUÇÃO, QUALIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA MANGUEIRA 'KENT' SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO; TROCAS GASOSAS E PÓS COLHEITA DA MANGUEIRA 'KENT' SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 17 de Março de 2021 às 14:00.

#### **Membros da Banca**

NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
WELSON LIMA SIMOES (EMBRAPA - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento: 408697  
Código de Verificação: 02a710e9b7

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:06

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa de Mestrado da Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) pós-graduando(a) MÁRCIO ALEXANDRE MOREIRA DE FREITAS, intitulada:

### **GRAU E INTENSIDADE DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O CRESCIMENTO DE BIDENS PILOSA E BIDENS SUBALTERNANS**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 29 de Março de 2018 às 14:00.

### **Membros da Banca**

DANIEL VALADAO SILVA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
JAEVESON DA SILVA (EMBRAPA - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. AURELIO PAES BARROS JUNIOR  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA- UFERSA

Número do Documento: 408694  
Código de Verificação: a89379d023

### **ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:36

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Interno da Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) pós-graduando(a) RODRIGO RAFAEL DA SILVA, intitulada:

### **ESTADO HÍDRICO, HOMEOSTASE IÔNICA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO SOB ESTRESSE HÍDRICO E SALINO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 26 de Fevereiro de 2021 às 14:00.

### **Membros da Banca**

JOSE FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
ANDREA RAQUEL FERNANDES CARLOS DA COSTA (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)

Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA

Número do Documento: 408713  
Código de Verificação: ab6dfaa439

### **ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:29

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Interno da Comissão Examinadora de Defesa de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) ITALO SORAC RAFAEL DE QUEIROZ, intitulada:

### **CULTIVO DO MORANGO NA SERRA DE PORTALEGRE - RN: ESTUDOS DE CULTIVARES, SUBSTRATOS E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada por videoconferência no dia 25 de Fevereiro de 2022 às 14:00.

### **Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA (UFERSA - Examinadora Externa ao Programa)  
IARAJANE BEZERRA DO NASCIMENTO (PESQUISADOR - Examinadora Externa à Instituição)  
NILDO DA SILVA DIAS (UFERSA - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA

Número do Documento: 408709  
Código de Verificação: a5af317962

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação





**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES**  
**ACADÊMICAS**



EMITIDO EM 16/04/2023 21:19

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Interno da Comissão Examinadora de Qualificação de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) ITALO SORAC RAFAEL DE QUEIROZ, intitulada:

**ARTIGO I - ECOFISIOLOGIA DE MORANGUEIROS FERTIRRIGADOS COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS E SUBSTRATOS NA REGIÃO SERRANA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
**ARTIGO II - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGUEIROS FERTIRRIGADOS COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS NA REGIÃO SERRANA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada por videoconferência no dia 21 de Janeiro de 2022 às 14:00.

### Membros da Banca

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
RITA DE CÁSSIA ALVES (INSA - Examinadora Externa à Instituição)  
RONIMEIRE TORRES DA SILVA (UEPB - Examinadora Externa à Instituição)

Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA

Número do Documento: 408706  
Código de Verificação: 0ac82a6477

## ATENÇÃO

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensin*o > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:31

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Interno da Comissão Examinadora de Defesa de Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) ALINE DA SILVA ALVES, intitulada:

### **INCREMENTO DE POTÁSSIO E CÁLCIO NA FERTIRRIGACAO DA MINI MELANCIA SOB ESTRESSE SALINO**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada por videoconferência no dia 25 de Fevereiro de 2022 às 14:00.

### **Membros da Banca**

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Interno)  
ADRIANA ARAUJO DINIZ (UEMA - Examinadora Externa à Instituição)  
GILCIMAR ALVES DO CARMO (IFCE - Examinador Externo à Instituição)  
RITA DE CASSIA ALVES (INSA - Examinadora Externa à Instituição)

Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA

Número do Documento: 408710

Código de Verificação: cc93605285

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:35

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo ao Programa da Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) pós-graduando(a) ANA JACQUELINE DE OLIVEIRA TARGINO, intitulada:

### ESTRATÉGIA DE FERTIRRIGAÇÃO NO CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada no dia 31 de Agosto de 2017 às 08:00.

### Membros da Banca

FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo ao Programa)  
IARAJANE BEZERRA DO NASCIMENTO (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)  
MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA (UFERSA - Examinadora Externa à Instituição)

Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA

Número do Documento: 408712  
Código de Verificação: c89b4cd20c

**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação



Portal do  
Coordenador Stricto

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS

EMITIDO EM 04/07/2017 11:05



### DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Examinador Externo à Instituição da Comissão Examinadora de DEFESA de Dissertação de Mestrado do(a) pós-graduando(a) LAYDSON MOURA FERNANDES AMORIM, intitulada:

PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE *Vigna unguiculata* SOB APLICAÇÃO DE RESÍDUO LÍQUIDO DA SUINOCULTURA

no PROGRAMA DE COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL/CCA da UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, em sessão pública realizada no dia 30 de Junho de 2017 às 14:00.

#### Membros da Banca

CARLOS JOSE GONCALVES DE SOUZA LIMA (UFPI - Presidente)  
ARTENISA CERQUEIRA RODRIGUES (UFPI - Examinador Interno)  
GABRIEL BARBOSA DA SILVA JÚNIOR (UFPI - Examinador Interno)  
OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Examinador Externo à Instituição)

Prof(a). Dr(a). ADEMIR SÉRGIO FERREIRA DE ARAUJO  
Coordenador(a) do PROGRAMA DE COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA –  
PRODUÇÃO VEGETAL/CCA- UFPI

Prof. Dr. Ademir Sérgio Ferreira de Araújo  
Coordenador do PPGA

**Código de verificação:** 718d72311a

**Número do Documento:** 84238

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <http://www.sigaa.ufpi.br/sigaa/public>, informando o número do documento, data de emissão do documento e o código de verificação.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES  
ACADÊMICAS



EMITIDO EM 16/04/2023 21:37

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. Dr. OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, CPF 023.522.073-63, participou como Presidente da Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) pós-graduando(a) TAMIRES ELIZABETE MONTE DA SILVA, intitulada:

### **SALINIDADE E SODICIDADE EM CAMBISSOLO DE ÁREAS DE MANEJO DO PERÍMETRO IRRIGADO BAIXO-AÇU.**

no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO , em sessão pública realizada por videoconferência no dia 29 de Setembro de 2022 às 08:00.

### **Membros da Banca**

OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO (UFERSA - Presidente) - ORIENTADOR  
FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA (UFERSA - Examinador Interno)  
JEANE CRUZ PORTELA (UFERSA - Examinadora Interna)  
RANIERE BARBOSA DE LIRA (PESQUISADOR - Examinador Externo à Instituição)

Coordenador(a) do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA- UFERSA  
Prof(a). Dr. DANIEL VALADAO SILVA

Número do Documento: 408714  
Código de Verificação: a38eb3cc80



**ATENÇÃO**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino* > > *Declaração de Participação como Membro de Banca de Pós-Graduação Stricto Sensu*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação

## 2.2. ARTIGOS PUBLICADOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

SOUSA NETO, O. N.; RODRIGUES, PAULO H. V.; DUARTE, S. N.; SAMPAIO, P. R. F.; DIAS, Nildo da Silva MOISTURE LIMITS AND POTASSIUM CONCENTRATIONS IN THE SOIL SOLUTION FOR CULTIVATION OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) FERTIGATED UNDER PROTECTED ENVIRONMENT CONDITIONS. ENG AGR-JABOTICABAL. Fator de Impacto (2011 JCR): 0,3530, v.43, p.1 - , 2023.  
<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43n1e20220133/2023>

VENÂNCIO, JEFFERSON BITTENCOURT; DIAS, NILDO DA SILVA; DE MEDEIROS, JOSÉ FRANCISMAR ; DE MORAES, PATRÍCIA LÍGIA DANTAS ; DO NASCIMENTO, CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO ; NETO, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA ; SÁ, FRANCISCO VANIES DA SILVA . Yield and Morphophysiology of Onion Grown under Salinity and Fertilization with Silicon. SCIENTIA HORTICULTURAE, v. 301, p. 111095, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111095>

VENÂNCIO, JEFFERSON BITTENCOURT ; DIAS, NILDO DA SILVA ; MEDEIROS, JOSÉ FRANCISMAR DE ; MORAIS, PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE ; NASCIMENTO, CLÍSTENES WILLIAMS ARAÚJO DO ; SOUSA NETO, OSVALDO NOGUEIRA DE ; ANDRADE, LUCIARA MARIA DE ; PEREIRA, KLEANE TARGINO OLIVEIRA ; PEIXOTO, TAYD DAYVISON CUSTÓDIO ; ROCHA, JOSINALDO LOPES ARAÚJO ; FERREIRA NETO, MIGUEL; SÁ, FRANCISCO VANIES DA SILVA . Effect of Salinity and Silicon Doses on Onion Post-Harvest Quality and Shelf Life. PLANTS, v. 11, p. 2788, 2022.  
<https://doi.org/10.3390/plants11202788>

SAMPAIO, PEDRO R. F.; RODRIGUES, PAULO H. V.; DUARTE, SERGIO N.; SOUSA NETO, OSVALDO N. DE; NASCIMENTO, JÉSSICA G.; PIEDADE, SÔNIA M. DE S. Photo-selective nets and potassium concentrations on *Costus lasius* crop. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Fator de Impacto (2021 JCR): 1,2200, v.24, p.143 - 148, 2020.  
<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n3p143-148>

TAVARES, A. C. S.; DUARTE, S. N.; DIAS, N. S.; FERNANDES, C. S.; MIRANDA, J. H.; SOUSA NETO, O. N. Trocas gasosas em ambiente cultivado com cana-de-açúcar sob inundação e posterior rebaixamento do lençol freático. RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. , v.13, p.433 - 447, 2020.  
<https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p433-447>

DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; SA, F. V. S.; MORAIS, D. E. F.; SOUZA, B. G. A.; FERNANDES, C. S.; SILVA JUNIOR, C. C.; SANTOS, E. J. V.; SOUZA, Y. C. S.; FREITAS JUNIOR, A. M. Biomass, Protein Content and Cell Damage in Tanzania Grass Irrigated With Saline Water. Journal of Agricultural Science. , v.11, p.59 - 66, 2019  
[DOI:10.5539/jas.v11n3p59](https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p59)

SOUZA, K. T. S.; DUARTE, S. N.; DIAS, N. S.; LEMOS NETO, H. S.; TAVARES, Antonio Clarette Santiago; SOUSA NETO, O. N. Does the tolerance of sugarcane to excess water in the soil depend on the stage of development?. Brazilian Journal of Development. , v.5, p.27872 - 27889, 2019.  
[DOI:10.34117/bjdv5n11-380](https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-380)

ROCHA DE MOURA, EDYMARA SINTHIA; REBOUÇAS COSME, CHRISTIANO; DE SOUSA LEITE, TIAGO; DA SILVA DIAS, NILDO; DOS SANTOS FERNANDES, CLEYTON; DE SOUSA NETO, OSVALDO NOGUEIRA; DE SOUSA JUNIOR, FRANCISCO SOUTO; COSTA REBOUÇAS, TAINAN. Phytoextraction of salts by *Atriplex Nummularia* Lindl. irrigated with reject brine under varying water availability. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYTOREMEDIATION. Fator de Impacto(2021 JCR): 4,0030, v.21, p.1 - 7, 2019

<https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1583633>

TAVARES, A. C. S.; DUARTE, S. N.; DIAS, N. S.; MIRANDA, J. H.; MORAIS, F. D. A.; SOUSA NETO, O. N.; FERNANDES, C. S. Efeito da inundação do solo nos índices fisiológicos da cana-de-açúcar. Revista de Ciências Agrárias. , v.41, p.229 - 235, 2018.

<https://doi.org/10.19084/RCA17036>

MORAIS, P. L. D.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; SARMENTO, J. D. A.; GONZAGA, M. I. S. EFEITOS DA SALINIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DO MELÃO CULTIVADO EM FIBRA DE COCO. Revista Caatinga. **JCR**, v.31, p.713 - 718, 2018.

ANDRADE FILHO, J.; NASCIMENTO, I. B.; SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; RIVERA, R. C.; PORTELA, J. C.; COSTA, J. D. Contenido foliar de N, P y K en algodón fertirrigado con efluente de alcantarillado tratado. DYNA (MEDELLÍN). , v.84, p.147 - 154, 2017.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n202.61916>

SOUSA, A. B. O.; DUARTE, S. N.; SOUSA NETO, O. N.; SOUZA, A.C.M. de S.; SAMPAIO, P. R. F.; DIAS, C. T. S. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online). **JCR**, v.20, p.897 - 902, 2016.

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n10p897-902>

DIAS, N. S.; PALACIO, V. S.; SOUSA NETO, O. N.; MOURA, K. K. C. F. Crescimento do meloeiro em substrato de fibra de coco com solução nutritiva salina. Irriga (UNESP Botucatu). , v.20, p.1 - 12, 2015.

<https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n1p01>

SARMENTO, J. D. A.; Morais, P.L.D; ALMEIDA, M.L.B.; SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S. Qualidade e conservação da alface cultivada com rejeito da dessalinização. Revista Caatinga (UFERSA. Impresso). **JCR**, v.27, p.00 - 05, 2014.

ANDRADE FILHO, J.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, R. O. Cotton production using secondary domestic sewage. Acta Scientiarum. Technology (Impresso). Fator de Impacto (2021 JCR): 0,6550, v.35, p.00 - 00, 2013. Doi:

[10.4025/actascitechnol.v35i2.13157](https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v35i2.13157)

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. Revista Ciência Agronômica (UFC. Impresso).

<https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400005>

COSME, C. R.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M.; SOUSA NETO, O. N. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Impresso). **JCR**, v.15, p.499 - 504, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000500010>

Morais, P.L.D; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; ALMEIDA, M.L.B.; SARMENTO, J. D. A. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra. Revista Ceres. , v.58, p.407 - 413, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500015>

DIAS, N. S.; LIMA, F.A.; SILVA, Cláudio Ricardo da; SOUSA NETO, O. N.; CHEYI, H. R. Use of reject brine from desalination on different development stages of hydroponic lettuce. Revista Caatinga (UFERSA. Impresso). **JCR**, v.24, p.76 - 81, 2011.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; ATARASSI, R. T.; REBOUCAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA E MICROCLIMA DE AMBIENTE PROTEGIDO SOB MALHAS TERMO-REFLETORAS. Revista Caatinga (Online). **JCR**, v.23, p.84 - 90, 2010.

Scientific Paper

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43n1e20220133/2023>

## MOISTURE LIMITS AND POTASSIUM CONCENTRATIONS IN THE SOIL SOLUTION FOR CULTIVATION OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) FERTIGATED UNDER PROTECTED ENVIRONMENT CONDITIONS

Oswaldo N. de Sousa Neto<sup>1</sup>, Paulo H. V. Rodrigues<sup>2</sup>, Sergio N. Duarte<sup>2\*</sup>,  
Pedro R. F. Sampaio<sup>1</sup>, Nildo da S. Dias<sup>1</sup>

<sup>2\*</sup> Corresponding author. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)/Piracicaba - SP, Brazil. E-mail: [snduarte@usp.br](mailto:snduarte@usp.br) | ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4139-7097>

### KEYWORDS

irrigation, ceramic capsules, soil solution.

### ABSTRACT

Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) has been attracting great interest due to the beauty of the colors of flowers, the firmness of stems, and postharvest durability. However, knowledge of lisianthus irrigation and fertigation has generally been based on recommendations from other countries. This study aimed to establish parameters for the rational management of lisianthus fertigation under a protected environment by determining the best lower limit of soil moisture, associated with the determination of the optimal potassium concentration to be maintained in the soil solution. The treatments consisted of five soil moisture limits for the start of irrigation and maintenance of five potassium concentrations in the soil solution, with four replications. Plots of 0.7 by 0.5 m were arranged in a completely randomized block design in a factorial scheme. The soil solution was monitored by measuring moisture as well as potassium ( $K^+$ ) concentrations using a TDR100 reflectometer and solution extractors, respectively, during two cycles. The evaluated variables were the leaf area index, shoot fresh and dry matter, commercial yield, and average stem diameter. Lisianthus cultivation under the lower limit of soil moisture equal to  $0.20 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  ensured the best results for all variables of commercial interest. No effect of potassium concentrations was observed on variables of commercial interest.

### INTRODUCTION

In Brazil, the professionalization and commercial dynamism of floriculture are relatively recent phenomena. However, the activity already accounts for extremely significant numbers. Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), unlike what happens in other countries, is a crop that is still little studied in tropical climate conditions although it has great production and market potential (Almeida et al., 2021). The recent introduction of this species in the national market of ornamental plants has led to difficulties in its cultivation inherent to the scarcity of technical and scientific information about its production and management (Camargo et al., 2004).

Knowledge of lisianthus irrigation and fertigation, factors that have a high impact on the production and quality

of stems and flower buds, have generally been based on empiricism, often resulting in the application of inadequate amounts of water and fertilizers. These actions have resulted in low crop yields, due to a deficit or excess soil moisture, changes in stem development due to a lack of potassium, waste of nutrients, and even soil salinization, which increase production costs (Backes et al., 2008; Petry et al., 2020).

This study aimed to evaluate the effect of soil moisture limits associated with the maintenance of potassium concentrations in the soil solution on the characteristics of growth, production, and quality of stems in two cultivation cycles of lisianthus fertigated and under protected environment.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)/Mossoró - RN, Brazil.

<sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)/Piracicaba - SP, Brazil.

Area Editor: Edna Maria Bonfim-Silva

Received in: 8-18-2022

Accepted in: 11-28-2022



## MATERIAL AND METHODS

Two cultivation cycles of *lisianthus* were carried out, the first from June 3 to October 1, 2015 (120 days), and the second from November 15, 2015, to January 24, 2016 (70 days) (Figure 1). The two cultivation cycles were carried out under a protected environment, located in an experimental area of the Department of Biosystems Engineering of the

Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo, in the municipality of Piracicaba, SP, Brazil, at the geographic coordinates 22°42' S and 47°38' W, at an altitude of 546 m. According to the Köppen classification, the regional climate is Cwa, that is, a humid tropical climate with temperatures above 22 °C during the hottest month and below 18 °C during the coldest month.

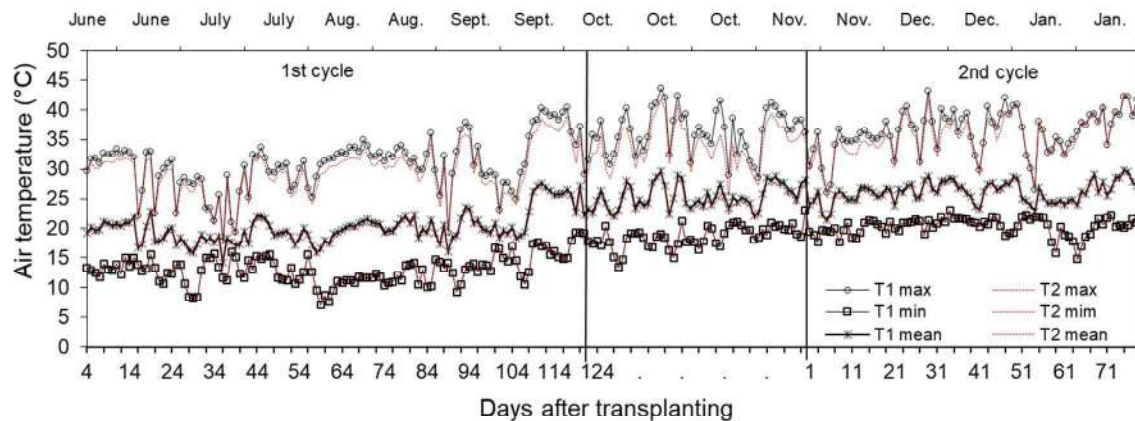


FIGURE 1. Maximum, mean, and minimum temperatures recorded inside the greenhouses over two cultivation cycles.

The experimental plots were allocated in two greenhouses with a 0.15-mm thick low-density polyethylene cover treated against the action of ultraviolet rays, forming an arc 6.40 m wide, 17.5 m in length, 3.7 m in height, and north-south orientation. The side and front walls are made with shading screens, with 50% radiation attenuation, and a 0.30-m baseboard built with reinforced concrete.

Five beds were built inside each greenhouse, comprising 10 experimental units each (Figure 1). The beds were 0.7 m wide, 0.50 m deep, and 15 m long, spaced at 0.40 m. Each bed had a drainage system consisting of plastic tarpaulin to waterproof the bottom, a corrugated drainpipe, 0.10-m layer of No. 1 gravel, and a geotextile blanket. Each experimental plot was 1.5 m long.

The soil was collected at a depth of 0.50 m from a profile classified as sandy Latossolo Vermelho-Amarelo (Oxisol). Representative composite samples were collected for soil chemical characterization. The following values were obtained: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5.6, cation exchange capacity = 46.8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, base saturation = 57%, and K<sup>+</sup> concentration = 0.8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (which is considered a low

value for K<sup>+</sup>). Analysis of the saturated paste extract revealed pH = 6.04, electrical conductivity = 0.38 dS m<sup>-1</sup>, and potassium concentration = 7.02 mg L<sup>-1</sup>.

Undisturbed and representative samples of two soil layers (0–0.15 and 0.15–0.30 m) were prepared to obtain soil water retention curves, which were adopted in irrigation management.

The treatments arranged in a 5×5 factorial consisted of five soil moisture limits to start irrigation (T1 = 0.20, T2 = 0.15, T3 = 0.13, T4 = 0.11, and T5 = 0.09 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) and maintenance of five potassium concentrations in the saturated soil solution (K1 = 50, K2 = 100, K3 = 150, K4 = 200, and K5 = 250 mg dm<sup>-3</sup>), controlled via fertigation, with four replications.

Retention curves were fitted to the van Genuchten model. The studied moisture limits corresponded approximately to tensions equal to 12, 25, 40, 70, and 120 kPa. The plots were arranged in two greenhouses, totaling 100 experimental plots (Figure 2), which were delimited with 0.2-mm thick PVC sheets, being constructed with 0.65 m wide, 1.45 m long, and 0.4 m deep.





ScienceDirect®

Scientia Horticulturae

Volume 301, 27 July 2022, 111095

---

# Yield and Morphophysiology of Onion Grown under Salinity and Fertilization with Silicon

[Jefferson Bittencourt Venâncio](#)<sup>a</sup>  , [Nildo da Silva Dias](#)<sup>a</sup>, [José Francismar de Medeiros](#)<sup>a</sup>, [Patrícia Lígia Dantas de Morais](#)<sup>a</sup>, [Clístenes Williams Araújo do Nascimento](#)<sup>b</sup>, [Osvaldo Nogueira de Sousa Neto](#)<sup>c</sup>, [Francisco Vanies da Silva Sá](#)<sup>a</sup>

Show more 

 Share  Cite

---

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111095> ↗

[Get rights and content](#) ↗

---

## Abstract

Salinity limits agricultural yield in the arid and semi-arid regions of the world. Silicon (Si) benefits plants under abiotic stresses. However, Si fertilization in the yield of onion plants under salt stress are less well known. We conducted a field experiment to evaluate Si fertilization in onion yield, physiology and postharvest quality irrigated with saline water. The experiment was designed in randomized complete blocks, with four replicates, and treatments were arranged in split plots. The plots had four water electrical

conductivity (0.65, 1.7, 2.8 and 4.1 dS m<sup>-1</sup>) and the subplots had five Si levels (0, 41.6, 83.2, 124.8 and 166.4 kg ha<sup>-1</sup> of Si), in the form a diatomaceous earth-based fertilizer derived from the species *Melosira granulata*. Waters high salinity reduced onion yield and bulb fresh mass, and increasing small bulbs (<50 mm) production. Waters high salinity hampered onion plants membrane instability index, relative water content and contents of total chlorophyll, and carotenoids. Waters high salinity too hampered onion firmness, pH, soluble solids concentration, and SS/TA ratio. Si fertilization increased onion yield, bulb fresh mass and production of large bulbs (≥ 50 mm), and saline stress attenuation occurred up to 2.8 dS m<sup>-1</sup>. Si fertilization improved onion plants chlorophylls, carotenoids, total sugars, soluble solids, ascorbic acid, and pyruvic acids content. Si fertilization promoted onions acclimatization to salt stress, because increasing the synthesis of soluble sugars, ascorbic acids, and thio-compounds identifiable in PyA. Therefore, we recommend 78.5 kg ha<sup>-1</sup> of Si for onion plants under saline stress conditions.

---

## Introduction





All over the world, onion (*Allium cepa* L.) consumption occurs due to its nutritional and medicinal characteristics (Radyetal.2018; Ricciardietal.2020). More than 140 countries grow onions, and Brazil is among the 10 largest producers in the world (FAO, 2021). Brazilian yield is around 29 Mg ha<sup>-1</sup>, in a total cultivated area of approximately 57,000 hectares (FAO, 2021). The Northeast region of Brazil contributes with 20% of the national onion production and represents 15.2% of the producing units (IBGE, 2020). This production is concentrated in the semi-arid region, especially in the irrigated perimeter of the sub-middle São Francisco (Marouellietal.2005). In this region, salinization, low rainfall, and high evapotranspiration reduce agricultural production (Barrosoetal.2011; Pessoaetal.2012).

Salinity and drought are two major climatic constrains, often interconnected, that threaten the crop production particularly in arid regions (Ahmadiand Souri,2020; Ebrahimietal., 2021). In the Brazilian semi-arid region, irrigated crops use groundwater with high levels of hardness and salinity (Barrosoetal.2011). Brackish groundwater limits the productivity of crops in the semi-arid region because 25 to 30% of the production areas in the perimeter have advanced salinization processes (FAO, 2015). Onions are sensitive to saline water, and a linear yield reduction of 18.52% is expected for each EC unit (dS m<sup>-1</sup>) added to the culture medium, from the EC threshold of 1.4 dS m<sup>-1</sup> (Shannonand Grieve 1998). The effects of salinity on onions include reductions in bulb weight and diameter, decrease in height and number of leaves per plant, reduction in root system growth, as well as the possibility of shortening the crop



## Article

# Effect of Salinity and Silicon Doses on Onion Post-Harvest Quality and Shelf Life

Jefferson Bittencourt Venâncio <sup>1</sup>, Nildo da Silva Dias <sup>1,\*</sup>, José Francismar de Medeiros <sup>1</sup>,  
Patrícia Lígia Dantas de Moraes <sup>1</sup>, Clístenes Williams Araújo do Nascimento <sup>2</sup>, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto <sup>3</sup>,  
Luciara Maria de Andrade <sup>1</sup>, Kleane Targino Oliveira Pereira <sup>1</sup>, Tayd Dayvison Custódio Peixoto <sup>1</sup>,  
Josinaldo Lopes Araújo Rocha <sup>4</sup>, Miguel Ferreira Neto <sup>1</sup> and Francisco Vanies da Silva Sá <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Center for Agrarian Sciences, Federal Rural University of the Semi-Arid Region, Mossoró 59625-900, Brazil

<sup>2</sup> Department of Agronomy, Federal Rural University of Pernambuco, Recife 52171-900, Brazil

<sup>3</sup> Department of Engineering, Federal Rural University of the Semi-Arid Region, Angicos 59515-000, Brazil

<sup>4</sup> Center for Agro-Food Science and Technology, Federal University of Campina Grande, Pombal 58840-000, Brazil

\* Correspondence: nildo@ufersa.edu.br (N.d.S.D.); vanies\_agronomia@hotmail.com (F.V.d.S.S.);  
Tel.: +55-(84)-99684-4875 (N.d.S.D.); +55-(84)-99651-3164 (F.V.d.S.S.)

**Abstract:** Salt stress during pre-harvest limits the shelf life and post-harvest quality of produce; however, silicon nutrition can mitigate salt stress in plants. Thus, we evaluated the effects of salinity and fertilization with Si, in pre-harvest, on the morpho-physiological characteristics of onion bulbs during shelf life. The experiment was set up in randomized complete blocks, with treatments arranged in split-split plots. The plots had four levels of electrical conductivity of irrigation water (0.65, 1.7, 2.8, and 4.1 dS m<sup>-1</sup>). The subplots had five fertilization levels with Si (0, 41.6, 83.2, 124.8, and 166.4 kg ha<sup>-1</sup>). The sub-sub plots had four shelf times (0, 20, 40, and 60 days after harvest). Irrigation water salinity and shelf time reduced firmness and increased the mass loss of onion bulbs during shelf life. Salt stress reduced the contents of sugars and total soluble solids of onion bulbs during storage; however, Si supply improved the contents of these variables. Salinity, Si supply, and shelf time increased the concentrations of pyruvic and ascorbic acids in onion bulbs during shelf life. Si doses between 121.8 and 127.0 kg ha<sup>-1</sup> attenuated the impacts caused by moderate salinity, increasing the synthesis of metabolites and prolonging the onion bulbs' shelf life.

**Keywords:** *Allium cepa* L.; mineral nutrition; horticulture; soil fertility; diatomaceous earth; *Melosira granulata*



**Citation:** Venâncio, J.B.; Dias, N.d.S.; Medeiros, J.F.d.; Moraes, P.L.D.d.; Nascimento, C.W.A.d.; Sousa Neto, O.N.d.; Andrade, L.M.d.; Pereira, K.T.O.; Peixoto, T.D.C.; Rocha, J.L.A.; et al. Effect of Salinity and Silicon Doses on Onion Post-Harvest Quality and Shelf Life. *Plants* **2022**, *11*, 2788. <https://doi.org/10.3390/plants11202788>

Academic Editor: Pedro Diaz-Vivancos

Received: 17 September 2022

Accepted: 13 October 2022

Published: 20 October 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Onion (*Allium cepa* L.) is a vegetable appreciated worldwide for its food, nutritional and medicinal characteristics [1,2]. Onions are in high demand all year, so the bulbs are usually stored due to logistical limitations and the seasonality of crop harvests [3].

Pre-harvest aspects of crop management techniques, such as mineral nutrition, irrigation, cultivar, or other agronomic conditions, affect the post-harvest conservation parameters, processing, and quality of onion bulbs. Post-harvest factors contributing to storage performance include the method and duration of curing, grading, packaging method, and storage environment [4]. The significant post-harvest losses of onions are mainly caused due to bulb sprouting and rotting, which contribute to loss in storage life and quality [5]. The market value is predominantly related to bulb firmness and dry matter content [6]. To supply customers and processors with high-quality, firm onions with a high dry matter content devoid of sprouts, secondary roots, and illnesses, mature bulbs are cured, dried, and stored in cool rooms between seasons [7]. Sugars and organic acids contribute to the organoleptic test and distinct flavor and aroma [8]. Biotic and abiotic stresses affect

post-harvest conservation, such as pathogen incidence, exposure to temperature extremes, solar radiation, light, winds, and salinity [9,10].

Salt stress through acclimatization programs regulate plant development, physiology, and metabolism [11]. Redox metabolism and cellular osmoregulation are altered at the gene expression level to produce antioxidant and compatible molecules. Studies have examined that plants under salt stress increase their sugars, proline, betaine, glycine, polyamines, ascorbate, glutathione, tocopherols, carotenoids, thiols, and flavonoid levels in tissues; on the other hand, they decrease fresh bulb weight, production of large bulbs, bulb yield, the quality of onion bulbs, bulb firmness and bulb pH [12–17]. The literature reveals that salt stress alters production levels of proline, phenolic compounds, and pyruvic acid precursors in onions [17–19].

There is a need to evaluate salt stress effects on metabolite production related to onion bulb quality and conservation, such as pH, ascorbic acid, sugars, soluble solids, and titratable acidity.

Silicon is an element considered beneficial to plants [20]. Si improves plant acclimatization to multiple stressors, such as salt stress [21]. In salt stress, Si fertilization improves the essential plant nutrient uptake, antioxidant defense systems, and solute and plant hormone production [20]. In onions, ref. [22] showed that fertilization with Si, in interactions with zeolite and selenium (Se), improved some bulbs' qualitative characteristics, such as the large-bulb production, bulb-dry matter, soluble solids, and protein content. Refs. [17,22] observed that Si improved the physiological (enzymatic activity, chlorophyll levels, and photosynthetic activity) and nutritional (increase in nitrogen, nitrate, and potassium concentrations; decrease in sodium concentration) of the quality of onion bulbs, and plant salt tolerance under conditions of saline soil and brackish irrigation water. However, Si fertilization effects on shelf life and post-harvest characteristics of onion bulbs grown under saline stress are less well known.

We hypothesized that Si fertilization improves the post-harvest quality and shelf life of onion bulbs grown under saline stress. In this study, we examined the effects of Si fertilization on the post-harvest quality and shelf life of onion bulbs grown under increasing salinity levels of irrigation water.

## 2. Results

### 2.1. Bulb Firmness and Mass Loss

The general analysis of variance (ANOVA) showed an interaction between the salinity of irrigation water (EC) and shelf life (SL), and a non-significant effect of the Si dose (SD) on the variables bulb firmness (BF) and mass loss (ML).

The BF of 'Rio das Antas' onions was significantly reduced with increases in EC and SL, being described by the nonlinear parabolic model (Figure 1A). The minimum BF of 30.07 N was reached at 28.4 shelf days under an irrigation water salinity of 4.0 dS m<sup>-1</sup>. The ML of onion bulbs, on the other hand, increased significantly with increases in EC and SL, being described by the nonlinear flat model (Figure 1C). The maximum ML of 9.23% was reached at 60 shelf days, with an EC of 4.0 dS m<sup>-1</sup>.

Fertilization with Si did not significantly influence onion BF and ML. However, the significant effects of the SL factor on these variables allowed fits of three-dimensional parabolic and flat models, respectively, to the SD × SL interaction analysis data (Figure 1B,D). Minimum BF values of 33.47 and 35.07 N were reached at 28.4 shelf days with Si doses ranging from 0 to 166.4 kg ha<sup>-1</sup> (Figure 1B). Maximum ML values of 8.27 and 8.60% were reached at 60 shelf days with the same Si doses (Figure 1D).



GRI; myu;00 Ái t rít w 021/26: 102918.2: 3: 0fl wfr grl-35s 4u254.259

## Snt yt .xj q hyn-j s j yx fs i ut yf xxzr ht shj s ywft s x t s *Costus lasius* hwt u

Sji w U/I/Vfr ufrt<sup>2</sup>-Sfz q K/a/Ut i wdzj x<sup>2</sup>-Vj wlt Q/Gzfwj<sup>2</sup>-Rx-fq t Q/i j Vt zxf Qj yt<sup>3</sup>-  
Mfxhf J /Qfxhr j syt<sup>2</sup> & Vthf P /i j V Sñi fi j<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Xs n-j wri fi j i j Vút Sfz q -Hkht q Vzuj wri w j Dl whz qz wf Qz n i j Tz j nã-Snwf hrf gf -VS- Ewfxq Hr frq uwkfr ufrt Cz xu/gw(Ft wj xut si nã l fz ynt w) . RUF IG; 1111.1113.6576.821c @umw-nj l fx Cz xu/gw. RUF IG; 1111.1112.81: . 1198@x i zfwj Cz xu/gw. RUF IG; 1111.1113.524: . 81: 8@ q xxhfl fwhf xi Cnt yr frqht r . RUF IG; 1111.1113.869: . 2559@t s rfr xu Cz xu/gw. RUF IG; 1111.1114.2447.2357

<sup>3</sup> Xs n-j wri fi j I j i j wq Uz wq i t Vj r nã w i t -Dsl ht x-UQ-Ewfxq Hr frq t x-fq t /s j t Cz kj w f /j i z/gw. RUF IG; 1111.1113.7367.5444

**ABSTRACT:** j uwf hñj t kzxsl i n j w s yunt yt .xj q hyn-j s j yx-fxxt hrf j i ° nymnj yj hns rvzj t klj wrl fyt s -vj uwj xj s yx fs j ° fl w j hns t q l rhf qht shj uyynf yr r xyt uwr t j j xuj hn h unáxt q l rhf qw xut s xj xlt w l w ° ym fs i uw i zhyt s -° mhmfvj wjl z qf j i gá q l n/ j fr xtkynj xzi á ° j w j t j -f q f j ynj j j hyt kunt yt . xj q hyn-j s j yx fs i ut yf xxzr ht shj s ywft s x t s ynj kj wrl fyt s x t q y t s t s ynj nt wñz qz w f q u j w t w r fs hj t k *Costus lasius* / j xzi á ° fxht si zhyi fyynj Xs n-j wri fi j i j Vút Sfz q -HVDOT-Snwf hrf gf -VS- Ewfxq / w j j Áuj wr j s yx ° j w j hfwj i tzyxj uf w j q i t j -f q f j -j ut yf xxzr ht shj s ywft s x t s ynj kj wrl fyt s x t q y t s (51-91-231-271 fs i 311 r l O<sup>2</sup>) zsi j w ym j ht q z w t kunt yt .xj q hyn-j s j yx (w i -gqz fs i gq hp) nã f w s i t r nã j gq hp i j x l s -° nym -j w j u j ynt s x / j -f w f g q x u q s y n j d n y f s i s z r g j w t k q f -j x -x y j x fs i t ° j w g z i x ° j w j -f q f j i / j i f y ° j w j x z g r n y j i y t y n j d n y f s f q x x t k j Áuj wr j s yx / j f x t h f y t s g j y ° j j s y n j N h t s h j s y w f t s t k 311 r l O<sup>2</sup> fs i y n j g q h p u n t y t .xj q h y n -j s j y w x z q x nã m l n j w x j r fs i nã t w j x h j s h j u w i z h y t s /

**Key words:** t w s f r j s y f q t ° j w -u t y j i t ° j w -k j w r l f y t s

## P f qnf xkt yt ht s -j w t w f x j ht shj s ywft j x i j ut yóxxat s t hz qn-t i j *Costus lasius*

**RESUMO:** D uwóyñf i f z y nã f fúit i j r f qnf x i j i ñ j w s y j x h t q w f t j x -f x t h r f i f ö y f l l s r h f i j k j w y n w l f fúit -vj uwj xj s yf zr st-t ht shj nã fl w j hst qfl rht vzj -nã uwr t -j w j xut x y x x t q l r h f x j x u j h f i h f x f t h w j x h r j s y t j ó u w i z fúit vzj xút wjl z q f i f x u j q q á / Q j x j x j s y i t -t t g ó y n -t i f u j x v z nã k nã -f q f w t j k j n y -j r h z q n -t u w j y l n i t -i j r f q n f x k t y t h t s -j w t w f x j i j h t s h j s y w f t j x i j u t y ó x x a t s f x t q fúit i j k j w y n w l f fúit x t g w j t i j x j r u j s m t n t w ñ z q z w f q i f *Costus lasius* / D u j x v z nã k nã h t s i z à n i f s f X s n -j w r i f i j i j V ú t S f z q -H V D O T -S n w f h r f g f -V S / I t w r w j f q a f i t x y w l x j Á u j w r j s y t x j u f w i f r j s y j -u f w f -f q f w h s h t h t s h j s y w f t j x i j u t y ó x x a t s f x t q fúit i j k j w y n w l f fúit (51-91-231-271 j 311 r l O<sup>2</sup>) j r w f l x h t q w f t j x i j r f q n f x k t y t h t s -j w t w f x (-j w j q n f -f à z q j u w j y f ) -s t i j q s j f r j s y t j r g q h t x h f z f q a f i t x h t r h s h t w j u j y f t j x / I t w r f -f q f i f x f x -f w ó -j nã f q z w i j u q s y f -s r j w t i j k q n f -h f z q x j g t y j x i j t w j x / R x i f i t x k t w r x z g r j y n i t x ó f s ó q j h t s ó s y f i j j Á u j w r j s y t x / D f x t h f fúit j s y w f h t s h j s y w f fúit i j 311 r l O<sup>2</sup> i j N j f r f q n f k t y t h t s -j w t w f i j h t w u w j y f w j x z q t z j r r f r t w u w i z fúit i j n f x y j x j nã t w j x h f l s h r f x /

**Palavras-chave:** t w j x t w s f r j s y f nã - t w j x i j -f x t -k j w y n w l f fúit



### INTRODUCTION

j Ewfãrfs yj wnt vá nfxuwr nãsl utv xuj hyxk w t whz qz vj-  
 r fis qã i zj yt hqr fyhkhht w fsi f vhmgrt i n-j wãã (Sfz qst j y  
 f q- 3124)/ Is f r fvpj y x yz vj y i gã yfi nrt sfqht ux- zszxf q  
 xuj hjx f w z x j hz wt xãã fsi xyr z q y h t s z r uyt s (Vãvz j nã-  
 311:)/ Is nãx ht s yj Æ- ynj xuj hjx *Costus lasius* O t j x- g j q s l s l  
 yt ynj Ft xyf hj fj kã r nã- xyf s i x t z y f s i - i j x u n j n f -ã s l l v j f y  
 ut y j s y f q t w u w i z h y t s f s i r f v p j y x n s E w fã r q n y x x y q f q y j  
 x y z i n j x u j h j x / r x y w u h f q u c f s y - o m h m x j w - j x y t f v j x y w h j i  
 t v s f r j s y f y t s r f v p j y o n m s t w h z q z v j - t h z w s f y z w f qã n s  
 S f s f r f - F t q r g i f - S j w z f s i n s E w fã r q h t - j w s l y n j D r fã t s  
 v j l n t s ( J t s f f q j x j y f q - 3116) / D q n t z l m u v j - n t z xã y j f y i f x  
 r j i r h s f q g j h f z x j t k n x g j f z yã f s i j Æ y h s j x x - n y n f x h t r j y t  
 u cã u w r n s j y f s i n s t - f y n j w q n s y n j E w fã r q s r f v p j y / l y  
 n f x f - f w jã t k z x j x kã r q s i x h f u n l y t t o j w f w f s l j r j s y x  
 v j z q n s l n s t w l n s f q q x m f s i i z w f g q h t r u t x y n t s /

j r t x y f y w h y n j k j f y z v j x t k *Costus lasius* f v j y n j x r f qã  
 á j qã . l t q n s t v j x h s h j x f s i f x n t w x u n f q y j r - h n f v h j w x y h x  
 y n f y l n j l w h j n s h t r g n s f y t s o n m u t y j i u c f s y / r x u j h j x  
 n f x f 23. r t s y m q j hã h j - x n t w x y z v j - f s j Æ u f s i j i n f g n f s i f  
 m l m s z r g j w t k q f - j xã y j r x u j w u c f s y l n -ã s l n y f m l m h f u h nã  
 t k x t n q h t - j w ( F f x y w j y f q - 3122) / I s f i i n y t s - n s t v j x h s h j x  
 n f - j f q s l u t x y n f w - j x y q j / D x n y n f x t s qã v j h s y qã g j j s  
 n s y t i z h j i n s y t y n j s f y t s f q t w s f r j s y f q u c f s y r f v p j y - y n j v j  
 f v j x y n q i n h z q n j x n s n x h z q n - f y t s i z j y t y n j q h p t k y j h n s h f q  
 f s i x h j s y n h s k t w f y t s f g t z y u w i z h y t s f s i r f s f l j r j s y /

j z x j t k u n t y t . x j q h y n - j s j y x f x t h f y j i o n m k j w n l f y t s  
 n s l v j s n t z x j x v j u v j x s y x f s j o f l w j h n s t q l h f q h t s h j u y  
 f i r n s l f y u w r t y n s l x u j h n h u nã x t q l h f q v j x u t s x j x y n f y v j  
 v j l z q j y i gã q l n y ( E w f s y j y f q - 311: ) / I s n t w h z q z v j - n y n f x g j j s  
 n s h v f x n s l qã h t r r t s y t z x j i n j y s y s j y h t q z v k t w *Eustoma*  
*grandiflorum* ( W w j x K j v s ó s i jã j y f q - 3123 - D q j n f j y f q -  
 3127) - *Catharantus roseus* ( P j q & D q - v j s l f - 311: ) - *Anthurium*  
*xu* ( Q t r z w j y f q - 311: ) f s i n s f w f s l j r j s y x o n m k t q f l j  
 ( V j r u x & F n f s i q w 3119) /

R s y n j t y n j w n f s i - l j w n l f y t s n f x g j j s m l n q l n y i f x t s j  
 t k y n j y j h n s t q l n j x o n m y n j l v j f y x y r u f h y t s h w u u w i z h y t s  
 n s l v j s n t z x j x - j s f g q s l y n j h t w j h y i n y w g z y t s t k s z y w j s y x  
 i z v s l y n j h w u hã h j - f h h t w n s l y t y n j s z y w n t s f q s j j i x t k  
 y n j u c f s y - v j i z h s l z s s j h j x x fãã k j w n qã j w z x j f s i f - t n n s l  
 j s - nã s r j s y f q h t s y f r n s f y t s ( R q - j nã - 3122) / S t y f x x z r - f  
 r f h w s z y w j s y - u c fã x j x j s y f q w t q x n s j sãã r f y n f h y n - f y t s -  
 u n t y t xã s y n j x x - o f j w z x j j k h n j s hã - h j q z w t nã hã h t s y w t q  
 x y f w n k t w f y t s f s i u w j r n s xã s y n j x x ( Vã s t j y f q - 3122) / z x  
 h t s y w t qã s l y n j f u u q h f y t s t k y n m x s z y w j s y r fã g j f o fã y t  
 r r u w t - j t o j w z v f qãã f s i k h r u y f j n x j s yã n s y t y n j s f y t s f q  
 r f v p j y /

I s - n j o t k y n j f g t - j - y n x x y z iã f i r j i y t j - f qã y j - z s i j w  
 l v j s n t z x j h z q n - f y t s - y n j j j h y t k i n j v j s y u n t y t . x j q h y n - j  
 s j y x f s i u t y f x x z r h t s h j s y w f y t s x n s l j w n l f y t s x t q y t s t s  
 y n j n t w h z q z w f q u j w t w f s h j t k *Costus lasius*.

### MATERIAL AND METHODS

j v j x f v h m o f x h t s i z h j i n s f l v j s n t z x j - q h f y i f y  
 H V D O T - X s n - j wã i f i j i j Vãt S f z q - S nã h r h f g f - V S - E w fã r q  
 ( 33ê 53' V - 58ê 48' b - f s i f q n z i j t k 661 r ) - o n m f x n s l qã x u f s

t k 7 / 5 r o n i m f s i 47 r q s l y m s t w m x t z y m t w j s y f j i - h t - j v j i  
 o n m f u t qã y nãã s j i n z x j w q - o n m 211% y w f s x r n x n - nãã /  
 G n j v j s y s j x k t w y n j yã u j t k y w f s x r n y j i q l n y o j v j n z s l 4/6  
 r kã r y n j l w z s i - f w w f s l j i n s y n j h t q z w x j v z s h j v j i - gã j  
 f s i g qã h p - o n m f y m h p s j x t k 6 r r f s i f x n f i n s l n s i j Æ t k  
 61% / W f - t n i n s y j w j v j s h j g j o j j s y w f y r j s y x - y n j u c f s y x o j v j  
 u c f h j i n s y n j l j t r j y w h h j s y w t k j f h m f v j f - y n z x f - t n i n s l i n y j h y  
 n s y w j v j s h j t k y n j q l n y kã r t s j y w f y r j s y t s y t f s t y n j w

v j j Æ u j w r j s y x o j v j h f w n j i t z y x j u f v j y qã y t j - f qã y j - j  
 u t y f x x z r h t s h j s y w f y t s x n s y n j k j w n l f y t s x t q y t s ( 51 - 91 - 231 -  
 271 f s i 311 r l O - 2 - g f x j i t s y n j x y f s i f w v j h t r r j s i f y t s t k  
 K t f l qã s i & D w s t s ( 2 : 61 ) ) - z s i j w u n t y t . x j q h y n - j s j y t k y n j j  
 h t q z wã ( v j i - gã j f s i g qã h p ) n s f w f s i t r nã j i g qã h p i j x l s - o n m  
 - j w j u j n y n t s x /

j x u j h j x z x j i n s y n j x y z iã o f x *Costus lasius* O t j x - f s j o  
 t s j - f qã y iã f i f u y j i y t y n j V j f j t k Vãt S f z q - E w fã r q f s i t g y f r j i  
 kã r y n j D l f l s h f S f z q x y f i j V j h s t q l n f i t D l w s j l f h h t  
 ( D S W D ) - y n j X s n i f i j i j S j x v z nã j G j x s - t q - r j s y t i j  
 X g f y z g f ( X S G X ) - n s X g f y z g f - V S - E w fã r q j x y f s i f w 21  
 h r h z y n s l x o j v j u c f s y i n s y w fã t k 83 h qã - o n m h t r r j w h f q  
 x z g x y v j h t r u t x j i t k u j f y - h t w j h y n - j - j w h z q j j - h n f w h t f q  
 f s i u n s j g f v p - f s i l w o s z s y u y n jã f h m j - j i f x f y nãã h y t vã w t y  
 xã x j r ( I d z w j 2 D ) /

j x j i qã s l x o j v j r f s y f n s j i f u u w Æ r f y j qã x Æ r t s y n x  
 n s y n j w fã x - o n j s y n jãã v j f h n j i y n j y o t qã k f x y f l j ( I d z w j 2 E ) -  
 f s i y o t x j i qã s l x o j v j y w f s x u c f s y i y t f 3 . i r 4 u t y / j x j h t s i  
 l w o y m hã h j n s y n j u t y x c f x j i t s jãã f w f s i s f qãã - y n j t o j w s l  
 u n f x j qã x j i k z w r t s y n x / D i w u n w d f y t s xã x j r o f x z x j i - o n m  
 u v j x z v j . h t r u j s x f y n s l j r n y j w o n m f s t r n s f q t o v j y t k 5 O  
 m 2 - h t z u q i y t y n j n w d f y t s q s j x - h t r u t x j i t k 27 . r r . i f r j j y w  
 u t qã y nãã s j u n u j x - o n m t s j i w u u j w t w j f h m u t y /

I j w n l f y t s o n m u t y f x x z r z x n s l u t y f x x z r h nãã w i j  
 f x y n j k j w n qãã w o f x h f w n j i t z y n s f qãã n w d f y t s x - o n m y n j  
 h t s h j s y w f y t s x u v j . j x y f g q n j i gã y n j y w f y r j s y x / I t w y n j t y n j w  
 j q r j s y x - y n j f u u q h f y t s x o j v j p j u y h t s x y f s y i z v s l i f nãã  
 n w d f y t s x / l w d f y t s v z f s y nãã o f x h t s y w t qã i gã y n j l w - r j y w h  
 r j y n t i - o n j v j t s j t k y n j u t y x ( q h f y j i n s y n j l j t r j y w h h j s y w  
 t k y n j g j s h m ) kã r j f h m y w f y r j s y o f x r t s n t v j i gã o j l m n s l /  
 G z w s l y n j w y 71 i fã x f j w y w f s x u c f s y n s l ( G D W ) - t s j i f nãã  
 n w d f y t s o f x h f w n j i t z y f s i - kã r 71 y t 291 G D W y o t i f nãã

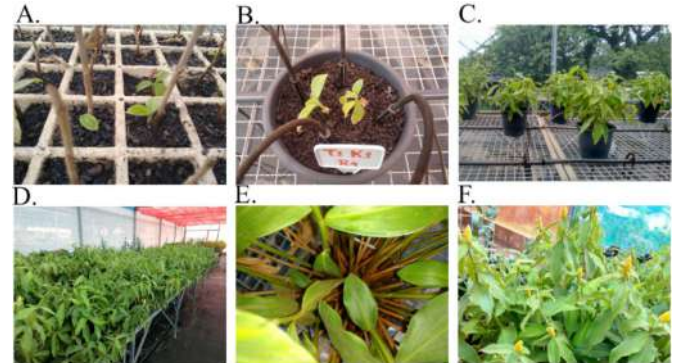


Figure 1. V j j i qã s l x u w i z h y t s kã r h z y n s l x ( D ) - y w f s x u c f s y f y t s  
 t k y n j x j i qã s l x n s y t y n j u t y x ( E ) - f w w f s l j r j s y t k u c f s y x n s y n j  
 i j - j q u r j s y u n f x j f s i s z r g j w t k q f - j x h t z s y n s l u w j t i ( F ) -  
 f w w f s l j r j s y t k u c f s y x k t w y n j t o j w s l u n f x j ( G ) - s z r g j w t k  
 x j r x u j w u c f s y ( H ) - f s i qã k f w w f s l j r j s y f s i n s t v j x h j s h j  
 h t z s y n s l n s y n j s f q x y f l j t k y n j h w u ( I )

## TROCAS GASOSAS EM AMBIENTE CULTIVADO COM CANA-DE- -AÇÚCAR SOB INUNDAÇÃO E POSTERIOR REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

Antonio Clarette Santiago Tavares<sup>1</sup>

Sergio Nascimento Duarte<sup>2</sup>

Nildo da Silva Dias<sup>3</sup>

Cleyton dos Santos Fernandes<sup>4</sup>

Jarbas Honorio de Miranda<sup>5</sup>

Oswaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>6</sup>

**RESUMO:** É de interesse agrônomo conhecer os mecanismos fisiológicos das plantas mesófitas sob aeração deficiente no solo. Assim, objetivou-se neste trabalho quantificar as trocas gasosas que ocorrem em ambiente cultivado com cana-de-açúcar sob inundação e posterior rebaixamento do lençol freático durante os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Um experimento em ambiente protegido foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 3 x 5, sendo os fatores velocidades de rebaixamento do nível freático (0,3 m em 3, 6, 9, 12 e 15 dias) e 3 estádios de desenvolvimento (67, 210 e 305 dias após o plantio - DAP) da cultura, com 4 repetições. Os resultados da pesquisa mostraram que os valores médios de oxigênio dissolvido na solução do solo aumentaram ao longo do ciclo da cultura e ocorreu uma redução e estabilização nos valores médios das leituras com o decorrer dos dias após a inundação nos diferentes períodos de avaliação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivar RB867515; Encharcamento; Nível freático.

<sup>1</sup> Doutor em Agronomia, professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Almanera, Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Associado II da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Agronomia, professor Associado III da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil.

<sup>4</sup> Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil.  
E-mail: cleyton1959@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutor em Irrigação e Drenagem, Professor Associado II da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba, Brasil.

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, Brasil

## GAS EXCHANGE IN FLOODED SUGARCANE CULTIVATED AREA AND LATER GROUNDWATER DEMOTION

**ABSTRACT:** From the agronomic point of view, it is highly relevant to analyze the physiological mechanisms of mesophyte plants under faulty aeration in soil. Current paper quantifies gas exchange in a flooded cultivated sugarcane area and later groundwater demotion during different stages in plant development. An experiment has been undertaken within a protected environment in randomized blocks, 3 x 5 factorial scheme, with factors demotion speed of underground water (0.3 m in 3, 6, 9, 12, 15 days) and 3 development stages (67, 210, 305 days after planting - DAP), with 4 replications. Results show that mean rates of dissolved oxygen in soil solution increased throughout the culture cycle, with a decrease and stabilization in mean rates of reading throughout the post-flooding days within the different evaluation periods.

**KEY WORDS:** Cultivar RB867515; Waterlogging; Groundwater level.

### INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a *commodity* agrícola que mais cresceu nos últimos anos no Brasil. Além da sua potencialidade econômica, devido à utilização na produção de etanol e de açúcar refinado, com valor econômico elevado, a cultura ainda desempenha grande importância social na geração de empregos e renda, desde o plantio até o seu beneficiamento (BENETT *et al.*, 2012; GALON *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012).

Existem expressivas áreas produtivas do território brasileiro, potencialmente aptas para o cultivo da cana-de-açúcar, onde há problemas relacionados à deficiência natural de drenagem. Dentre estas áreas destacam-se as várzeas, as áreas localizadas à meia encosta sujeitas à interferência temporária do lençol freático, as situadas em topografia desfavorável sujeitas ao acúmulo temporário de água do escoamento superficial e, ainda, solos em recuperação, degradados pelo manejo excessivo, ou ainda áreas em terras altas cujos solos são de estrutura ou textura que conferem baixa capacidade de infiltração de água, etc. (TAVARES *et al.*, 2017).

Nos solos de várzea, devido à deficiência de drenagem natural, as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> não são constantes, podendo variar de acordo com a

# Biomass, Protein Content and Cell Damage in Tanzania Grass Irrigated With Saline Water

Nildo da Silva Dias<sup>1</sup>, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>2</sup>, Francisco Vanies da Silva Sá<sup>1</sup>,  
Débora Evangelista Façanha de Morais<sup>1</sup>, Bruno Goulart de Azevedo Souza<sup>1</sup>, Cleyton dos Santos Fernandes<sup>1</sup>,  
Celimari Campos da Silva Junior<sup>2</sup>, Eder Junio Vilar dos Santos<sup>1</sup>, Ytalo Cleyton dos Santos Souza<sup>1</sup>  
& Airlis Mendes de Freitas Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Center of Agrarian Sciences, Univerdidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brazil

<sup>2</sup> Department of Exact, Technological and Human Sciences, Federal Rural University of the Semi-Arid, Angicos, RN, Brazil

Correspondence: Francisco Vanies da Silva Sá, Center of Agrarian Sciences, Univerdidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brazil. Tel: 55-083-998-619-267. E-mail: vanies\_agronomia@hotmail.com

Received: August 27, 2018

Accepted: December 20, 2018

Online Published: February 15, 2019

doi:10.5539/jas.v11n3p59

URL: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p59>

## Abstract

The scarcity of good water quality in semiarid region, combined with the high cost of pumping, has been the main limiting factor for increasing the irrigated area. The use of saline water for irrigation is a very common in semiarid zones, which can result in the soil salinization if irrigation management is not appropriated. To evaluate the biomass production, biochemical components and water consumption of Tanzania grass (*Panicum maximum*) irrigated with water salinity (1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>) an experiment in greenhouse was carried out in the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte State, Brazil. The variables dry matter, crude protein, ashes, cellular damage on leaves and consume water in the first and second cut of the grass were analyzed under completely randomized design with five treatments and six replications. Salinity water up to 6.0 dS m<sup>-1</sup> can be used for irrigation of Tanzania grass plants, with small yield losses. Increased salinity reduces water consumption and increases the water use efficiency of Tanzania grass. Tanzania grass plants have increased protein content when subjected to saline stress, which is a mechanism of action to osmotic adjustment and allows the reduction of plant leaf damage in the second cycle.

**Keywords:** biomass, physiology, *Panicum maximum*, water quality

## 1. Introduction

In the agricultural development pole of Rio Grande do Norte, part of the water used for irrigation comes from deep wells, which despite the good quality, presents a high cost to obtaining, making it unviable to use in agriculture. However, there are also open wells in the region of the Jandaíra limestone that, although even having a low cost of obtaining, has a high concentration of salts. In the irrigated crops of this region, due to the low cost it has been common the replacement of non-saline water by brackish water of the shallow wells. The waters of the limestone aquifer present relatively high concentrations of salts, being able to be superior to 3.0 dS m<sup>-1</sup> (Sousa et al., 2009), being indispensable investigations on the rational use of these waters, since their inadequate use can salinize the soils (Porto Filho et al., 2011), aggravating the problems of desertification.

Since salinity of irrigation water restricts the production of certain plants, salinity is considered as one of the most important factors of irrigation water (Kim et al., 2016). The effects of salinity on plants can be caused by the difficulties of water absorption, specific ion toxicity and salt interference in the physiological processes (indirect effects), reducing the growth of sensitive plants (De Pascale et al., 2013). However, the effect of salinity depends on several factors, standing out the plant species, the cultivar and the saline composition of the environment; Besides, plant tolerance to salinity is influenced by the stage of growth, time and duration of plant exposure to the salts, environmental condition, substrate type and production system (Cosme et al., 2011; Dias et al., 2011).

In order to obtain economically feasible production with the use of water and soils that apresentam risk of salinization, several management practices have been used, among which stands out the use of plants tolerant to

salinity. Forage plants are considered salinity tolerant and can be used as an alternative to exploit the brackish water of the limestone aquifer, although they suffer reductions in their growth, production and quality of the product when exposed to saline stress conditions (Maia et al., 2015).

Investigations related to tolerance to salinity of crops, despite the great interest involved, are scarce; However, for a rational irrigation management strategy, it is necessary to know the effects of irrigation water salts on the soil and the plant at different stages of development (Melo et al., 2011). These data allow to establish criteria of greater exposure of the plant to the adverse environment and to the need for a good cultural conduction, rationally orienting the irrigation.

In view of the above, it is therefore necessary to conduct research aimed at knowing the production potential of the Tanzania grass irrigated with brackish water, making possible its exploitation in small springs of the Northeast of Brazil. The objective of this work was to evaluate the biomass production, biochemical components and the water consumption of the Tanzania grass under the effect of different levels of salinity of irrigation water.

## 2. Material and Methods

The experiment was carried out in a protected chapel type environment with 3, 12 and 16 m height, length and width, respectively, covered with low density polyethylene film with anti-ultra violet additive and thickness of 150 microns, protected on the sides with black mesh 50%, belonging to the Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), of Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), in Mossoró, RN, situated 5°11' S, 37°20' W and 18 masl. Each experimental plot consisted of a plastic vase with a capacity of 12 L. The vases had their bases drilled with a 10 mm drill, and 10 perforations were made in the perimeter of the lower base. Subsequently they were filled with a 0.02 m gravel layer, covered with geotextile blanket and soil material from Red-Yellow Latosol from the Campus of UFERSA, resulting in a layer of 0.30 m. The soil was sifted, air-dried before being filled into the vases. The vases were placed on wooden benches suspended 0.80 m high, 1.50 m wide, 3.00 m length, located inside the protected environment.

For the establishment of the experiment, a completely randomized design was used, with five treatments and six replications, totaling 30 plots. The treatments consisted of the application of different levels of salinity of irrigation water, represented by the electrical conductivity (EC), being: S<sub>1</sub> = 1.5; S<sub>2</sub> = 3.0; S<sub>3</sub> = 4.5 and S<sub>4</sub> = 6.0 dS m<sup>-1</sup>. Water with electrical conductivity (CE<sub>w</sub>) of 4.5 dS m<sup>-1</sup> was obtained from a deep well, the other levels were obtained by diluting the water 4.5 dS m<sup>-1</sup> with local water supply (0.5 dS m<sup>-1</sup>), or by the addition of NaCl, calibrated by a benchtop conductivity meter with automatic compensation for the temperature of 25 °C. The planting was done by hauling, and when the seedlings reached 5 cm in height a thinning was done leaving 15 plants per vase. The fertilization of the soil of the experimental units was done according to the chemical analysis of the soil material (Table 1), being applied 75, 50 and 40 mg dcm<sup>-3</sup> of phosphorus, nitrogen and potassium, respectively, being applied via water of irrigation in six events. Triple superphosphate was used as the source of P, urea as the source of N and potassium chloride as the source of K.

Table 1. Chemical analysis of the soil used in the experiment

pH	O.M.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	EB	t	CEC	V	m	ESP
(water)	-- % --	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	-----	-----	% -----
6.9	0.70	10.1	82.2	39.7	190	0.5	0	0.99	2.78	2.78	3.75	74	0	5

The irrigation management was carried out based on soil moisture data, obtained from tensiometers installed at 0.20 m depth and a soil water retention characteristic curve determined in the field. A two-day fixed irrigation shift was established, and irrigation depth was determined by tensiometry, with a tensiometer installed at 0.20 m depth. The applied water volume was calculated from the water retention characteristic curve in the soil and the averages of the tensiometric readings, for each level of salinity.

In order to monitor the microclimate inside the protected environment, five non-aspirated copper psychrometers were installed to read the actual air temperature and relative humidity, recording the averages every thirty minutes and daily averages throughout the environment, that is, temperature in dry bulb and temperature in a moistened cotton gauze, all in the same position in each bench, aiming to measure possible variations in temperature and relative humidity in the plots throughout the day.

The evaluation of the production and biometry of the plants was performed in two consecutive cuts with intervals of 30 days, corresponding to 60 days of accumulated exposure to the brackish waters. The dry matter,



**Does the tolerance of sugarcane to excess water in the soil depend on the stage of development?****A tolerância da cana-de-açúcar ao excesso de água no solo depende do estágio de desenvolvimento?**

DOI:10.34117/bjdv5n11-380

Recebimento dos originais: 07/10/2019

Aceitação para publicação: 02/12/2019

**Kelly Tagianne Santos de Souza**

Doutora em Ciências (Irrigação e Drenagem) pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Instituição: Universidade Federal de Roraima  
Endereço: Av. Cap. Ene Garcês, nº 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, Brasil  
E-mail: kelly.souza@ufr.br

**Sergio Nascimento Duarte**

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa  
Instituição: Universidade de São Paulo  
Endereço: Avenida Pádua Dias, 11, Piracicaba - SP, Brasil  
E-mail: snduarte@usp.br

**Nildo da Silva Dias**

Doutor em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Endereço: Avenida Francisco Mota, 572, CEP 59525- 900, Mossoró - RN, Brasil  
E-mail: nildo@ufersa.edu.br

**Hozano de Souza Lemos Neto**

Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará  
Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (PDJ/CNPq; Proc.154458/2018-0)  
Endereço: Avenida Francisco Mota, 572, CEP 59525- 900, Mossoró - RN, Brasil.  
E-mail: hozanoneto@hotmail.com

**Antonio Clarette Santiago Tavares**

Doutor em Ciências (Irrigação e Drenagem) pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Instituição: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais  
Endereço: Campus Almenara, BR 367, km 07, s/n, Zona Rural, Almenara - MG, Brasil  
E-mail: antonioirrigacao@yahoo.com.br

**Oswaldo Nogueira de Sousa Neto**

Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Endereço: Rua Gamaliel Martins Bezerra, s/n, 59515-000, Angicos - RN, Brasil  
E-mail: osvaldo.neto@ufersa.edu.br

**Bruno Goulart de Azevedo Souza**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Endereço: Avenida Francisco Mota, 572, CEP 59525- 900, Mossoró - RN, Brasil

E-mail: goulart.bruno@hotmail.com

**ABSTRACT**

Soil water logging reduces the availability of oxygen to the roots of the plants, which makes necessary an efficient drainage system for correction. Thus, the objective of this study was to evaluate the tolerance of sugarcane in flooded crop with different velocities of lowering the groundwater in three stages of ratoon sugarcane development. The experiment was carried out in a randomized complete block design (3 x 5 + 1), with three developmental stages (44, 210 and 305 days after planting) and five groundwater falling velocities (30 cm in 3, 6, 9, 12 and 15 days) and the control (irrigation without flooding the soil). There was a significant effect for groundwater retraction velocities and evaluation periods for leaf area (LA) and leaf area index. The treatments P1V4 and P2V3 presented the highest LAs (0.91 m<sup>2</sup>). The first sugarcane ratoon was tolerant to soil waterlogging at different stages of development and to different groundwater falling velocities, with no major losses in plant development and productivity, however, for total recoverable sugar cane ratoon was more sensitive when the flood occurred in the regrowth stage.

**Key words:** Waterlogging, water table, drainage, reducing sugar.

**RESUMO**

O encharcamento do solo reduz a disponibilidade de oxigênio às raízes das plantas, o que torna necessário um sistema eficiente de drenagem para correção. Objetivou-se avaliar a tolerância da cana-de-açúcar em cultivo inundado com diferentes velocidades de rebaixamento do nível freático em três estádios de desenvolvimento da cana-soca. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial de (3 x 5 + 1), sendo três estádios de desenvolvimento (44, 210 e 305 dias após o plantio) e cinco velocidades de rebaixamento do nível freático (30 cm em 3, 6, 9, 12 e 15 dias) e o controle (irrigação sem inundação do solo). Houve efeito significativo para velocidades de rebaixamento do nível freático e períodos de avaliação para área foliar (AF) e índice de área foliar. Os tratamentos P1V4 e P2V3 foram os que apresentaram as maiores AFs (0,91 m<sup>2</sup>). A primeira soca da cana-de-açúcar mostrou-se tolerante ao encharcamento do solo nos diferentes estádios de desenvolvimento e para as diferentes velocidades de rebaixamento do nível freático, sem maiores prejuízos no desenvolvimento da planta e na produtividade. Entretanto, para o açúcar total recuperável, a cana-soca apresentou-se mais sensível quando a inundação ocorreu no estádio de rebrota.

**Palavras-chave:** Encharcamento, nível freático, drenagem, açúcar redutor do colmo.

**1 INTRODUCTION**

Brazil is the world's largest producer of sugarcane and in 2018 production reached about 620.44 million tons in an area 8.59 million hectares with 29.04 million tons of sugar and 33.14 billion liters of ethanol (CONAB, 2019). In the last years, with increasing global demand for ethanol from renewable sources, allied to large cultivated areas and favorable climate and soil conditions, Brazil



## Phytoextraction of salts by *Atriplex Nummularia* Lindl. irrigated with reject brine under varying water availability

Edymara Sinthia Rocha de Moura, Christiano Reboças Cosme, Tiago de Sousa Leite, Nildo da Silva Dias, Cleyton dos Santos Fernandes, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Francisco Souto de Sousa Junior & Tainan Costa Reboças


To cite this article: Edymara Sinthia Rocha de Moura, Christiano Reboças Cosme, Tiago de Sousa Leite, Nildo da Silva Dias, Cleyton dos Santos Fernandes, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Francisco Souto de Sousa Junior & Tainan Costa Reboças (2019): Phytoextraction of salts by *Atriplex Nummularia* Lindl. irrigated with reject brine under varying water availability, International Journal of Phytoremediation

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1583633>



Published online: 25 Mar 2019.



Submit your article to this journal 



View Crossmark data 



## Phytoextraction of salts by *Atriplex Nummularia* Lindl. irrigated with reject brine under varying water availability

Edymara Sinthia Rocha de Moura<sup>a</sup>, Christiano Rebouças Cosme<sup>a</sup>, Tiago de Sousa Leite<sup>b</sup>, Nildo da Silva Dias<sup>a</sup>, Cleyton dos Santos Fernandes<sup>a</sup>, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>a</sup>, Francisco Souto de Sousa Junior<sup>a</sup>, and Tainan Costa Rebouças<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Agricultural and Forest Sciences, Federal Rural University of the Semi-Arid Region, Mossoró, Brazil; <sup>b</sup>Department of Soil Science, University of São Paulo, Piracicaba, Brazil

### ABSTRACT

Reverse osmosis is a widely known technology used to produce fresh water from brackish waters. However, the reject brine from desalination plants poses a serious threat to the environment due to soil and groundwater salinization. The aim of this study was to investigate the potential of *Atriplex nummularia* to extract salts from a soil irrigated with reverse osmosis brine, at varying moisture levels. A field experiment was conducted in a split-plot design, with randomized complete blocks replicated four times. Treatments consisted of irrigation with reject brine in the main plots, with four relative percentages of the soil moisture at field capacity (100, 85, 70, and 50%), and two levels of organic fertilization in the subplots (0 and 1.5 L plant<sup>-1</sup> of goat manure). The mineral composition of leaves and stems indicated that the highest salt extraction by plants occurred when soil moisture was maintained at 100% field capacity. The salt extraction capacity of *A. nummularia* indicates a high potential for phytoremediation of soils affected by brine disposal from reverse osmosis plants.

### KEYWORDS

*Atriplex nummularia* Lindl.;  
phytoremediation;  
water reuse

### Introduction

In arid and semi-arid regions, groundwater from shallow aquifers is typically saline due to increased evapotranspiration (Pereira *et al.* 2017; Pulido-Bosch *et al.* 2018). Therefore, it requires prior treatment in order to be suitable for human and agricultural use. Among the techniques used for this purpose, desalination by reverse osmosis stands out for removing dissolved salts and producing fresh water (Kim *et al.* 2016; Moura *et al.* 2016).

Despite the benefits of reverse osmosis desalination, this technique generates a considerable volume of brine, which poses a serious threat to the environment (Soares *et al.* 2006; Dias *et al.* 2011). In most cases, this reject brine is discharged untreated into agricultural fields, consequently leading to soil and groundwater salinization (Souza *et al.* 2015).

Monitoring and controlling salinization in areas used for brine disposal are of paramount importance to ensure environmental sustainability. In this context, halophyte forages are widely studied for their phytoextraction potential, and their cultivation has emerged as the most effective, low-cost and environmentally friendly approach to reduce salinity (Norman *et al.* 2013). One of these plant species is *Atriplex nummularia* Lindl., a perennial shrub that uptakes and stores significant amounts of salts in its tissues (Barroso *et al.* 2006).

The desalination process occurs when shoots are pruned two to three times a year (Qadir *et al.* 2007), thus removing

the salts accumulated in the aboveground biomass (Barroso *et al.* 2006). In addition, in areas with low forage availability, the cut material may be used to feed animals during the dry season, supplementing the diet of many herds and compensating the shortage of good-quality forage (Ben Salem *et al.* 2010).

*A. nummularia* has been widely studied in the context of tolerance to soil salinity. However, it is also necessary to evaluate the tolerance and ability of this plant to perform under low water availability, a typical condition of arid and semi-arid regions (Souza *et al.* 2011; Souza *et al.* 2012). Liu *et al.* (2008) highlight that data on the joint effect of salinity and water stress on the growth of *A. nummularia* this plant species are rather limited, thus requiring further studies. Therefore, we aimed to investigate the potential of this perennial shrub to extract salts from a soil irrigated with reverse osmosis brine, at varying moisture levels.

### Material and methods

The study was conducted in an experimental area of the “Boa Fé” settlement, which has been using a reverse osmosis plant to treat brackish water. The settlement is located on the margins of the BR 304 highway, in a rural area of Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil (05°03'07.32” S and 37°20'22.42” W). Temperature and relative humidity data

# Efeito da inundação do solo nos índices fisiológicos da cana-de-açúcar\*

## Effects of waterlogging on physiological indexes of sugarcane

Antonio C. S. Tavares<sup>1</sup>, Sergio N. Duarte<sup>2</sup>, Nildo da S. Dias<sup>3</sup>, Jarbas H. de Miranda<sup>2</sup>, Francisco D. D. Arraes<sup>4</sup>, Osvaldo N. de Sousa Neto<sup>5</sup> e Cleyton dos S. Fernandes<sup>3\*</sup>

\*Trabalho extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor.

<sup>1</sup>Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara, BR 367, km 07, s/n, Zona Rural, 39900-000, Almenara-MG, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Avenida Pádua Dias 11, CEP 13418-900, Piracicaba – SP, Brasil

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – campus Mossoró, Avenida Francisco Mota, 572, CEP 59525 – 900, Mossoró – RN, Brasil

<sup>4</sup>Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano – campus Salgueiro, BR 232, Km 508, s/n - Zona Rural, 56000-000, Salgueiro - PE, Brasil

<sup>5</sup>Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – campus Angicos, Rua Gamaliel Martins Bezerra, s/n, 59515-000, Angicos - RN, Brasil

(\*E-mail: cleyton1959@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17036>

Recebido/received: 2017.02.19

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.08.17

Aceite/accepted: 2017.09.14

## RESUMO

No cultivo da cana-de-açúcar, a inundação é um problema sério, particularmente onde os sistemas de drenagem superficiais não são adequados. Foram estudados os índices fisiológicos da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp., cultivar RB 867515) em condições normais e inundadas. Um experimento em ambiente protegido foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial  $(5 \times 3 + 1) \times 4$ , quais sejam, 5 velocidades de rebaixamento do nível freático (30 cm de profundidade em 3, 6, 9, 12 e 15 dias) e 3 estádios de desenvolvimento (67, 210 e 305 dias após a plantação-DAP) + um tratamento controle (irrigação sem inundação do solo) com 4 repetições. As análises dos resultados indicam que a inundação do solo nas diferentes velocidades de rebaixamento do nível freático não interferiu nas taxas de crescimento absoluto, de assimilação líquida e de crescimento da cana-de-açúcar. A maior taxa de crescimento relativo e razão de área foliar da cana-de-açúcar foram obtidas quando a inundação do solo ocorreu no período de 210 DAP.

**Palavras-chave:** drenagem, encharcamento, nível freático.

## ABSTRACT

In sugarcane cultivation, waterlogging is an acute problem particularly where surface drainage facilities are not adequate. Physiological indexes were studied in sugarcane (*Saccharum* sp. cultivar RB 867515 genotype) at normal and logging water. A greenhouse experiment was conducted in a randomized blocks design, arranged in factorial scheme  $(5 \times 3 + 1) \times 4$ , which are, 5 demotion velocities of the water table (30 cm depth in 3, 6, 9, 12 and 15 days) and, 3 plant growth stages (67, 210 and 305 days after planting – DAP) + a control (irrigation without waterlogging) with 4 replications. The analysis results indicated that logging water stress condition to different downgrade rate of water table did not interfere on average absolute growth rate, liquid assimilation rate and growth rate of sugarcane. The highest relative growth and leaf area ratio were obtained when water logging soil condition occurs at 210 DAP.

**Keywords:** drainage, waterlogging, water table.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a *commodity* agrícola que mais cresceu nos últimos anos no Brasil e sua área cultivada está aumentando acentuadamente em razão de

sua utilização na produção de etanol e de açúcar refinado, com valor económico elevado (Galon *et al.*, 2012).

Existem grandes áreas produtivas do território brasileiro, potencialmente aptas para o cultivo da

cana-de-açúcar, onde há problemas relacionados à deficiência natural de drenagem, destacando-se as áreas de várzeas localizadas à meia encosta sujeitas à interferências temporária do lençol freático. Condições temporárias ou permanentes de alagamento (formação de lâmina de água) ou encharcamento (saturação com água) do solo são problemas que podem trazer sérios prejuízos para o desenvolvimento das culturas (Dias-Filho e Lopes, 2012; Hasan *et al.*, 2003).

O déficit na disponibilidade de oxigênio (hipoxia e anoxia) é o principal fator de stresse em solos encharcados. Nas plantas, o impacto do excesso de água no solo é, na maioria dos casos, sentido diretamente pelas raízes e indiretamente pela parte aérea, sendo a eficiência das estratégias adaptativas das espécies e dos genótipos de uma mesma espécie que determinará a tolerância da planta a períodos de hipoxia e anoxia (Malik e Tomer, 2003; Yin *et al.*, 2009; Islam *et al.*, 2011).

Na maioria dos estudos tem-se pesquisado os efeitos da deficiência ou da ausência temporária do oxigênio no solo sem a verificação simultânea de fatores que podem interferir na capacidade das plantas de resistir ao stresse anoxítico. Entre tais fatores destacam-se o tempo de duração do stresse e o estágio de desenvolvimento das plantas, além da cultivar e das condições ambientais (Tavares *et al.*, 2015).

Deste modo, objetivou-se investigar respostas de diferentes velocidades de rebaixamento do nível freático, em três estádios de desenvolvimento de um ciclo de cana-planta, nos índices fisiológicos da cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, no município de Piracicaba – SP (22° 42’ de latitude sul e 47° 38’ de longitude oeste e altitude de 540 m). O ambiente protegido tem cobertura em arco, com 6,40 m de largura e 22,50 m de comprimento, paredes laterais e frontais confeccionadas com telas antiafídeas e rodapé de 0,20 m em concreto armado.

Em função das características do experimento, e sendo a cana-de-açúcar plantada em manilhas de concreto simples (sem armação), com 1,20 m de altura acima do piso da estufa, e considerando o facto da cultura ter um desenvolvimento expressivo, foi necessário a construção da casa de vegetação com um pé direito de 4,0 m, de modo a permitir o desenvolvimento da cultura sem limitação.

Foram estudados os índices fisiológicos da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*, cultivar RB 867515) em condições normais e inundadas. O ensaio em ambiente protegido foi conduzido sob um delineamento em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial  $(5 \times 3 + 1) \times 4$ , quais sejam, 5 velocidades de rebaixamento do nível freático (30 cm de profundidade em 3, 6, 9, 12 e 15 dias –  $V_1, V_2, V_3, V_4$  e  $V_5$ , respectivamente) em 3 estádios de desenvolvimento da cultura ( $P_1 = 67, P_2 = 210$  e  $P_3 = 305$  dias após a plantação – DAP) + um tratamento controle (T = irrigação sem inundação do solo) com 4 repetições. Obtiveram-se, assim, as seguintes combinações: T,  $P_1V_1, P_1V_2, P_1V_3, P_1V_4, P_1V_5, P_2V_1, P_2V_2, P_2V_3, P_2V_4, P_2V_5, P_3V_1, P_3V_2, P_3V_3, P_3V_4$  e  $P_3V_5$ , totalizando 16 tratamentos.

A cana-de-açúcar foi cultivada em 64 lisímetros, constituídos de manilhas de concreto simples, impermeabilizadas, com 1,2 m de altura e 0,5 m de diâmetro, área plantada de 0,20 m<sup>2</sup> e volume útil de 240 litros, instalados na área experimental; os lisímetros foram posicionados em 4 linhas de 16 manilhas e cada lisímetro representava estatisticamente um recipiente-parcela.

Para a admissão de água e para a drenagem, foram feitos orifícios próximos à base de cada lisímetro, nos quais se inseriram tubos de PVC de 19 mm de diâmetro, vedados com massa epóxi e veda calha. Os tubos tinham um comprimento de 0,60 m, com furos de 5 mm de diâmetro em seu perímetro, espaçados entre si de 0,05 m. Para facilitar a drenagem e evitar o arrastamento de solo, utilizaram-se como materiais filtrantes manta geotêxtil sintética (bidim OP -20) e uma camada de 0,10 m de brita lavada.

Os lisímetros possuíam uma entrada para água na parte inferior, a qual foi conectada a reservatórios móveis auxiliares, que permitiam manter o nível

## EFFECTS OF NUTRIENT SOLUTION SALINITY ON THE PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF MELON CULTIVATED IN COCONUT FIBER<sup>1</sup>

PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE MORAIS<sup>2</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>2</sup>, ANDRÉ MOREIRA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO<sup>2</sup>, JOSÉ DARCIO ABRANTES SARMENTO<sup>2\*</sup>, MARIA ISIDÓRIA SILVA GONZAGA<sup>3</sup>

**ABSTRACT** - Brackish waters represent great potential for profitable agricultural production; however, productive usage depends on the adoption of proper cultural practices as well as a culture tolerant of salinity, which can require some restrictions related to soil and crop production. Given the lack of information pertaining to hydroponic melon culture, the objective of this study was to investigate physiological changes promoted by the use of brackish water in the preparation of the nutrient solution for melon (*Cucumis melo* L., cv. AF 015) growth in coconut fiber substrate under greenhouse conditions in Mossoró-RN, a semiarid region of Brazil. The experimental design was completely randomized, with 12 treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme, with 4 salt concentration levels (1.1 - control, 2.5, 4.0 and 5.5 dS m<sup>-1</sup>) and 3 exposition times (vegetative growth: 10-30 days after transplanting, DAT; flowering: 31 to 50 DAT; and fruiting and ripening: 51-70 DAT, which are the assessment phases of physiological maturation). Increasing salt concentrations in the nutrient solution reduced photosynthetic efficiency, stomatal conductance and transpiration, but increased the intercellular CO<sub>2</sub> concentration in melon plants. A salt concentration in the low to intermediate range (2.5 dS m<sup>-1</sup>) resulted in the best water use efficiency by melon crops.

**Keywords:** *Cucumis melo* L.. Electric conductivity. Photosynthesis.

## EFEITOS DA SALINIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DO MELÃO CULTIVADO EM FIBRA DE COCO

**RESUMO** - A água salobra pode representar um grande potencial para a produção agrícola rentável, com base na adoção de práticas culturais adequadas e tolerância das culturas à salinidade, contrapondo aos problemas produtivos e de solo que normalmente ocasionam. Devido à escassez de informações sobre o cultivo hidropônico de melão, o presente estudo teve o objetivo de investigar as alterações fisiológicas provocadas pelo uso de água salobra no preparo da solução nutritiva para o cultivo de melão (*Cucumis melo* L., cv. AF 015) em ambiente protegido e em substrato de fibra de coco, em Mossoró-RN, região semiárido do Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 níveis de concentração de sais (1,1 dS m<sup>-1</sup> - controle, 2,5, 4,0 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>) e 3 fases de desenvolvimento (vegetativo: 10-30 dias após o transplântio, DAT; floração: 31-50 DAT e frutificação: 51-70 DAT, que representam as fases de avaliação da maturação fisiológica) com três repetições. O aumento da concentração de sal da solução nutritiva reduziu a eficiência da fotossíntese, da condutância estomática e da transpiração e aumentou a concentração intracelular de CO<sub>2</sub> em plantas de melão. A melhor eficiência do uso da água pela cultura do melão cultivada em fibra de coco foi alcançada na solução nutritiva com concentração de 2.5 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L.. Condutividade elétrica. Fotossíntese.

\*Corresponding author

<sup>1</sup>Received for publication in 02/24/2017; accepted in 10/23/2017.

Paper extracted from the dissertation of master of the third author.

<sup>2</sup>Center for Agrarian Sciences, Department of Agronomic and Forest Sciences, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brazil; plmorais@ufersa.edu.br – ORCID: 0000-0001-9317-1164, nildo@ufersa.edu.br – ORCID: 0000-0002-1276-5444, andremoreira@ufersa.edu.br – ORCID: 0000-0003-4083-1821, osvaldo.neto@ufersa.edu.br – ORCID: 0000-0002-6256-4333, darcioabrantes@yahoo.com.br – ORCID: 0000-0002-7130-7718.

<sup>3</sup>Agronomy Department, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brazil; mariaisisilva@gmail.com – ORCID: 0000-0002-7884-6386.

## INTRODUCTION

In the fruit-producing region of Rio Grande do Norte, a semiarid region of Brazil, some of the water used for irrigation comes from deep artesian wells. Although it is a source of good quality water, high pumping costs make it economically prohibitive for agricultural use (SOUSA et al., 2009; MEDEIROS et al., 2014). Alternatively, irrigated water can be pumped at low costs from shallow wells in the Jandaíra limestone sediment, located on the north shore of the Rio Grande do Norte State and on the northeast of the Ceará State (VASCONCELOS; TEIXEIRA; ALVES NETO, 2010); however, it is considered brackish water and possesses a high salt concentration. The lower cost of pumping encourages the use of brackish water in this region, which can lead to degradation of vast areas of soil through salinization (MEDEIROS et al., 2017).

This problem could be reduced by mixing high and low quality water, which would increase the amount of water available to the crops. Dilution of brackish water reduces total salt concentration and allows irrigation of larger areas. However, the best dilution ratio must be determined in order to achieve better crop production and minimize environmental disturbance. Besides avoiding deleterious effects of high salinity on the plants and soil, such a management strategy could save fresh water and increase the availability of other water resources for agricultural use. Therefore, research on the rational use of these brackish waters becomes essential, as their uncontrolled use may increase the risk of soil salinization (DIAS et al., 2007; DIAS et al., 2011; TURHAN et al., 2014), especially in regions of high evapotranspiration rates and low rainfall (MEDEIROS et al., 2017).

Hydroponic systems can be advantageous when using brackish water due to the absence of matric potential, which allows increased crop tolerance to high salinity (MEDEIROS et al., 2007; SOARES et al., 2007). Moreover, hydroponic systems alleviate the problem of soil contamination and, as an extra benefit, provide people an alternative source of water for agricultural production in semiarid regions.

Salinity affects plant performance directly through water stress, toxicity caused by ions and nutritional imbalance (MEDEIROS et al., 2008; ARAGÃO et al., 2009; TERCEIRO NETO et al., 2014; PEREIRA et al., 2016), as well as indirectly by mediating inter-specific competition (ACOSTA-MOTOS et al., 2017). Thus, as a response to the damage caused by excess salt concentrations, many plants increase their tolerance mechanisms through the exclusion and/or compartmentalization of salt. Melon crops are considered moderately tolerant to salt stress, as was observed by Medeiros et al. (2008). In their study,

Electric Conductivity (EC) values up to 3.31 dS m<sup>-1</sup> did not affect melon yield. Conversely, a reduction in productivity is commonly observed when the culture is irrigated with water containing a high salt concentration (ARAGÃO et al., 2009; HUANG et al., 2011; MEDEIROS et al., 2011). However, little is known about physiological changes within melon crops grown under high salt concentration in hydroponic systems. Therefore, this work aimed to evaluate physiological changes among melon plants grown under greenhouse conditions in a nutrient solution prepared with brackish water and using coconut fiber as a substrate.

## MATERIAL AND METHODS

Experiments were conducted in a greenhouse at the Department of Environmental and Technological Sciences of the Federal Rural University of Semiarid (UFERSA), located in Mossoró (latitude 5° 11' S, longitude 37° 20' W and altitude 18 m). The study design was completely randomized, using a 4 x 3 factorial scheme, with 4 levels of salinity in the nutrient solution (1.1 - control, 2.5, 4.0 and 5.5 dS m<sup>-1</sup>) and 3 phenological stages of melon plants (10-30 days after plant transplanting - DAT), flowering (31-50 DAT) and fruiting and ripening (51-70 DAT), with 3 replicates each.

The melon seeds (*Cucumis melo* L., cv. AF 015) were planted in polystyrene trays containing 128 cells filled with coconut fiber substrate. Within 13 days of sprouting, seedlings were transplanted into 12 L plastic bags containing a 2 cm gravel layer at the bottom, covered with nylon mesh and filled with 3.5 kg of coconut fiber (Golden Mix ®). The experimental units were arranged in six rows with 1.00 m x 0.50 m between plants. Fence posts were installed at the end of each plant row in order to guide plant growth.

The nutrient solution was prepared with water of different salinity levels: tap water (EC = 0.52 dS m<sup>-1</sup>), well water (EC = 3.7 dS m<sup>-1</sup>), mixed water and well water with NaCl added. After water preparation, basic nutrient solution fertilizers were added as recommended by Santos and Minami (2002). Briefly, 805 g of calcium nitrate, 334 g of potassium nitrate, 175 g of ammonium phosphate, 252 g of magnesium sulfate and 10 g of Quelatec were added to each 100 L of water.

Plant physiological parameters were evaluated during the flowering phase (31-50 DAT), between 9:00 and 10:00 am. Photosynthetic rate (A) (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), stomatal conductance (gs) (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiration (E) (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and intercellular CO<sub>2</sub> concentrations (Ci) (μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>) were measured on healthy leaves between the 9° and 13° node using an infrared gas analyzer (IRGA, LI-COR 6400) with



## Foliar content of N, P and K in cotton fertigated with treated sewage effluents

Jerônimo Andrade-Filho <sup>a</sup>, Iarajane Bezerra-do-Nascimento <sup>b</sup>, Osvaldo N. de Sousa-Neto <sup>c</sup>  
Nildo da Silva-Dias <sup>b</sup>, René Chipana-Rivera <sup>d</sup>, Jeane Cruz-Portela <sup>b</sup> & Joseane Dunga-da-Costa <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil. [jeronimoandrade@hotmail.com](mailto:jeronimoandrade@hotmail.com)  
<sup>b</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Ciências Agrárias, Mossoró, RN, Brasil. [iarajane@hotmail.com](mailto:iarajane@hotmail.com), [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br), [jeaneportela@ufersa.edu.br](mailto:jeaneportela@ufersa.edu.br)  
<sup>c</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar, Angicos, RN, Brasil. [Osvaldo.neto@ufersa.edu.br](mailto:Osvaldo.neto@ufersa.edu.br)  
<sup>d</sup> Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. [renehchipana@yahoo.com](mailto:renehchipana@yahoo.com)  
<sup>e</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Doctoranda del Programa de Posgrado en Manejo de suelo y agua, Mossoró, RN, Brasil. [joseamy\\_costa@hotmail.com](mailto:joseamy_costa@hotmail.com)

Received: January 12<sup>th</sup>, de 2017. Received in revised form: June 27<sup>th</sup>, 2017. Accepted: July 27<sup>th</sup>, 2017

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of irrigation with treated sewage effluent in the leaf content of nitrogen, phosphorus and potassium in cotton (*Gossypium hirsutum* L. cultivar 8H) growing in two soil types. The experiment was carried out on the campus of the Federal University of the Semi-Arid Mossoró, Brazil. The experimental design was a randomized block with split plots. Treatments consisted of dilutions of domestic sewage effluent with water-supply [25, 50, 75 e 100% effluent and, water-supply + mineral soil fertilization - control] in two different types of soils textures (Oxisol and inceptisol). We conclude that the use of treated sewage effluent supplies the nutritional needs of growing cotton in relation to N and K, except for P.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L.; wastewater; fertirrigation.

## Contenido foliar de N, P y K en algodón fertirrigado con efluente de alcantarillado tratado

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del riego con efluente de alcantarillado tratado en el contenido foliar de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L. cultivar 8H) en dos tipos de suelos. El experimento fue llevado a cabo en el Campus de la Universidad Federal del Semi-Árido en Mossoró, Brasil. El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con parcelas subdivididas. Los tratamientos consistieron en diluciones del efluente de alcantarillado en agua de abastecimiento [25, 50, 75, 100% de efluente y tratamiento agua de abastecimiento + fertilización mineral del suelo - control] en dos tipos de suelos con diferentes texturas (Latossolo Vermelho Amarelo y Cambissolo). Se concluye que el uso de aguas residuales suple las necesidades nutricionales del cultivo de algodón en lo referente al N y K, excepto para el P.

**Palabras clave:** *Gossypium hirsutum* L.; agua residual; fertirrigación.

### 1. Introducción

Este artículo es parte de la disertación de Maestro del primer autor, presentado en el Programa de Posgrado en Ciencias del Suelo Del UFRSA– Mossoró, RN, Brasil.

La escasez de agua de buena calidad es una realidad actual y

creciente, puesto que se trata de una cuestión ambiental, que es afectada por y las actividades de urbanización, deforestación, agricultura, pecuaria e industria, principalmente cuando implica algún tipo de contaminación, comprometiendo el consumo de agua para las futuras generaciones.

La producción agrícola depende de la disponibilidad de

**How to cite:** Andrade-Filho, J., Bezerra-do-Nascimento, I., de Sousa-Neto, O.N., Chipana-Rivera, R., Cruz-Portela, J. and Dunga-da-Costa, J., Contenido foliar de N, P y K en algodón fertirrigado con efluente de alcantarillado tratado. DYNA, 84(202), pp. 147-154, September, 2017.

agua y del uso racional, fundamentalmente en las áreas donde este recurso es escaso. En consecuencia la utilización del agua para riego es un desafío relevante para las regiones áridas y semiáridas, constituyéndose en un serio problema para el desarrollo de esas regiones.

Por tanto, es necesario buscar alternativas racionales que viabilicen el uso de las aguas residuales, considerando criterios ambientales, sociales y económicos, puesto que a cada día se hace más necesario la búsqueda de fuentes alternativas.

La reutilización de las aguas residuales constituye una práctica de carácter benéfico que puede ser abordado de varias formas. Se destaca la utilización de estas aguas en la práctica del riego, principalmente en cultivos cuyo producto no se destina para fines comestibles, por ejemplo cultivos de oleaginosas para la producción de biodiesel, tales como el algodón (*Gossypium hirsutum* L.), el ricino (*Ricinus communis* L.) y el piñón de tempate (*Jatropha curcas* L.).

Según Van der Hoeck et al. [29] una de las ventajas de la utilización de las aguas residuales en el riego es la posibilidad del aporte y el reciclaje de nutrientes, reduciendo considerablemente la aplicación de fertilizantes, además de la preservación ambiental y economía del agua de buena calidad. De esta manera, el uso de estas aguas posibilita, además del suministro hídrico, abastecer parte o la totalidad de las necesidades nutricionales de las plantas, hecho semejante al que ocurre en la fertirrigación, en la cual los nutrientes son aplicados a las plantas a través del agua de riego.

Azevedo et al. [1] verificaron que el agua residual tratada contribuye a la obtención de mayor producción y mejor calidad de las fibras de algodón, probablemente debido al potencial nutricional de los efluentes. Además, varios trabajos indican que el efluente tratado usado para el riego, es importante desde el punto de vista nutricional para cultivos como pimentón [26], arroz [27], plántulas de flamboyant [12], girasol [16] y gerberas [14].

En general, los efluentes municipales presentan contenidos de macronutrientes suficiente para atender la demanda de los cultivos, por eso se constituyen en una importante fuente de fertilizantes, mejorando el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, se debe considerar las exigencias nutricionales de cada cultivo y el tipo de suelo. El nitrógeno, el fósforo y la materia orgánica contenidos en los efluentes tratados son fertilizantes y acondicionadores del suelo, favoreciendo el desarrollo de las plantas [8].

A pesar de varios beneficios evidenciados, el riego con aguas residuales puede llevar a la acumulación en el suelo de otros elementos tales como metales pesados, ocasionando contaminación ambiental, por eso el uso de estas aguas requiere un manejo adecuado, puesto que además de presentar considerables concentraciones de iones disueltos como el sodio, boro y cloruros, contiene gran variedad de organismos patogénicos como bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Tales características dificultan la utilización de aguas servidas (aguas residuales) en la agricultura [6,27].

Por otro lado, existen pocas publicaciones científicas relacionadas al tema de la reutilización aguas servidas tratadas en el riego del cultivo de algodón, lo que contrasta con la importancia económica de este cultivo, especialmente

en lo que refiere a la escasez de recursos hídricos, ventajas y limitaciones de la reutilización en la región semiárida del Nordeste brasileño.

En este sentido, el trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del riego con efluente secundario tratado, proveniente de aguas residuales domésticas, en el contenidos foliar de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L., cultivar 8H) en dos tipos de suelos.

## 2. Materiales y métodos

El experimento fue llevado a cabo en el periodo comprendido entre noviembre de 2009 a marzo de 2010, en el área experimental del Departamento de Ciencias Ambientales y Tecnológicas de la Universidad Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), en Mossoró, Río Grande do Norte (RN), Brasil, localizado en las coordenadas geográficas de 5° 11' de latitud Sur y 37° 20' de longitud Oeste de Greenwich. El clima (de acuerdo con la clasificación de Köppen) es del tipo BShw', siendo la precipitación media anual de 678 mm. Las medias anuales de temperatura, insolación y humedad relativa son 27,4 °C, 2360 horas anuales y 68,9%, respectivamente [4].

El esgoto doméstico tratado (secundario) provino de la laguna de estabilización de la Estación de Tratamiento de Esgotos Domésticos das Cajazeiras en Mossoró, RN, perteneciente a la CAERN (Compañía de Agua y Esgoto de Río Grande do Norte), ubicado en la comunidad de Passagem de Pedras. Dicho efluente fue transportado semanalmente de la laguna de estabilización hasta el lugar del experimento en tanques de 1000 L, siendo este volumen suficiente para la preparación del agua de riego, durante una semana. El agua potable provino del sistema de abastecimiento público del campus de la UFERSA. Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del esgoto doméstico se muestran en la Tabla 1.

La variedad de algodón utilizado fue 8H utilizaron cuarenta y ocho semillas por subparcela, con dos líneas de veinticuatro, sembradas en forma equidistante a una profundidad que varió entre 2,5 a 3,0 cm, con la finalidad de evaluar la influencia de los tratamientos en la germinación del cultivo.

Tabla 1.  
Características del efluente de esgoto tratado utilizado para el riego.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	EFLUENTES
pH		7,4
Conductividad eléctrica	dS m <sup>-1</sup>	1,75
Amonio	mg L <sup>-1</sup>	20,16
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	0,07
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	0,007
Nitrógeno orgánico	mg L <sup>-1</sup>	0,64
Nitrógeno total	mg L <sup>-1</sup>	17,31
Calcio	mg L <sup>-1</sup>	181,44
Sodio	mg L <sup>-1</sup>	33
Magnesio	mg L <sup>-1</sup>	21,86
Potasio	mg L <sup>-1</sup>	8,5
Fósforo	mg L <sup>-1</sup>	3,16
Cloruro	mg L <sup>-1</sup>	350
RAS	mmol L <sup>-1,05</sup>	7,02
DBO	mg L <sup>-1</sup>	35,28
Coliformes totales	NMP/100 ml	1,1 x 106
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	0,133
Fierro	mg L <sup>-1</sup>	0,18
Manganeso	mg L <sup>-1</sup>	0,073
Zinc	mg L <sup>-1</sup>	0,033



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n10p897-902>

## Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water

Alan B. O. de Sousa<sup>1</sup>, Sérgio N. Duarte<sup>1</sup>, Osvaldo N. de Sousa Neto<sup>1</sup>, Ana C. M. Souza<sup>2</sup>, Pedro R. F. Sampaio<sup>1</sup> & Carlos T. dos S. Dias<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Departamento de Engenharia de Biosistemas. Piracicaba, SP. E-mail: alan2b@gmail.com (Corresponding author); sduarte@usp.br; sousaneto@usp.br; ramualyson@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido/Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. Mossoró, RN. E-mail: anaclaudia.gambiental@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Departamento de Ciências Exatas. Piracicaba, SP. E-mail: ctsdias@usp.br

### Key words:

salt stress  
electrical conductivity  
cucurbitaceae

### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the salt tolerance of mini watermelon (cv. Smile). The experiment was carried out in the greenhouse of the Department of Biosystems Engineering of ESALQ/USP. The experimental design was randomized blocks. The plants were irrigated with five levels of salinity ( $S_1 = 1.0$ ;  $S_2 = 2.0$ ;  $S_3 = 3.0$ ;  $S_4 = 4.0$  and  $S_5 = 5.0$  dS  $m^{-1}$ ). At 85 days after the beginning of the experiment, the plants and the physical and chemical variables of the fruit were evaluated. Salinity negatively affected the variables: length of the main stem, stem diameter, number of leaves, number of branches, leaf area, fresh and dry matter. Regarding the physical and chemical characteristics of fruits, salinity reduced the mass, diameter and the pH of the fruit, but increased its vitamin C content. In general, the results suggest that the mini watermelon (cv. Smile) is moderately sensitive to salinity.

### Palavras-chave:

estresse salino  
condutividade elétrica  
cucurbitaceae

## Produção e qualidade da minimelancia cv. Smile irrigada com água salina

### RESUMO

Com o objetivo de estudar a tolerância à salinidade da água de irrigação na minimelancia cv. Smile, um experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados. As plantas foram irrigadas com cinco níveis de salinidade ( $S_1 = 1,0$ ;  $S_2 = 2,0$ ;  $S_3 = 3,0$ ;  $S_4 = 4,0$  e  $S_5 = 5,0$  dS  $m^{-1}$ ). Aos 85 dias após o início do experimento avaliaram-se as plantas e as variáveis físico-químicas dos frutos. A salinidade afetou negativamente as variáveis comprimento do ramo principal, diâmetro do caule, número de folhas, número de ramos secundários, área foliar, massa fresca e massa seca. Para as variáveis físico-químicas dos frutos a salinidade reduziu a massa fresca, o diâmetro e o pH do fruto e elevou o teor de vitamina C. Com os resultados obtidos infere-se que a minimelancia cv. Smile é moderadamente sensível à salinidade.



## INTRODUCTION

Watermelon is a typically tropical fruit species with production mainly of large fruits with weight varying from 6 to 25 kg (Campagnol, 2009). However, there have been changes in the population patterns that led to increasingly smaller families and, as a consequence, a preference for smaller fruits, such as the mini watermelon. Besides size, the color and the absence of seeds in some cultivars increase the added value, constituting a good financial return to the producer.

It is estimated that, out of the 90% of freshwater available for human consumption, 70% are destined to agriculture and 22% to the industry (John & Marcondes, 2010). Thus, the use of wastewater or low-quality water in agriculture would be a good option, especially in periods of water scarcity, such as in regions with low availability of this natural resource. However, high concentrations of salt in the water and in the soil can affect plant growth, since it can be inhibited by salinity due to the osmotic and ionic effects. The physiological and biochemical functions can be influenced by the excess of salts, resulting in a disorder of water relationships and alterations in absorption and utilization of nutrients (Munns & Tester, 2008). These responses of the plant to salt stress are related to the sensitivity and/or tolerance of each crop to salinity.

The investigation of crop tolerance to salt stress allows to find out whether the plant can be produced with low-quality water, without reduction in its production; thus, this study aimed to evaluate the tolerance to irrigation water salinity of the mini watermelon, cv. Smile.

## MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in an experimental area of the Department of Biosystems Engineering of the "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, of the University of São Paulo (ESALQ/USP) Piracicaba, SP, Brazil. According to Sentelhas (1998), the climate of the region, based on Köppen's classification, is Cwa, humid tropical with temperatures of the hottest month higher than 22 °C and coldest month lower than 18 °C.

The seeds of mini watermelon cv. Smile were sown on plastic trays with substrate of coconut fiber, covered with vermiculite. Transplanting was performed 35 days after sowing.

Black polyethylene pots (8 L) were filled with the commercial substrate Top Garden Floreira and maintained in a greenhouse, at spacing of 1 m between rows and 0.45 m between pots, with vertical training of the plants.

Irrigation was performed through a drip system, applying the required water demand, which was estimated using tensiometers installed in each treatment. The water retention curve of the commercial substrate was previously determined in 8-L pots as a function of the tension measured through the tensiometers.

The salts sodium chloride and calcium chloride at the proportion of 2:1 were used in order to artificially salinize the irrigation water and, with the aid of a conductivity meter, the different levels of electrical conductivity for the irrigation water were determined (0.3; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m<sup>-1</sup>).

The fertilizers recommended for the fertigation of the crop were added to the waters, following the recommendations for

the crop development stages described by Campagnol (2009), obtaining the treatments composed of five solutions (saline waters + fertilizer) with the respective levels of electrical conductivity  $S_1 = 1$ ,  $S_2 = 2$ ,  $S_3 = 3$ ,  $S_4 = 4$  and  $S_5 = 5$  dS m<sup>-1</sup> at 25 °C ± 0.2 dS m<sup>-1</sup>.

For each treatment, there was a tank with capacity for 500 L and a motor pump associated with the system of filters. Irrigation was performed through ½-inch polyethylene tubes and drippers installed in the micro-tubes.

The treatments were arranged in randomized blocks, with four replicates (each replicate consisted of three pots, with one plant per pot).

Above each experimental block, a wire was supported by concrete posts at a height of 2.2 m, from which a plastic narrow ribbon hung down to each pot. As the plant grew, the main stem was twisted around the plastic narrow ribbon. Plants were vertically trained until they reached height of 2.2 m and only then the apical meristem of the main stem was removed.

From the substrate of the pot until the height of 0.4 to 0.5 m, all leaves and secondary branches of the plants were removed in order to discard old leaves and improve air circulation. In each secondary branch, the first four leaves were left and the rest of the branch was removed.

Since the beginning of flowering, all female flowers on the main stem until the height of 1.5 m from the base of the plant were daily and manually pollinated. When the fruits had diameter of approximately 0.10 m, they were packed in nylon nets and suspended, thus preventing the fruit to fall off the plant due to its weight, leaving only one fruit per plant and removing the others.

At the end of the experiment, the main stem of mini watermelon plants was used to obtain the length of the main stem (SL), stem diameter (SD), number of leaves (NL) and number of secondary branches (NB).

Leaf area (LA) was obtained using an electronic meter (CI-203CA – CID Bio-Science), measuring the leaves of the main stem, which were also used for the determination of leaf fresh matter (LFM). After dried in a forced-air oven at 60 °C, leaf dry matter (LDM) was determined and, based on the difference between LDM and LFM, leaf water content (LWC) was estimated.

For physico-chemical evaluations of fruits, eight fruits were harvested in each treatment, in a total of 40. The fruits were collected and taken to the Laboratory of Fruits and Vegetables of the Department of Agri-food Industry, Food and Nutrition of the ESALQ/USP, for the analysis of fruit mass (FM), fruit diameter (FD), fruit pulp diameter (PD), rind thickness (RT) and pulp firmness (PF), as physical variables, and pH, ascorbic acid (VC), soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and the ratio of soluble solids/titratable acidity (SS/TA) of the pulp, as chemical variables.

The obtained results were subjected to analysis of variance; when significant, regression analysis was used to obtain the best-fit model to the data.

## RESULTS AND DISCUSSION

There was significant effect of salinity on the variables: length of the main stem (SL), stem diameter (SD), number of

## CRESCIMENTO DO MELOEIRO EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA SALINA

NILDO DA SILVA DIAS<sup>1</sup>; VILAUBA SOBREIRA PALÁCIO<sup>2</sup>; KARIDJA KALLIANY CARLOS DE FREITAS MOURA<sup>1</sup> E OSVALDO NOGUEIRA SOUSA NETO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica (Setor Solos), Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. C.P. 136 – 59625 – 900, Mossoró, RN, [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br)/[karidja@ig.com.br](mailto:karidja@ig.com.br)/[karidja@ufersa.edu.br](mailto:karidja@ufersa.edu.br)

<sup>2</sup>Instituto Federal do Iguatu, Rodovia Iguatu-Várzea Alegre, km 05 Vila Cajazeiras. [vilaubasobreira@hotmail.com](mailto:vilaubasobreira@hotmail.com)

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Biossistemas (LEB), Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba/SP - CEP 13418-900, [sousaneto@usp.br](mailto:sousaneto@usp.br)

### 1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de diferentes concentrações de solução nutritiva no crescimento do melão rendilhado (*Cucumis melo* L., cultivar Nécta) cultivados em substrato de fibra de coco, na região de Mossoró-RN. O ensaio foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo avaliados os efeitos de cinco concentrações de solução nutritiva (1,25; 1,43; 1,86; 2,96 e 4,86 dS m<sup>-1</sup>). O crescimento do melão foi influenciado pelos níveis de salinidade da solução nutritiva, sendo a salinidade limiar da cultura estimada em 3,62 dS m<sup>-1</sup>. Os efeitos da salinidade sobre o crescimento foram mais severos durante o desenvolvimento vegetativo inicial. As maiores quantidades de fitomassa seca da parte aérea na folha e no caule foram obtidas na concentração 3,4 dS m<sup>-1</sup>. Com relação as médias de altura de plantas e número de folhas do meloeiro cultivado em fibra de coco, os maiores valores foram obtidos quando as plantas foram nutridas com solução de concentrações entre 3 e 5 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L., melão rendilhado, fertirrigação.

DIAS, N. da S.<sup>1</sup>; PALÁCIO, V. S.; MOURA, K. K. C. de F. ; SOUSA NETO, O. N.  
GROWTH OF MELON PLANTS IN COCONUT SALINE NUTRIENT SOLUTION

### 2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of different concentrations of nutrient solution on the growth of net melon (*Cucumis melo* L., Necta cultivar) grown in coconut fiber substrate in the region of Mossoró-RN. The experiment was conducted using an experimental design of randomized blocks with four replicates, and five concentrations of nutrient solution (1.25; 1.43; 1.86; 2.96 and 4.86 dS m<sup>-1</sup>). Melon growth was affected by salinity levels of the nutrient solution, being the threshold value of crop salinity estimated to be 3.62 dS m<sup>-1</sup>. Effects of salinity on growth were more severe during initial vegetative development. The

greatest amount of dry phytomass of shoots in the leaf and stem was obtained at 3.4 dS m<sup>-1</sup> concentration. Regarding means of plant height and number of leaves of the melon plant grown in coconut fiber, the highest values were obtained when plants received nutrient solution between 3 and 5 dS m<sup>-1</sup> concentrations.

**Keywords:** *Cucumis melo* L, net melon, fertigation.

### 3 INTRODUÇÃO

O melão é uma cucurbitácea cultivada em várias regiões do mundo e tem grande expressão econômica. De acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), as exportações brasileiras de melão registraram, em 2012, o valor de US\$ 134,1 milhões. Isso significou uma alta de 4,49% frente ao ano anterior. Vale destacar que esse produto voltou a ocupar o terceiro lugar no ranking das exportações de frutas brasileiras em 2012, tendo ficado abaixo apenas das exportações de Castanha de caju que participou com 21,73% e Mangas frescas ou secas com 16,1% nesse mesmo ano (SECEX, 2013).

No Brasil, a cultura do melão foi implantada comercialmente na década de 1960, período em que as principais áreas produtoras se concentravam nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, quando então a região Nordeste apresentou notável aumento na produção de melão, tornando essa olerícola um dos mais importantes produtos do agronegócio brasileiro (ARAÚJO & VILELA, 2003), na qual detém 95% da produção nacional (DANTAS, 2010). Com destaque para o Rio Grande do Norte e o Ceará, responsáveis por mais de 80% da produção nacional. As boas condições climáticas, aliadas à alta tecnologia de produção empregadas pelas empresas produtoras, têm contribuído para o sucesso dos referidos estados (NUNES et al., 2005).

Especificamente no Agropolo Mossoró-Assu, a quase totalidade dos cultivos são realizados a céu aberto; contudo, exceções referem-se aos cultivos hidropônicos. O cultivo hidropônico do melão em condições protegidas proporciona maior produtividade, especialmente por permitir um controle mais rigoroso do aporte de água e de nutriente às plantas (FAGAN, 2009). Esse sistema permite a colheita de melões com melhor qualidade visual e sanitária. Melões produzidos em sistema hidropônico geralmente são colhidos quando se desprendem totalmente da planta, pois, segundo Welles & Buitelaar (1988), o teor de açúcares é relacionado ao tempo em que os melões permanecem ligados à planta.

Além disso, os cultivos hidropônicos são associados à aplicação de solução nutritiva, uma prática usada em larga escala e de grande aceitação pelos produtores; sendo que a cultura do melão tem apresentado bons resultados com o uso da fertirrigação, proporcionando a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos (YAMAKI, 2005).

O sucesso do cultivo hidropônico está diretamente relacionado à solução nutritiva, na qual determina o crescimento das plantas e a qualidade do produto final. Dentre as muitas propriedades apresentadas por uma solução nutritiva, cita-se a condutividade elétrica (CE). A CE é utilizada para indicar a concentração da solução nutritiva (PALÁCIO, 2011). Recomenda-se que a CE seja mantida entre 1,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> para o cultivo do melão em locais com altas temperaturas e luminosidade (FURLANI, 1999). Por sua vez, esses valores são de ordem prática, e carecem de estudo para determinar a CE ideal para a hidroponia, nessas condições de cultivo.

## QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ALFACE CULTIVADA COM REJEITO DA DESSALINIZAÇÃO<sup>1</sup>

JOSÉ DARCIO ABRANTES SARMENTO<sup>2\*</sup>, PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE MORAIS<sup>3</sup>, MARIA LUCILANIA BEZERRA ALMEIDA<sup>4</sup>, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO<sup>5</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>6</sup>

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o efeito da água de rejeito da dessalinização na qualidade e conservação pós-colheita de alface, cultivares Verônica e Quatro Estações, produzida em sistema hidropônico com fibra de coco. O ensaio foi desenvolvido em um ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizado em Mossoró-RN, instalado em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 5, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas cultivares de alface (Verônica e Quatro Estações), dois tempos de avaliação (na ocasião da colheita e após três dias de conservação) e cinco níveis de salinidade da solução nutritiva obtidos com ou sem a necessidade de diluição do rejeito da dessalinização de água salobra (1,1; 2,4; 3,6; 4,7 e 5,7 dS m<sup>-1</sup>). A cultivar Quatro Estações destacou por apresentar menor perda de massa fresca ao longo do período de conservação, maior conteúdo médio de clorofila total e maior valor de pH. O conteúdo de vitamina C e o teor de sólidos solúveis foram influenciados pelo reuso de rejeito da dessalinização em solução nutritiva, apresentando maior teor, no maior nível salino estudado. As alfaces cultivadas em fibra de coco irrigada com reuso do rejeito da dessalinização na solução nutritiva apresentaram, em geral, boa aparência tanto na colheita como após três dias de conservação refrigerada.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L. Água salina. Ambiente protegido. Armazenamento.

## QUALITY AND CONSERVATION OF LETTUCE CULTIVATED WITH DESALINATION WASTE-WATER

**ABSTRACT** – The objective of this work was to evaluate the effect of desalination wastewater on the post harvest quality and conservation of lettuce, cultivars Verônica and Quatro Estações, produced in hydroponic system with coconut fiber. The test was developed in a protected environment from the Department of Environmental Sciences of Universidade Federal Rural do Semi-Árido, located in Mossoró/RN, installed in an experimental design of randomized blocks, in factorial scheme 2 x 2 x 5, with three replicates, the treatments consisted of two lettuce cultivars (Verônica and Quatro Estações), two times of evaluation (at the time of harvest and after three days of conservation) and five levels of salinity of the nutrient solution with or without a further dilution of the tailing desalination of brackish water (1.1; 2.4; 3.6; 4.7 and 5.7 dS m<sup>-1</sup>). Quatro Estações cultivar showed lower weight loss during the conservation period and higher total value of chlorophyll and pH. The matter of vitamin C and soluble solids were influenced by the reuse of tailing from desalination in nutrient solution, presenting higher level in the highest salt content studied. The cultivated lettuce on coconut fiber irrigated with reuse of the tailing nutrient solution in desalination presented, in general, good appearance both at harvest and after three days of conservation.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L. Water saline. Greenhouse. Storage.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 20/03/2013; aceito em 14/07/2014.

Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq.

<sup>2</sup>Doutorando em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciências Vegetais, BR 110, Km 47, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró-RN; darcioabrantes@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Mossoró-RN; plmorais@ufersa.edu.br.

<sup>4</sup>Doutoranda em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Departamento de Fitotecnia, Fortaleza-CE; lucilianalmeida@hotmail.com.

<sup>5</sup>Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícola pela Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba-SP; neto2006osvaldo@yahoo.com.br.

<sup>6</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica, UFERSA, Mossoró-RN; nildo@ufersa.edu.br.

## INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro o desafio, devido à escassez de águas superficiais, é promover o abastecimento de água às famílias rurais e garantir a produção de alimentos. O uso de águas subterrâneas é uma alternativa viável, entretanto, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso para o consumo humano por apresentarem problemas de salinidade (MEDEIROS et al., 2003; SOUSA et al., 2009).

O tratamento amplamente utilizado para reduzir a concentração de sais destas águas tem sido a dessalinização. Entretanto, faz-se necessário que se considerem os riscos ambientais decorrentes dessa técnica, porque, na dessalinização, gera-se, além da água potável, água residuária (rejeito) altamente salina e com risco de contaminação ambiental elevado (DIAS et al., 2011b).

O grande desafio é a destinação adequada do rejeito da dessalinização de forma a evitar impactos negativos ao ambiente das comunidades que se beneficiam desta tecnologia, possibilitando seu uso no preparo da solução nutritiva ou apenas na reposição do volume evapotranspirado na produção de alimentos (SANTOS, R. et al., 2010a; SOARES et al., 2010).

Nas comunidades rurais de Mossoró (RN), onde têm sido implantadas as unidades de tratamento de água por dessalinização possibilitando sua utilização para consumo humano, a água potável produzida, cerca de 60% aproximadamente da água bruta tratada origina água residuária. Este rejeito não está recebendo tratamento ou destinação adequada, sendo despejado diretamente ao solo e, quando utilizado na irrigação de culturas, não há qualquer fundamentação técnico-científica para o seu uso, causando problemas de salinização nos solos (DIAS et al., 2010; DIAS et al., 2011a).

A salinidade dos solos pode comprometer o desenvolvimento das plantas, pois dificulta absorção de água, provoca toxicidade de íons específicos e outras interferências indireta nos processos fisiológicos (SILVA et al., 1999). Todavia, tolerância das plantas à salinidade é influenciada por diversos fatores, dentre elas a condição ambiental, tipo de substrato e sistema de produção (ADAMS, 1991). Estudos sobre o efeito do sistema de produção (cultivo orgânico, hidropônico e convencional) e da salinidade da solução nutritiva na produção da alface veem sendo realizados (DIAS et al., 2011b; FAVAROTRINDADE et al., 2007; PAULUS et al., 2010; MORAIS et al., 2011; SANTANA et al., 2006; SANTOS, A. et al., 2010; SANTOS, C. et al., 2010; SANTOS, et al., 2011; SOARES et al., 2010; STERTZ et al., 2005). Entretanto, são raros estudos sobre o efeito do uso da água de rejeito da dessalinização na solução nutritiva sobre a qualidade e conservação pós-colheita da alface, produzida em fibra de coco.

Desta forma, considerando o aproveitamento do rejeito da dessalinização em solução nutritiva como forma de otimizar o uso da água para a agricultura do semiárido brasileiro, bem como minimizar o descarte inadequado, objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito da água de rejeito da dessalinização na qualidade e conservação pós-colheita de alface, cultivares Verônica e Quatro Estações, produzida em sistema hidropônico com fibra de coco.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu-se de um experimento utilizando-se duas cultivares de alface, Verônica (crespa) e Quatro Estações (roxa), conduzido em ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), situado no município de Mossoró, RN (5° 11' S, 37° 20' W e altitude 18 m). Segundo a classificação de Köppen, o bioclima da região é do tipo BShw', com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm, e umidade relativa de 68,9%. O ambiente protegido utilizado foi do tipo capela com pé direito de 3,0 m, 12,0 m de comprimento e 16,0 m de largura, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo antiultravioleta e espessura de 150 micras, protegida nas laterais com malha negra 50%. Durante o experimento, o ambiente protegido apresentou temperatura média de 29,7 °C e umidade relativa do ar de 67,4%.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados no esquema fatorial 2 x 2 x 5 com três repetições, sendo o primeiro fator constituídos pelas diferentes cultivares (Verônica e Quatro Estações), o segundo pelos tempos de avaliação (na ocasião da colheita e após três de conservação a 7,6 ± 1 °C e umidade relativa de 27 ± 5%) e o terceiro fator constou dos níveis de salinidade da solução nutritiva (1,1; 2,4; 3,6; 4,7 e 5,7 dS m<sup>-1</sup>). Os níveis de salinidade foram obtidos com ou sem a necessidade de diluição do rejeito da dessalinização de água salobra (M<sub>1</sub> = 100% água de abastecimento, M<sub>2</sub> = 25% água de rejeito + 75% água de abastecimento, M<sub>3</sub> = 50% água de rejeito + 50% água de abastecimento, M<sub>4</sub> = 75% água de rejeito + 25% água de abastecimento e M<sub>5</sub> = água de rejeito), que após a adição dos fertilizantes, a salinidade final da solução nutritiva para cada tratamento foram de 1,1; 2,4; 3,6; 4,7 e 5,7 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Cada parcela experimental foi composta por um sistema hidropônico aleatorizado entre os blocos, constituído por uma canaleta de PVC tipo trapézio com 6 m de comprimento, tendo em sua base perfurações a cada 0,5 m para escoar o excesso de solução. As canaletas de cultivos foram preenchidas com fibra de coco, substrato que serviu de sustentação às raízes e de material de retenção da solução nutritiva





Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Andrade Filho, Jerônimo; Nogueira de Sousa Neto, Osvaldo; da Silva Dias, Nildo; Francismar de Medeiros, José; Oliveira Batista, Rafael  
Cotton production using secondary domestic sewage  
Acta Scientiarum. Technology, vol. 35, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 213-220  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Brasil

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303229362004>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System

Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal

Non-profit academic project, developed under the open access initiative



## Cotton production using secondary domestic sewage

Jerônimo Andrade Filho\*, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Nildo da Silva Dias, José Francismar de Medeiros and Rafael Oliveira Batista

Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, 59625-90, Cx. Postal 137, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil. \*Author for correspondence. E-mail: nildo@ufersa.edu.br

**ABSTRACT.** This study was performed at the campus of the Semiarid Rural Federal University in Mossoró, State of Rio Grande do Norte, and aimed to evaluate the behavior of cotton (*Gossypium hirsutum* L. race latifolium Hatch), cultivar 8h as for growth and yield when fertirrigated with secondary domestic sewage. The experiment consisted of a randomized block split plot design, with dilutions of domestic effluents tested at plot level [25% - T<sub>1</sub>, 50% - T<sub>2</sub>, 75% - T<sub>3</sub>, 100% of secondary domestic sewage - T<sub>4</sub> and 100% water supply with soil mineral fertilization - T<sub>5</sub>] on soils of different textures. The plant height was significantly greater at only at 15 and 30 DAP, reaching a maximum value of 67.30 cm with 100% wastewater on the 50th DAP. The cotton production was not influenced by the application of different levels of secondary domestic sewage; but a linear increase of productivity was observed in the sandy soil, reaching 1,363.45 kg ha<sup>-1</sup> with the application of 100% of domestic sewage. On the Cambisol, the cotton plant presented the best results in terms of morphology.

**Keywords:** environment, sustainability, reuse.

## Produção de algodão usando esgoto doméstico secundário

**ABSTRACT.** Este trabalho foi desenvolvido no Campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, com o objetivo de analisar o comportamento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hatch), cultivar 8h, sobre os aspectos de crescimento e produção, quando irrigado com esgoto doméstico secundário. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo que em nível de parcelas foram testadas proporções de esgoto doméstico secundário [25% - T<sub>1</sub>, 50% - T<sub>2</sub>, 75% - T<sub>3</sub>, 100% de esgoto doméstico secundário - T<sub>4</sub> e 100% de água de abastecimento com adubação mineral do solo - T<sub>5</sub>] em dois solos de texturas contrastantes. Com os resultados obtidos verificou-se que a altura de planta só apresentou resultado significativo aos 15 e 30 dias após o plantio (DAP), tendo valor máximo de 67,30 cm com a aplicação de 100% de água residuária aos 50 DAP. A produtividade do algodão não foi influenciada pela aplicação das diferentes proporções de esgoto doméstico secundário, entretanto constatou-se um acréscimo linear da produtividade no solo arenoso, atingindo um valor máximo de 1.363,45 kg ha<sup>-1</sup> com aplicação de 100% de esgoto doméstico secundário. No cambissolo, o algodoeiro apresentou melhores resultados do ponto de vista morfológico.

**Palavras-chave:** meio ambiente, sustentabilidade, reuso.

### Introduction

Currently, drinking water to address the basic needs of the population is increasingly scarce. Besides that there is a lack of implementation of water resource management policies in order to minimize the impacts produced by human activities.

In a global perspective, available water resources are no longer sufficient to adequately supply the population. According to Mancuso and Santos (2003) there are today approximately 26 countries that shelter 262 million people, which represent areas under water shortage. Corroborating with this, several studies have reported an increased and unrestricted exploitation and pollution of water

bodies reducing its quality and quantity, restricting thus the possibility of multiple uses (ARAÚJO et al., 2012; FIGUEIRÊDO et al., 2007).

In Brazil water shortage is evident mainly in Northeast. This region has around 58% territory in semi-arid areas, characterized by a short rainy period, high temperature and high evapotranspiration rate (SOUSA et al., 2005).

In this way, water reuse arises as a viable alternative to minimize this situation. The water reuse for irrigation is widely studied and recommended by water researchers and managers to meet water and, largely, nutritional needs of plants (HERPIN et al., 2007). In addition to recovering the

# Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização<sup>1</sup>

## Cherry tomato growth and yield in soilless system using wastewater from desalination process

Jonath Werissimo da Silva Gomes<sup>2</sup>, Nildo da Silva Dias<sup>3\*</sup>, André Moreira de Oliveira<sup>4</sup>, Flávio Favaro Blanco<sup>5</sup> e Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>4</sup>

**Resumo** - A produtividade agrícola sustentável é o maior desafio nas regiões áridas e semiáridas por causa da escassez de água para irrigação, sendo comum o uso de água salobra para irrigação. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta do tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* L., cv. Samambaia) sob quatro níveis de salinidade da solução nutritiva com adição de rejeito salino em sistema de produção hidropônico. As plantas de tomate foram cultivadas em vasos com substrato de fibra de coco e irrigadas com soluções nutritivas preparadas com água de abastecimento e com águas salinas preparadas diluindo-se água de rejeito coletado em um dessalinizador a 75%; 50% e 25% e 0%, correspondendo à condutividades elétricas de 2,1; 3,55; 4,88, 6,02 e 6,96 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (níveis de salinidade da solução nutritiva) e quatro repetições. A altura e a massa seca das plantas reduziram com o aumento da salinidade da água de irrigação. O consumo hídrico da cultura foi influenciada pela adição de rejeito salino na solução nutritiva e a salinidade limiar, considerando-se a produtividade da cultura, ficou em torno de 3,51 dS m<sup>-1</sup>. A adição de até 25% de rejeito de dessalinizador (diluição de 75%) à solução nutritiva permite o cultivo do tomate cereja, cv. 'Samambaia', sem haver redução na produtividade.

**Palavras-chave** - *Lycopersicon esculentum* Mill. Solução nutritiva. Salinidade. Evapotranspiração.

**Abstract** - Sustainable agricultural production is the most challenge facing many arid and semiarid regions due to the severe shortage of water for irrigation, thus the use of saline water for irrigation is common. The aim of this research was to examine the response of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* L., cv. Samambaia) under four levels of salinity of the nutritional solution with added water reject from desalting under soilless conditions. Plants were grown in pots filled with coconut fiber and irrigated with nutrient solutions prepared with tap water and with saline waters prepared by dilution of reject water from brine desalination at 75; 50; 25 and 0% (CE of 2.1; 3.55; 4.88; 6.02 and 6.96 dS m<sup>-1</sup>, respectively). A completely randomized design was used with four replications and 5 treatments (salinity levels of the nutrient solutions). The hídrico consumption of the culture was influenced by the addition of rejects saline in the nutritional solution and the salinity threshold, considering itself it productivity of the culture, was around 3,51 dS m<sup>-1</sup> in the nutrient solution. Addition of up to 25% of reject (75% dilution) to nutrient solution allow cropping cherry tomato, cv. 'Samambaia', without any yield reduction.

**Keywords** - *Lycopersicon esculentum* L. nutrient solution. electric conductivity.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 31/08/2010; aprovado em 31/01/2011

Trabalho submetido e selecionado no primeiro Simpósio Brasileiro de Salinidade realizado de 12-15/10/2010 em Fortaleza, Ceará, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica/UFERSA, Caixa Postal 137, Mossoró-RN, Brasil, 59.625 900

<sup>3</sup>Departamento. de Ciências Ambientais e Tecnológica, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Brasil, (0XX84) 3315.17416, nildo@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica/UFERSA, Mossoró-RN, Brasil

<sup>5</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, Brasil

## Introdução

Em todo o mundo, em razão da crescente demanda por água, cada vez mais se testemunha a utilização de águas caracterizadas como de qualidade inferior, sendo essas: efluentes de sistemas de drenagens urbana e rural, esgoto, águas salobras e rejeito de dessalinizadores. No ambiente semiárido brasileiro, devido à escassez de águas superficiais, o grande desafio é promover o abastecimento de água às famílias rurais e garantir a produção de alimentos. O uso de águas subterrâneas é uma alternativa viável para garantir o acesso dessas comunidades à água, a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam na maioria dos casos restrições de uso para o consumo humano (AYERS; WESTCOT, 1999), por apresentarem problemas de salinidade.

Para suprir a necessidade por águas de boa qualidade das comunidades rurais de Mossoró-RN, as quais são abastecidas com água proveniente do aquífero Jandaíra, que há concentração elevada de sais; tem-se utilizado equipamentos dessalinizadores, capazes de reduzirem a níveis muito baixos de sais as águas captadas destes poços subsuperficiais, viabilizando sua utilização para o consumo humano. A tecnologia amplamente utilizada tem sido a dessalinização por osmose reversa e, essa técnica tem um fator limitante que é a produção de um rejeito de água com alta salinidade, o qual necessita ser utilizado de forma ambientalmente correta, possibilitando, sempre que possível, a produção de alimentos.

No Brasil, o rejeito da dessalinização não está recebendo, na quase totalidade dos casos, qualquer tratamento; mesmo assim, está sendo despejado no solo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais do terreno (PORTO et al., 2001). Riley et al. (1997) consideraram o cultivo de plantas halófitas a melhor opção para dispor o rejeito da osmose reversa; já para Soares et al. (2006) afirmam que o uso do rejeito para irrigação de plantas halófitas forrageiras pode ser incompatível com a seguridade ambiental em razão da ineficiência de extração de sais dessas plantas frente ao montante aplicado ao solo.

Uma opção para dispor o rejeito da dessalinização é a sua utilização na solução nutritiva em cultivos hidropônicos de hortaliças, já que a tolerância das plantas à salinidade em sistemas hidropônicos é maior em relação ao sistema convencional, pois a inexistência do potencial mátrico sobre o potencial total da água irá reduzir a dificuldade de absorção de água pelas plantas (SOARES et al., 2006). Além disso, no sistema hidropônico o rejeito da dessalinização de água já está captado, podendo ser diluído para recirculação e irrigar outras cultura ou ainda ser facilmente direcionado para concentração em tanques de evaporação, evitando

seu despejo no solo. Com isso, espera-se que os cultivos de plantas em sistema hidropônico proporcionem o uso sustentável das águas salobras provenientes da dessalinização.

Por outro lado, a exploração de culturas moderadamente sensível à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), como o tomate, terá sua produção econômica de frutos em condições de salinidade dependente das práticas culturais adequadas e, também da habilidade das plantas em reagir aos efeitos salinos. Porém, a redução na produção de massa seca e na produtividade total e comercial em tomate com o aumento da salinidade tem sido reportada por diversos autores, tanto em solo (CAMPOS AL-BUSAIDI et al., 2009; et al., 2006; MAGAN et al., 2008; MALASH et al., 2002; YURTSEVEN et al., 2005) como em cultivo hidropônico (AL-ERYANI, 2004; MAGGIO et al., 2007).

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento, consumo hídrico e a produção de tomate cereja em sistema hidropônico com fibra de coco utilizando rejeito da dessalinização da água de uma estação de tratamento em Mossoró, RN.

## Material e métodos

O experimento foi realizado, no período de março a junho de 2008, em um ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada em Mossoró, RN (5°11' S, 37°20' W e 18 m).

O experimento foi conduzido em vasos de 12 L preenchidos com 8 kg de fibra de coco que serviram de sustentação para as plantas. Em cada vaso foram feitas perfurações na base e adicionada uma camada de 3 cm de brita coberta com manta geotêxtil (bidim) para permitir a drenagem do excesso de água aplicada nas irrigações.

A solução nutritiva básica tinha a seguinte constituição conforme recomendação de Santos (2002), sendo dissolvidos, por cada 100 L de água, 805 g nitrato de cálcio, 334 g nitrato de potássio, 175 g de fosfato monoamônico - MAP, 252 g sulfato de magnésio e 10 g de Quelatec® (mistura sólida de EDTA-chelated nutrientes contendo 0.28% Cu, 7.5% Fe, 3.5% Mn, 0.7% Zn, 0.65% B e 0.3% Mo).

As mudas de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* L., cv. Samambaia) foram transplantadas para os vasos aos 15 dias após a semeadura; cada vaso recebeu apenas uma muda e foram dispostos de modo a proporcionar um espaçamento de 1 x 0,5 m entre plantas. Foram instalados mourões nas extremidades de



## Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas

**Christiano R. Cosme<sup>1</sup>, Nildo da S. Dias<sup>1</sup>, André M. de Oliveira<sup>1</sup>,  
Ermelinda M. M. Oliveira<sup>2</sup> & Osvaldo N. de Sousa Neto<sup>1</sup>**

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) em cultivo hidropônico, adicionando água de rejeito da dessalinização na composição da solução nutritiva, obtendo-se três níveis de salinidade da solução nutritiva: 7,1; 8,7 e 10,1 dS m<sup>-1</sup>, além da testemunha (sem adição do rejeito: 2,1 dS m<sup>-1</sup>), iniciando-se sua aplicação em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura: 7; 32 e 58 dias após o transplante (DAT). O delineamento foi inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e três repetições cada, arranjados em um esquema fatorial 3x3 (níveis de salinidade x época de início da aplicação da salinidade), mais a testemunha. A salinidade da solução nutritiva produzida pelo rejeito salino reduziu, de forma significativa, a matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea e a produção dos frutos da cultura do tomate. A época de início da aplicação do rejeito à solução nutritiva, reduziu apenas a matéria seca da parte aérea e a produção de frutos do tomateiro, quando aplicado a partir dos 7 DAT, enquanto a interação desses fatores não produziu efeito significativo para as variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, rejeito salino, salinidade

## Hydroponic tomato production using reject of desalination in the nutrient solution applied at different stages

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the response of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in a hydroponic system, adding water from desalination in the composition of the nutrient solution, resulting in three levels of salinity of nutrient solution: 7.1; 8.7 and 10.1 dS m<sup>-1</sup>, and the control (without addition of water from desalination: 2.1 dS m<sup>-1</sup>), starting its application at different stages of crop development: 7, 32 and 58 days after transplanting (DAT). The design was completely randomized with 9 treatments and 3 replications, arranged in a 3x3 factorial design (levels of salinity x starting time of the application of salinity), and control. The salinity of the nutrient solution produced by the saline water, significantly reduced the fresh weight of shoot, dry weight of shoots, and fruit production of tomato. The stage of the application of water in the nutrient solution only reduced the dry matter of shoot and fruit yield of tomato, when applied from 7 DAT, while the interaction of these factors did not produce significant effects for the variables.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*, saline waste, salinity

## INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), é uma das espécies hortícolas de maior importância no mundo, sendo utilizada tanto para consumo fresco como para a indústria. No Brasil, o tomateiro constitui uma das hortaliças de fruto mais importantes comercialmente, com uma produção anual de 3,2 milhões de toneladas, numa área plantada em torno de 63.000 ha e produtividade média de 54 Mg ha<sup>-1</sup> (Agriannual, 2008).

A região semiárida do Nordeste, especialmente o Polígono das Secas, apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, aliadas às elevadas taxas de evapotranspiração e ao predomínio de rochas impermeáveis (embasamento cristalino), favorecem a escassez de águas superficiais (Costa et al., 2006) e desfavorecem a implantação de sistemas de produção agrícola convencionais em sequeiro; neste cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população, caso em que as águas subterrâneas são apontadas como alternativa viável para garantir o acesso à água, a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares.

Entretanto, essas fontes hídricas apresentam na maioria dos casos restrições de uso para dessedentamento humano (Ayers & Westcot, 1999), por apresentarem, em sua maioria, problemas de salinidade.

De acordo com os resultados dos estudos da MME (2005), verifica-se, onde foram coletadas e analisadas amostras de 528 poços tubulares da região de Mossoró, RN, a predominância de águas salobras e salinas, com 93,90% dos poços amostrados. Diante disto, a tecnologia da dessalinização da osmose reversa tem sido amplamente utilizada para o tratamento dessas águas salobras (Porto et al., 2004). Porém, segundo Soares et al. (2006), a dessalinização gera, além da água potável, um rejeito altamente salino e de poder poluente elevado. Considerando a alta frequência de águas salobras nos recursos subterrâneos de regiões semiáridas, como a brasileira, seu uso poderia causar grande impacto ambiental (salinização), caso o sistema de cultivo fosse o convencional baseado no solo (Soares et al., 2007).

Desta forma, o aproveitamento do rejeito salino gerado pela dessalinização por osmose reversa para o preparo de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos de hortaliças, surge como uma forma interessante para destinar este resíduo, como mostram os resultados de pesquisas de diversos autores (Soares et al., 2007; Dias et al., 2010; Santos et al., 2010a; 2010b). Desta forma, os cultivos hidropônicos podem constituir uma vantagem quando se utiliza água salobra pois, neste sistema, inexistente o potencial mátrico devido ao estado de saturação ao qual plantas estão submetidas, fato que possibilita o aumento da resposta das culturas à salinidade (Soares et al., 2007).

O tomateiro é uma cultura classificada como moderadamente sensível aos sais, segundo Ayers & Westcot (1999) e, de acordo com Maas (1990), a tolerância aos sais por determinada cultura, é afetada por diversos fatores, como o estágio de desenvolvimento no momento da exposição aos sais, duração da exposição aos sais, condições ambientais, propriedades físicas e químicas do solo e do tipo e intensidade do manejo. Teixeira (1996), destaca que em quase todos os estados

brasileiros se cultivam hortaliças em hidroponia, cujas culturas principais são alface, rúcula, pimentão, morango e tomate.

Ante o exposto acima este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produtividade e o comportamento do tomateiro em sistema hidropônico com substrato, utilizando-se água de rejeito da dessalinização por osmose reversa na composição da solução nutritiva, em diferentes épocas de início da aplicação dos níveis de salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 19 de julho a 05 de novembro de 2009, em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, Mossoró, RN, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSw' (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

As sementes de tomate (grupo Santa Cruz, cv. Kada gigante), foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido em 128 células preenchidas com substrato de fibra de coco, no dia 19 de julho. O transplantio para as unidades experimentais foi realizado no dia 30 de julho. As unidades experimentais eram constituídas de vasos plásticos preenchidos com o substrato fibra de coco (Golden Mix®), posicionados em 6 fileiras espaçadas 1,00m entre fileiras e 0,50m entre vasos. A condução da cultura foi feita em espaldeiras verticais de 2 m de altura e com auxílio de fita de ráfia, eliminando-se o excesso de brotações laterais, por meio de podas manuais. À medida em que as plantas se desenvolviam, eliminavam-se algumas hastes e folhas velhas da parte basal, para melhorar a luminosidade e ventilação.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, aplicando-se três níveis de salinidade da solução nutritiva ( $S_1 = 7,1$ ;  $S_2 = 8,7$  e  $S_3 = 10,1$  dS m<sup>-1</sup>) iniciando-se em três diferentes épocas de desenvolvimento da cultura (EA), ou seja: 7; 32 e 58 dias após o transplantio (DAT), formando 9 tratamentos, arranjos em um esquema fatorial 3x3 (níveis de salinidade x época de início da aplicação da salinidade), mais a testemunha, correspondentes à sequência:  $T_1 = S_1, S_1$  e  $S_1$ ;  $T_2 = S_0, S_1$  e  $S_1$ ;  $T_3 = S_0, S_0$  e  $S_1$ ;  $T_4 = S_2, S_2$  e  $S_2$ ;  $T_5 = S_0, S_2$  e  $S_2$ ;  $T_6 = S_0, S_0$  e  $S_2$ ;  $T_7 = S_3, S_3$  e  $S_3$ ;  $T_8 = S_0, S_3$  e  $S_3$  e  $T_9 = S_0, S_0$  e  $S_3$ , mais o tratamento testemunha, Test. =  $S_0, S_0$  e  $S_0$  ( $S_0 = 2,1$  dS m<sup>-1</sup>), sendo que os 1º, 2º e 3º termos desses tratamentos correspondem às épocas de início da aplicação da solução salina.

Os três níveis de salinidade da solução nutritiva foram obtidos pela mistura de água de rejeito da dessalinização por osmose reversa (AR), coletada de uma unidade de tratamento de água salobra em uma comunidade rural localizada na zona rural de Mossoró, RN, com água de abastecimento (AA) proveniente do campus da UFRSA ( $CE_a = 0,52$  dS m<sup>-1</sup>), nas seguintes proporções:  $S_1 = 50\%$  AA + 50% AR;  $S_2 = 25\%$  AA + 75% AR e  $S_3 = 100\%$  AR, mais o  $S_0 = 100\%$  AA (Testemunha).

# Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra<sup>1</sup>

Patrícia Lígia Dantas de Moraes<sup>2\*</sup>, Nildo da Silva Dias<sup>3</sup>, Maria Lucilania Bezerra Almeida<sup>4</sup>, José Dárcio Abrantes Sarmiento<sup>4</sup>, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>4</sup>

## RESUMO

Considerando que a duração da exposição, a qualidade e intensidade de luz afetam as características de qualidade das hortaliças folhosas, conduziu-se um experimento, em ambiente protegido, com o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita da alface hidropônica, sob os efeitos das malhas de sombreamento, com diferentes percentagens de atenuação da radiação solar. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 5, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por quatro malhas termorefletoras (40; 50; 60 e 70% de sombreamento) e uma testemunha, com malha negra 50%. Em cada parcela, representada por um sistema hidropônico individual, foi cultivada a alface (cv. Olinda, Crespa), sendo avaliada sua qualidade por ocasião da colheita e após quatro dias de armazenamento refrigerado ( $7,6 \pm 1$  °C e  $27 \pm 5$  % UR). Observou-se que o excesso de sombreamento, ocasionado pelas malhas termorefletoras 60 e 70% e malha negra 50%, comprometeram a aparência da alface. As plantas submetidas ao sombreamento com a malha termorefletora 40% apresentaram menor perda de massa, ao final de quatro dias de armazenamento. Os graus de sombreamento ocasionados pelas malhas termorefletoras e pela malha negra não influenciaram nos teores de ácido cítrico, sólidos solúveis, vitamina C e clorofila total da alface.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., sombreamento, cultivo hidropônico, armazenamento.

## ABSTRACT

### Postharvest quality of hydroponic lettuce in greenhouse shaded with thermo-reflective and black screens

Quality characteristics of leafy vegetables are affected by the duration of exposure, quality and intensity of light. This study was carried out under greenhouse conditions to evaluate the postharvest quality of hydroponic lettuce affect by thermo-reflective screens with different percentages of attenuation of solar radiation. The experiment was arranged in a 2 x 5 factorial randomized block design, with three replicates and treatments consisting of four thermo-reflective screens (40; 50; 60 and 70% of attenuation of solar radiation) and one control with the black screen 50%. Lettuce (cv. Olinda, Crespa) plants grown in each experimental plot, represented by an individual hydroponic system, were evaluated for quality at harvest and after four days of cold storage ( $7.6 \pm 1$  °C and  $27 \pm 5$  % UR). The over-shading caused by thermo-reflective 60 and 70% and black screen 50% affected the lettuce appearance. The plants shaded with thermo-reflective 40% showed lower mass loss after four days of storage. The shading provided by the thermo-reflective and black screens did not affect the acid content, soluble solids, vitamin C and chlorophyll content of lettuce.

**Key words:** *Lactuca sativa* L., mesh shading, soilless culture, storage.

Recebido para publicação em 27/10/2010 e aprovado em 01/07/2011

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq.

<sup>2</sup> Engenheira-Agrônoma, Doutora. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Vegetais, BR 110 do Km 47, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Brasil. plmorais@ufersa.edu.br. Autora para correspondência.

<sup>3</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica, BR 110 do Km 47, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Brasil. nildo@ufersa.edu.br.

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, BR 110 do Km 47, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Brasil. neto2006osvaldo@yahoo.com.br; lucilaniaalmeida@hotmail.com; darcioabrantes@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de hortaliças em sistema hidropônico é uma das atividades que mais investe em tecnologia de produção em ambiente protegido, em função da elevada exigência do mercado consumidor e do alto valor econômico agregado aos produtos desse segmento. Segundo Cunha & Escobedo (2003), várias são as finalidades do cultivo em ambiente protegido, entre as quais se destaca a eliminação do efeito negativo das baixas temperaturas, do vento, do granizo e do excesso de chuva, além da possibilidade de diminuição do ciclo de produção, de economia de água e de redução do ataque de pragas e incidência de doenças.

Diversos pesquisadores estudaram o microclima no interior de ambientes protegidos, bem como o desenvolvimento de várias culturas, para o adequado manejo do sistema (Gaffney, 2004; Boueri & Lunardi, 2006; Meirelles *et al.*, 2007). As malhas sombreadoras têm sido utilizadas isoladamente, ou em associação com os ambientes protegidos, produzindo, assim, uma condição microclimática, apropriada para o desenvolvimento das culturas, reduzindo, principalmente, os efeitos nocivos da alta taxa de incidência da radiação solar e protegendo contra os extremos de temperatura.

Assim, nas regiões semiáridas, onde há alta insolação, é recomendado o uso de malhas no interior dos ambientes protegidos, para que a produção vegetal não seja prejudicada pelas altas temperaturas, já que as malhas fornecem sombreamento às plantas e possuem propriedades que podem melhorar as condições microclimáticas dos ambientes (Aquino *et al.*, 2007).

Atualmente, existem no mercado malhas termorefloras, amplamente utilizadas na agricultura, tanto em campo aberto, como em viveiros e telados e em casas de vegetação (Guiselini & Sentelhas, 2004; Gussakovsky *et al.*, 2007). Estas malhas, além de promoverem sombreamento, possuem características que as diferenciam das malhas negras, tais como a conservação de energia do ambiente, a reflexão de parte da energia solar, menores temperaturas no verão e maiores no inverno; além disso, os fios dessas malhas são retorcidos e promovem difusão da luz, aumentando a eficiência da fotossíntese (Goto *et al.*, 2005).

Pezzopane *et al.* (2000) verificaram que as malhas termorefloras provocam aumento da temperatura mínima noturna do ambiente, da cultura que está sendo cultivada e do solo, em razão da menor perda de radiação de ondas longas, por ser noite e ocorrer menor renovação de ar. Os autores afirmam, ainda, que as malhas contribuem para a diminuição da transpiração da cultura à noite e, consequentemente, para a redução do calor consumido por evapotranspiração. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a duração da exposição, a qualidade e a intensidade de luz modi-

ficam as características de qualidade, tais como coloração, espessura da casca, tamanho, teor de sólidos solúveis, de vitamina C e a massa das frutas e hortaliças, que dependem da fotossíntese para serem produzidas.

Em vista do exposto, poder-se-ia supor que, para a produção de alface hidropônica em ambiente protegido, em regiões em que é necessário o sombreamento para o desenvolvimento e a qualidade apropriada da cultura, as malhas termorefloras promoveriam o sombreamento e o controle microclimático, sendo interessante investigar o melhor material termoreflor que poderia garantir a qualidade da alface.

Deste modo, objetivou-se, no presente estudo, avaliar a qualidade pós-colheita da alface hidropônica, cultivada em ambiente protegido, sob sombreamento com malhas termorefloras e malha negra 50%.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de março a maio de 2008, em ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN (5°11' S, 37°20' W e 18 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual irregular, com média de 672,9 mm, e umidade relativa de 68,9% (Carmo Filho *et al.*, 1991). O ambiente protegido utilizado foi do tipo capela, com pé direito de 3,0 m, 12,0 m de comprimento e 16,0 m de largura, coberto com filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo antiultra violeta e espessura de 150 micras, protegido nas laterais com malha negra 50%.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por quatro diferentes percentagens de sombreamento de malhas termorefloras (40; 50; 60 e 70%) e um sombreamento de malha negra 50%, avaliados pela qualidade da alface produzida, no dia da colheita e após quatro dias de armazenamento refrigerado (7,6 ± 1 °C e 27 ± 5 % UR). O ambiente protegido teve influência apenas do plástico de polietileno e das parcelas, representadas por 15 bancadas, que receberam fechamento superior e lateral com um tipo de malha para sombreamento (termoreflora ou negra), atenuando a radiação solar na lateral e na parte superior (1,0 m de altura em relação à bancada). O cultivar de alface utilizado foi o Olinda, tipo crespa, com folhas de coloração verde-escura, recomendada para plantio durante todo o ano.

Cada parcela experimental foi constituída por uma bancada de aço com 0,64 m<sup>2</sup> e 1,90 m de altura, contendo um sistema hidropônico, constituído de oito vasos plásticos com capacidade para 3,0 L, os quais tinham as bases perfuradas e equipadas com microtubos, protegidos por tela,



## USE OF REJECT BRINE FROM DESALINATION ON DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES OF HYDROPONIC LETTUCE<sup>1</sup>

NILDO DA SILVA DIAS<sup>2\*</sup>, FRANCISCO AÉCIO DE LIMA<sup>3</sup>, CLÁUDIO RICARDO DA SILVA<sup>4</sup>, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO<sup>5</sup>, HANS RAJ GHEYI<sup>6</sup>

**ABSTRACT** - In order to evaluate the impact of the high salinity reject brine from reverse osmosis desalination on hydroponic lettuce cultivated in greenhouse an investigation was carried out in Mossoró, Northeast of Brazil (5°11'S, 37°20'O and 18m above sea). Two lettuce cultivars ('Verônica' and 'Babá de verão') were cultivated with a basic nutrient solution with 1.1 dS m<sup>-1</sup> (control) during the crop cycle (1-28 days after transplanting - DAT) - T<sub>0</sub> and with basic nutrient solution containing 50% of the reject water from desalination with 4.8 dS m<sup>-1</sup> exposed during 1-7, 21-28, 7-14 e 1-28 DAT (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub>, respectively). The addition of 50% of brine reject from desalination into the hydroponic nutrient solution allows grow only 'Verônica' lettuce with no reduction in fresh biomass. This lettuce cultivar shows to be more tolerant to salinity for all exposure time with reject brine in the nutrition solution, despite the fact that 'Babá de Verão' cultivar is more productive.

**Keywords:** Salinity. Reverse osmosis. *Lactuca sativa* L. Groundwater

## USO DE REJEITO SALINO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA ALFACE HIDROPÔNICA

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar os efeitos da utilização do rejeito da dessalinização na solução nutritiva no cultivo de alface hidropônica em ambiente protegido, duas cultivares de alface ('Verônica' e 'Babá de Verão') foram cultivadas com solução nutritiva básica com 1,1 dS m<sup>-1</sup> (testemunha) durante todo o ciclo (1-28 dias após o transplante - DAT) - T<sub>0</sub> e com solução nutritiva básica contendo 50% de água de rejeito da dessalinização com 4,8 dS m<sup>-1</sup> expostas de 1-7, 21-28, 7-14 e 1-28 DAT (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, respectivamente). As plantas dos tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> foram irrigadas com solução nutritiva básica (T<sub>0</sub>) nas demais fases do ciclo. A adição de 50% de rejeito do dessalinizador à solução nutritiva permite o cultivo da alface em sistema hidropônico, somente para a cv. 'Verônica', sem haver redução na produção de matéria fresca. A cultivar 'Verônica' foi mais tolerante a salinidade em todos os tempos de exposição da salinidade da solução nutritiva com rejeito salino, embora a cultivar 'Babá de Verão' seja mais produtiva.

**Palavras-chave:** Salinidade. Osmose reversa. *Lactuca sativa* L. Água subterrânea.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 25/06/2010; aceito em 05/10/2010.

<sup>2</sup> DCAT/UFERSA, Caixa Postal 137, 59600-900, Mossoró - RN; nildo@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; accioagro@hotmail.com

<sup>4</sup> UFU, Campus Umuarama, 38400-902, Uberlândia - MG; claudio@iciag.ufu.br

<sup>5</sup> UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; neto\_ufersa@hotmail.com

<sup>6</sup> UFRB, 13418-900, Cruz das Almas - BA; 44380-000; hans@pq.cnpq.br

## INTRODUCTION

In semi-arid area of Brazil, the use of groundwater is a viable alternative to ensure community access to water, but these water sources have in most cases, restrictions for domestic consumption and irrigation uses because of their high salinity (MEDEIROS et al., 2003; SOUSA et al., 2009). However, groundwater salinity can be decreased by desalination process (FRITZMANN et al., 2007).

Historically, due to its high cost, desalination was limited to applications as a source for potable water and for high-quality water for industrial uses. However, technological advances in the last years have driven down the cost of desalinated water due to reductions in the price of equipment, reduction in energy demand and know-how on water treatment (TSIOURTIS, 2001; FRITZMANN et al., 2007). In Rio Grande do Norte State, the first desalination plant experience began in 1997 and since then, the numbers of desalination plants have been increased annually.

Reverse osmosis is by far the most widespread type of membrane based desalination process being capable of produce almost pure water. However, it generates also a waste brine with high salinity that may cause salinization of areas where it is dumped (PORTO et al., 2001). Depending on the brine composition and its disposal can lead an adverse effect on soil and groundwater as observed by Mohamed et al. (2005). The major constituents of reject brine are inorganic salts. However, reject brine from industrial plants can also contains small quantities anti-scale additives, corrosion products, and other reaction products (MOHAMED et al., 2005). In fact, desalination method has been limited by the disposal costs of the brines produced and by the adverse impact of brine compositions on the environment. Thus, researches must be carried to solve or minimize the impact of brine.

In Brazil, in most cases, the reject brine from desalination is not receiving any treatment before being dumped on soil, which has leading high accumulation of salts in superficial layers of soil (PORTO et al. 2001). An option to reduce the problem is use it on nutrient solution in hydroponic cultivation of vegetables, since the plant tolerance to salinity in hydroponic systems is greater than in the conventional system (SOARES et al., 2007). Under hydroponic system the matric potential is keep lower than convention system that facilitate water uptake by plants. Moreover, in the hydroponic the reject brine is already captured and may be re-circulated and diluted to irrigate other crops or even can be easily directed to evaporation pans, preventing its release to the soil.

Studies on the tolerance of various species to salinity in hydroponic system have shown that, through adequate water management and cultivation practices, crops can be produced commercially with

saline water (CARUSO; VILLARI, 2004; SAVVAS et al., 2007; AL-KARAKI et al., 2009). Thus, in hydroponic systems, it is expected that crops, particularly fast-cycle, provide a sustainable use for the reject brine and also, a guaranteed food production in the communities where the desalination plants were implanted.

The present study was to evaluate whether the reject brine can be used into hydroponic nutrient solution under different stages of development of lettuce cultivated in greenhouse.

## MATERIAL AND METHODS

The present study was carried out in a greenhouse located at Federal University of Semi-Arid – UFERSA, Mossoró, Brazil (5.2°S, 37.3°O and 18m above sea) from September, 17 to October, 29 of 2008. The climate is BSwH by Thornthwaite classification system with impressive seasonality of monthly precipitation, with a drier regime, generally from June to January and another more wetted from February to May.

The seeds of 'Verônica' and 'Babá de Verão' lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) were sown on September 17 of 2008 on a 128-cell styrofoam box filled with vermiculite. These cultivars were chosen because they are very common under hydroponic systems.

After the germination, the styrofoam box was placed in a DFT system (FURLANI et al., 1999) and then left to drain 4-5cm depth for keeping the substrate moist and for helping the development of root system. The transplanting for hydroponic cultivation was made at 21 days when the seedlings, uniform in size, had 5 or 6 cm height and 5 definitive leaves.

The reject brine was collected in 'Puxa Boi' desalination plant community while the fresh water came from the supply system of the university. The chemical characteristics of the reject brine, fresh water and dilutions used in the experiment are described in Table 1.

The hydroponic system was by Nutrient Film Technique (NFT) with PVC tube channel, a reservoir and pumps. The tubes were over a flat wood stand at 1 m above of ground and spaced by 0.3 m. Along the tube, spaced at 0.2 m, there were holes of 0.09 m of diameter to support the seedlings of lettuce plants. The nutrition solution was pumped to channels and then redistribute by gravity for irrigating all plants. The pumping system was managed to keep a constant solution and water status in the root zone by continuously recirculation for 15 minutes, at intervals of 90 minutes during the day, whereas at night, no solution was supplied to the plants.

The lettuce seedlings were transplanted and distributed alternately into the plots. Each parcel unit was composed by a channel tube which was attached to a 150 L reservoir outside the greenhouse and be-

## PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA E MICROCLIMA DE AMBIENTE PROTEGIDO SOB MALHAS TERMO-REFLETORAS<sup>1</sup>

OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO<sup>2\*</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>2</sup>, ROBERTO TERUMI ATARASSI<sup>3</sup>, JONATAS RAFAEL LACERDA REBOUÇAS<sup>2</sup>, ANDRÉ MOREIRA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>

**RESUMO** – Considerando que as malhas termo-refletoras e a negra fornecem sombreamento às plantas e possuem propriedades particulares que melhoram as condições microclimáticas dos ambientes, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de alface (*Lactuca sativa* L, cv. Olinda) em sistema hidropônico de cultivo, sob o efeito das malhas termo-refletoras com diferentes porcentagens de atenuação da radiação solar. Os tratamentos foram a tradicional malha negra 50% e as malhas termo-refletoras com atenuação da radiação solar de 40, 50, 60 e 70%. Observaram-se diferenças significativas em função dos tratamentos para todas as características analisadas como número de folhas, diâmetro caulinar, matéria fresca, matéria seca, área foliar e a distância média do entrenó. As malhas termo refletoras 40 e 50% proporcionaram melhor crescimento para a cultura da alface, sendo indicadas para fornecer sombreamento em ambiente protegido na região semiárida do nordeste. Além disso, proporcionaram um melhor controle e aproveitamento da radiação solar, temperatura e umidade relativa, sendo o microclima gerado mais propício para o crescimento e produção da cultura da alface.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L. Sombreamento. Ambiente protegido.

## PRODUCTION HYDROPONIC LETTUCE AND MICROCLIMATE OF GREENHOUSE UNDER MESHES THERMO-REFLECTORS

**ABSTRACT** - The thermo-reflective and black screens was used for shading for plants and they has private properties that improve the microclimate conditions, it was aimed to evaluate the growth and yields in hydroponic lettuce production (*Lactuca sativa* L, cv. Olinda), under effect of the thermo-reflective with different percentages of attenuation of the solar radiation. The treatments were and thermo black screens 50% with four different percentages of attenuation of the solar radiation, being meshes 40, 50, 60 and 70%. It was observed significant differences in function of the treatments for all the analyzed characteristics number of leaf, diameter of stem, fresh and dry matter biomass, leaf area and distances of internodes. The meshes thermo-reflective 40 and 50%, it had provided better development for lettuce, in relation to expression of the economical characteristics, being suitable to supply shading in greenhouse conditions at Northeastern semi-arid areas. However, it's improved the most control of the solar radiation, temperature and relative humidity, with micro weather conditions the best for growth and yields of Lettuce.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L. Shading. Greenhouse.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 17/12/2009; aceito em 08/09/2010.

<sup>2</sup>Departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; [neto2006osvaldo@yahoo.com.br](mailto:neto2006osvaldo@yahoo.com.br); [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br); [rafaelufersa@hotmail.com](mailto:rafaelufersa@hotmail.com); [minidote9@hotmail.com](mailto:minidote9@hotmail.com)

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Agrárias, UFU, av. Amazonas, s/n, bloco 2E, Campus Umuarama, 38400-902, Uberlândia - MG; [rtataras2@ig.com.br](mailto:rtataras2@ig.com.br)

## INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido proporciona diversas vantagens em relação ao cultivo tradicional, como a proteção das plantas contra as adversidades climáticas, o aumento da produtividade, a maior eficiência na utilização de água e fertilizantes. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, estes ambientes permitem o cultivo em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção em campo aberto (BURIOL et al., 2000).

Em condições protegidas, a hidropônia pode ser considerada a aplicação mais intensiva deste sistema agrícola de produção e, segundo Rodrigues (2002), é uma alternativa de cultivo de plantas com uso de soluções nutritivas balanceadas, na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais. Para Furlani et al. (1999), os sistemas hidropônicos têm aberto um caminho precioso de melhoria na qualidade e preço dos produtos nos centros urbanos e, quando comparado com o sistema convencional, a hidroponia apresenta maior produtividade e requer menores áreas e quantidade de mão de obra para a produção de alimentos; permitindo aos agricultores familiares, que dispõem de pequenas áreas, empreender, produzir e obter renda suficiente para ter acesso às outras necessidades diárias.

Nas condições climáticas brasileiras, consideradas tropicais e subtropicais, onde o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, o aquecimento natural e demasiado do ambiente pode causar problemas no cultivo das plantas. Os maiores problemas enfrentados em cultivos protegidos são as altas temperaturas e a elevada umidade. Para sanar estes problemas, em algumas regiões do Brasil, tem-se utilizado malhas de sombreamento para atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, possibilitando o cultivo, principalmente de olerícolas, em épocas com alta disponibilidade energética. A caracterização dessa atenuação da radiação solar é importante, pois afetam os outros componentes do balanço de energia, como os fluxos de calor sensível e latente, além do processo fotossintético (PEZZOPANE et al., 2004).

Embora o uso de ambiente com cobertura de polietileno seja recente no Brasil, a criação de ambientes controlados vêm ganhando cada dia mais usuários nas diversas áreas da agricultura (GOTO et al., 2005; MEIRELLES et al., 2007). Além do uso de ambientes protegidos, as malhas sombreamento são, também, utilizadas para controle microclimático e podem ser utilizadas, isoladamente ou em associação com as estufas plásticas, produzindo, assim, uma condição microclimática apropriada para o desenvolvimento da cultura, reduzindo, principalmente, os efeitos nocivos de uma alta incidência da radiação solar e proteção aos extremos de temperatura.

No nordeste brasileiro, os fatores climáticos como temperatura e luminosidade estão presentes o ano todo, resultando, na maioria dos casos, na necessidade de redução deste excesso de energia. Com

isso, o uso de malhas sintéticas de sombreamento (termo-refletoras e malha negra) torna-se uma das formas para adequação do ambiente, diminuindo a temperatura e disponibilizando melhores condições para culturas sensíveis ao excesso de luminosidade. As telas aluminizadas apresentam vantagens sobre as telas negras, pois proporcionam uma redução da temperatura sem influir demasiadamente na luminosidade evitando o estiolamento das culturas.

Considerando que as malhas termo-refletora e malha negra fornecem sombreamento às plantas e possuem propriedades particulares, que melhoram as condições microclimáticas dos ambientes, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de alface (*Lactuca sativa* L, cv. Crespa Olinda) em sistema hidropônico, sob o efeito das malhas termo-refletoras com diferentes porcentagens de atenuação da radiação solar, a fim de permitir o controle microclimático do interior do ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de março a maio de 2008, em um ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN (5° 11' S, 37° 20' W e 18 m).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos por cinco tipos de malhas termo-refletoras (40, 50, 60 e 70% de atenuação da radiação solar) e a tradicional malha negra 50%. O ambiente protegido sofreu a influência apenas do plástico de polietileno e as parcelas, representadas por 15 bancadas hidropônicas, receberam fechamento superior com um tipo de malha para sombreamento (termo-refletora e/ou negra) e também fechamento nas laterais, atenuando a radiação solar na lateral e na parte superior (1 m de altura em relação à bancada). A cultivar de alface utilizada foi a Olinda a qual apresenta as seguintes características: tipo crespa, folhas de coloração verde intenso, pode ser plantada durante todo o ano.

Cada parcela experimental foi constituída por uma bancada de aço com 0,64 m<sup>2</sup> e 1,90 m de altura contendo um sistema hidropônico alternativo constituído de 6 vasos plásticos de 3,0 L, os quais tinham as bases perfuradas e equipadas com microtubos protegido por tela, possibilitando a conexão individual a um reservatório coletor de solução nutritiva (um balde plástico convencional com capacidade de 12 L), constituindo o sistema de drenagem, sendo cada vaso preenchidos com uma camada de 10 cm de "sílica" (quartzo moído) e de 10 cm de substrato vermiculita. As sementes de alface (cv. Crespa Olinda) foram plantadas diretamente nos vasos, as quais receberam os tratamentos desde a germinação.

### 2.3. MEMBRO DE PROJETOS DE PESQUISA NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

- **PIF10001-2023** - ESTABELECIMENTO DE UM BANCO DE GERMOPLASMA DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO
- **PED10007-2022** - Redução do efeito negativo da salinidade da água de irrigação no cultivo de meloeiro, em função do manejo da fertilização associada ao uso de atenuadores
- **ED10001-2019** - O ácido salicílico e o jasmonato melhora a tolerância das plantas ao estresse salino? Estudo do efeito desses fitohormônios no crescimento, mecanismos fisiológicos e bioquímicos em plantas de tomate-cereja



# UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CGC: 24.529.265/0001-40

Av. Francisco Mota, 572 - Costa e Silva, CEP: 59625-900

(084) 3317-8295 - Fax: (084) 3317-8228 - e-mail: proppg@ufersa.edu.br

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o(a) professor(a) OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, portador(a) do CPF 023.522.073-63, matrícula SIAPE nº 2314006, atuou como Membro no projeto de pesquisa PIF10001-2023 - ESTABELECIMENTO DE UM BANCO DE GERMOPLASMA DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO, com carga horária semanal de 4h, no período de 30 de Janeiro de 2023 até a presente data.

Mossoró, 22 de Abril de 2023.

*Glauber Henrique de Sousa Nunes*

**Glauber Henrique de Sousa Nunes**

Pró-Reitor de Pesquisa

**Liz Carolina Da Silva Lagos Cortes Assis**

Pró-Reitor Adjunto de Pesquisa

Código de verificação:  
**821c4bee4f**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse  
<https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/>, informando a matrícula, data de emissão do documento e o código de verificação.



# UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CGC: 24.529.265/0001-40

Av. Francisco Mota, 572 - Costa e Silva, CEP: 59625-900

(084) 3317-8295 - Fax: (084) 3317-8228 - e-mail: proppg@ufersa.edu.br

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o(a) professor(a) OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO, portador(a) do CPF 023.522.073-63, matrícula SIAPE nº 2314006, atuou como Membro no projeto de pesquisa PED10007-2022 - Redução do efeito negativo da salinidade da água de irrigação no cultivo de meloeiro, em função do manejo da fertilização associada ao uso de atenuadores, com carga horária semanal de 8h, no período de 23 de Junho de 2022 até a presente data.

Mossoró, 22 de Abril de 2023.

*Glauber Henrique de Sousa Nunes*

**Glauber Henrique de Sousa Nunes**

Pró-Reitor de Pesquisa

**Liz Carolina Da Silva Lagos Cortes Assis**

Pró-Reitor Adjunto de Pesquisa

Código de verificação:  
**c67923614c**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse  
<https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/>, informando a matrícula, data de emissão do documento e o código de verificação.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS



EMITIDO EM 18/10/2019 20:21

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o (a) servidor (a) docente **OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO**, CPF 023.522.073-63, lotado no DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS - ANGICOS, atua como Membro do Projeto de Pesquisa Externo denominado: "*O ácido salicílico e o jasmonato melhora a tolerância das plantas ao estresse salino? Estudo do efeito desses fitohormônios no crescimento, mecanismos fisiológicos e bioquímicos em plantas de tomate-cereja*", código PED10001-2019, no período de 14/05/2019 até a presente data, sob a coordenação do(a) Prof.(a) NILDO DA SILVA DIAS.

Jean Berg Alves da Silva  
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Número do documento: 113998  
Código de verificação: a7f3d7aa3d

### ATENÇÃO

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Pesquisa* >> *Declaração de Membro de Projeto de Pesquisa*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.



SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação - (84) 3317-8210 | Copyright © 2006-2019 -  
UFERSA - srv-sigaa02-prd.ufersa.edu.br

## 2.4. CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS

DIAS, N. S.; FERNANDES, C. S.; SOUSA NETO, O. N.; SILVA, C. R.; FERREIRA, J. F. S.; SA, F. V. S.; COSME, C. R.; SOUZA, A.C.M. de S.; OLIVEIRA, A. M.; BATISTA, C. N. O. Potential agricultural use of reject brine from desalination plants in family farming areas In: Saline and Alkaline Soils in Latin America.1ed ed. Springer Nature: Springer International Publishing, 2020, v.1, p. 231-281

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados/2.ed..2º, 2016, p. 151-

BRANDÃO, B.; DUARTE, S. N.; SAMPAIO, P. R. F.; BARROS, T. H. S.; SOUSA NETO, O. N.; SOUSA, A. B. O. Trocas gasosas em capim mombaça (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça) cultivado sob diferentes níveis de depleção de água no solo In: Tópicos em Ciências Agrárias - Volume 7 – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020

Edith Taleisnik  
Raúl S. Lavado *Editors*

# Saline and Alkaline Soils in Latin America

Natural Resources, Management and  
Productive Alternatives

 Springer

# Saline and Alkaline Soils in Latin America

Edith Taleisnik · Raúl S. Lavado  
Editors

# Saline and Alkaline Soils in Latin America

Natural Resources, Management  
and Productive Alternatives

 Springer

*Editors*

Edith Taleisnik  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas (CONICET)  
Buenos Aires, Argentina

Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos  
Vegetales (IFRGV), Instituto Nacional  
de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
Centro de Investigaciones  
Agropecuarias (CIAP)  
Córdoba, Argentina

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Católica de Córdoba  
Córdoba, Argentina

Raúl S. Lavado  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas (CONICET)  
Buenos Aires, Argentina

Facultad de Agronomía  
Universidad de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

ISBN 978-3-030-52591-0

ISBN 978-3-030-52592-7 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7>

© Springer Nature Switzerland AG 2021

This work is subject to copyright. All rights are reserved by the Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in any other physical way, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed.

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

The publisher, the authors and the editors are safe to assume that the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, expressed or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or omissions that may have been made. The publisher remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

This Springer imprint is published by the registered company Springer Nature Switzerland AG  
The registered company address is: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland

# Contents

<b>The Saline Environments in Latin America. Overview and Social Approach</b>	
<b>Overview of Salt-Affected Areas in Latin America: Physical, Social and Economic Perspectives</b> . . . . .	3
Ildelfonso Pla Sentís	
<b>Environmental, Agricultural, and Socioeconomic Impacts of Salinization to Family-Based Irrigated Agriculture in the Brazilian Semiarid Region</b> . . . . .	37
Nildo da Silva Dias, Jucirema Ferreira da Silva, Maria Alejandra Moreno-Pizani, Matheus Cardim Ferreira Lima, Jorge Freire da Silva Ferreira, Edna Lúcia Rocha Linhares, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Jeane Cruz Portela, Marcia Regina Farias da Silva, Miguel Ferreira Neto, and Cleyton dos Santos Fernandes	
<b>Soils, Water, Agriculture and Management in Arid and Semi-Arid Regions</b>	
<b>Salt Accumulation and Redistribution in the Dry Plains of Southern South America: Lessons from Land Use Changes</b> . . . . .	51
Esteban G. Jobbágy, Raúl Giménez, Victoria Marchesini, Yésica Diaz, Dushmantha H. Jayawickreme, and Marcelo D. Nosetto	
<b>Strategies for the Use of Brackish Water for Crop Production in Northeastern Brazil</b> . . . . .	71
Claudivan Feitosa de Lacerda, Hans Raj Gheyi, José Francismar de Medeiros, Raimundo Nonato Távora Costa, Geocleber Gomes de Sousa, and Geovani Soares de Lima	

**Potential Agricultural Use of Reject Brine from Desalination Plants in Family Farming Areas** . . . . . 101  
 Nildo da Silva Dias, Cleyton dos Santos Fernandes,  
 Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Cláudio Ricardo da Silva,  
 Jorge Freire da Silva Ferreira, Francisco Vanies da Silva Sá,  
 Christiano Rebouças Cosme, Ana Claudia Medeiros Souza,  
 André Moreira de Oliveira, and Carla Natanieli de Oliveira Batista

**Salt Affected Soils in the Brazilian Semiarid and Phytoremediation as a Reclamation Alternative** . . . . . 119  
 Maria Betânia Galvão Santos Freire, Fernando José Freire,  
 Luiz Guilherme Medeiros Pessoa, Edivan Rodrigues de Souza,  
 and Hans Raj Gheyi

**Salinization in Peruvian North Coast Soils: Case Study in San Pedro de Lloc** . . . . . 141  
 Nadia R. Gamboa, Adolfo B. Marchese, and Carlos H. Tavares Corrêa

**Effects of Salinity on Vineyards and Wines from Mendoza, Argentina** . . . . . 161  
 Rosana C. Vallone, Laura E. Martínez, Federico G. Olmedo,  
 and Santiago E. Sari

**Causes, Effects, and Management of Salinity Problems in Pecan Production in North Mexico** . . . . . 177  
 Dámaris Ojeda-Barrios, Adalberto Benavides-Mendoza,  
 Adriana Hernández-Rodríguez, Laura Raquel Orozco-Meléndez,  
 and Esteban Sanchez

**Salinity in Humid, Waterlogged and Flooded Environments**

**Genesis, Properties and Management of Salt-Affected Soils in the Flooding Pampas, Argentina** . . . . . 191  
 Perla A. Imbellone, Miguel A. Taboada, Francisco Damiano,  
 and Raúl S. Lavado

**Origin, Management and Reclamation Technologies of Salt-Affected and Flooded Soils in the Inland Pampas of Argentina** . . . . . 209  
 Miguel A. Taboada, Francisco Damiano, José M. Cisneros,  
 and Raúl S. Lavado

**Salt-Affected Soils of Pantanal Wetland** . . . . . 229  
 Sheila A. C. Furquim and Thiago T. Vidoca

**Temperate Coastal Salt Marsh Soils—Effects of Grazing and Management Alternatives** . . . . . 255  
 Carla E. Di Bella, Adriana M. Rodríguez, Miguel A. Taboada,  
 and Agustín A. Grimoldi



**Limitations and Sustainable Management of Halohydromorphic Soils of the Santa Fe Province, Argentina** . . . . . 269  
 Silvia Imhoff and José Luis Panigatti

**Effects of Supplementary Irrigation on Soils and Crops in Humid and Sub-humid Areas in the Pampas Region of Argentina** . . . . . 285  
 Carina Rosa Alvarez, Helena Rimski Korsakov, and Martín Torres Duggan

**Conceptual and Practical Framework to Address Gypsum Management in Salt-Affected Soils** . . . . . 295  
 Martín Torres Duggan and Mónica B. Rodríguez

**Plant Resources from Saline Soils and Their Contribution to Ecological Sustainability**

**Ecological Restoration and Productive Recovery of Saline Environments from the Argentine Monte Desert Using Native Plants** . . . . . 313  
 Pablo E. Villagra, Carlos B. Passera, Silvina Greco, Carmen E. Sartor, Pablo A. Meglioli, Juan A. Alvarez, Sofia Dágata, Cecilia Vega Riveros, Liliana I. Allegretti, María Emilia Fernández, Bárbara Guida-Johnson, Nerina B. Lana, and Mariano A. Cony

**Native and Naturalized Forage Plant Genetic Resources for Saline Environments of the Southernmost Portion of the American Chaco** . . . . . 339  
 José F. Pensiero, Juan M. Zabala, Lorena del R. Marinoni, and Geraldina A. Richard

**Plant Tolerance Mechanisms to Soil Salinity Contribute to the Expansion of Agriculture and Livestock Production in Argentina** . . . . . 381  
 Edith Taleisnik, Andrés Alberto Rodríguez, Dolores A. Bustos, and Darío Fernando Luna

**Genetic Improvement of Perennial Forage Plants for Salt Tolerance** . . . . . 399  
 Gustavo E. Schrauf, Flavia Alonso Nogara, Pablo Rush, Pablo Peralta Roa, Eduardo Musacchio, Sergio Ghio, Luciana Couso, Elena Ramos, Matías F. Schrauf, Lisandro Voda, Andrea Giordano, Julio Giavedoni, José F. Pensiero, Pablo Tomas, Juan M. Zabala, and Germán Spangenberg

**Antioxidant Mechanisms Involved in the Control of Cowpea Root Growth Under Salinity** . . . . . 415  
 Josemir Moura Maia, Cristiane E. C. Macedo, Ivanice da Silva Santos, Yuri Lima Melo, and Joaquim A. G. Silveira

***Lotus spp.*: A Foreigner that Came to Stay Forever: Economic and Environmental Changes Caused by Its Naturalization in the Salado River Basin (Argentina) . . . . . 431**  
Amira Susana Nieva and Oscar Adolfo Ruiz

**Future Perspectives**

**Climate Change and Salinity-Vulnerable Ecosystems in Latin America . . . . . 449**  
Ernesto F. Viglizzo and M. Florencia Ricard

**Index . . . . . 457**

# Environmental, Agricultural, and Socioeconomic Impacts of Salinization to Family-Based Irrigated Agriculture in the Brazilian Semiarid Region



**Nildo da Silva Dias, Jucirema Ferreira da Silva, Maria Alejandra Moreno-Pizani, Matheus Cardim Ferreira Lima, Jorge Freire da Silva Ferreira, Edna Lúcia Rocha Linhares, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Jeane Cruz Portela, Marcia Regina Farias da Silva, Miguel Ferreira Neto, and Cleyton dos Santos Fernandes**

**Abstract** Soil salinity is one of the major abiotic factors causing a serious threat to global food security, mainly in arid and semiarid regions. Salinity brings socioeconomic impacts associated with low crop productivity and devaluation of agricultural lands. In this chapter, we approach agricultural, environmental, and socioeconomic

---

N. da Silva Dias (✉) · J. F. da Silva · J. C. Portela · M. Ferreira Neto · C. dos Santos Fernandes  
Center for Agrarian Sciences, Department of Agronomic and Forest Sciences, Federal Rural  
University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró, Brazil  
e-mail: [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br)

J. F. da Silva  
e-mail: [jucirema.ferreira@gmail.com](mailto:jucirema.ferreira@gmail.com)

J. C. Portela  
e-mail: [jeaneportela@ufersa.edu.br](mailto:jeaneportela@ufersa.edu.br)

M. Ferreira Neto  
e-mail: [miguel@ufersa.edu.br](mailto:miguel@ufersa.edu.br)

C. dos Santos Fernandes  
e-mail: [cleyton1959@hotmail.com](mailto:cleyton1959@hotmail.com)

M. A. Moreno-Pizani  
Faculdade Pecege, Piracicaba, Brazil  
e-mail: [morenom76@gmail.com](mailto:morenom76@gmail.com)

M. C. F. Lima  
Department of Agroforest Ecosystems, Polytechnical University of Valencia, Valencia, Spain  
e-mail: [matcarfe@posgrado.upv.es](mailto:matcarfe@posgrado.upv.es)

Research and Extension Unit (AGDR), Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO), Rome, Italy

J. F. da Silva Ferreira  
United States Salinity Laboratory (USDA-ARS), Riverside, CA, USA  
e-mail: [Jorge.ferreira@usda.gov](mailto:Jorge.ferreira@usda.gov)

© Springer Nature Switzerland AG 2021

E. Taleisnik and R. S. Lavado (eds.), *Saline and Alkaline Soils in Latin America*, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7_2)

impacts of soil salinization. We also report two case studies from irrigated areas of the Brazilian semiarid, where previously cultivated lands were abandoned due to increased soil salinity. A survey of the published literature showed that soil salinity became a global problem that is accelerated by human activities such as deforestation and lack of irrigation management. We conclude that socioeconomic impacts of soil salinity in agricultural lands translate directly as either loss or reduction of crop yield, profit margins, unemployment, and/or reduction of land commercial value in the long run due to soil infertility. Only governmental and private institutions have the financial capability to intervene and help small farmers to counteract this bleak scenario, including water and soil management improvement, to alter the future and improve quality of life of small farmers in the Brazilian semiarid region.

**Keyword** Peasant · Food security · Agricultural revenues · Droughts · Rural services

## 1 Salinization: A Threat to Agriculture and Food Security

Climate change affects mainly the arid and semiarid regions of the planet, making it difficult to impossible for farmers to achieve food security and limiting agricultural production in areas where rain is scarce or lacking. Food security only exists when all people have physical and economic access to nutritious and safe food resources at all times (World Food Summit 1996).

Thus, developmental policies for food security become essential to all who live in environments with low rainfall and vulnerable to climate changes. These policies may include social technologies of coexistence with the semiarid and, when appropriate, the development of efficient irrigation methods using alternative water sources such as treated domestic sewage effluents, drainage water, dams, underground dams, and water from tubular wells. Generally, these water sources contain high concentrations of salts that can salinize irrigated areas and hamper agricultural production. This situation can be aggravated by edaphoclimatic conditions and improper management practices applied to the agricultural areas (Medeiros et al. 2017; Brito et al. 2017).

In extreme cases, soil salinity can reduce the biodiversity of a region drastically and salts deposited on the soil surface may be transported by wind or by surface flow and salinize nearby water bodies and soils. Consequently, local vegetation growth

---

E. L. R. Linhares  
Multidisciplinary Center of Caraúbas, UFERSA, Caraúbas, Brazil  
e-mail: [ednarocha@ufersa.edu.br](mailto:ednarocha@ufersa.edu.br)

O. N. de Sousa Neto  
Multidisciplinary Center of Angicos, UFERSA, Angicos, Brazil  
e-mail: [osvaldo.neto@ufersa.edu.br](mailto:osvaldo.neto@ufersa.edu.br)

M. R. F. da Silva  
University of the Rio Grande do Norte State, Mossoró, Brazil  
e-mail: [mreginafarias@hotmail.com](mailto:mreginafarias@hotmail.com)

# Potential Agricultural Use of Reject Brine from Desalination Plants in Family Farming Areas



**Nildo da Silva Dias, Cleyton dos Santos Fernandes, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Cláudio Ricardo da Silva, Jorge Freire da Silva Ferreira, Francisco Vanies da Silva Sá, Christiano Rebouças Cosme, Ana Claudia Medeiros Souza, André Moreira de Oliveira, and Carla Natanieli de Oliveira Batista**

**Abstract** After drought, salinity is the second most important hindrance to sustain agriculture in the semiarid. Subterranean waters extracted from wells are often high in salts and, during dry years, this dependency on saline ground water precludes water and food security for small farmers and their families. Water desalination offers a potential solution to this problem, but the process results in a reject brine

---

N. da Silva Dias (✉) · C. dos Santos Fernandes · F. V. da Silva Sá · C. R. Cosme · A. C. M. Souza · A. M. de Oliveira · C. N. de Oliveira Batista  
Center for Agrarian Sciences, Department of Agronomic and Forest Sciences, Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró, Brazil  
e-mail: [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br)

C. dos Santos Fernandes  
e-mail: [cleyton1959@hotmail.com](mailto:cleyton1959@hotmail.com)

F. V. da Silva Sá  
e-mail: [vanies\\_agronomia@hotmail.com](mailto:vanies_agronomia@hotmail.com)

C. R. Cosme  
e-mail: [christianoreboucas@ufersa.edu.br](mailto:christianoreboucas@ufersa.edu.br)

A. C. M. Souza  
e-mail: [anaclaudia.gambiental@hotmail.com](mailto:anaclaudia.gambiental@hotmail.com)

A. M. de Oliveira  
e-mail: [andremoreira@ufersa.edu.br](mailto:andremoreira@ufersa.edu.br)

C. N. de Oliveira Batista  
e-mail: [carlanataliely@hotmail.com](mailto:carlanataliely@hotmail.com)

O. N. de Sousa Neto  
Multidisciplinary Center of Angicos, UFERSA, Angicos, Brazil  
e-mail: [osvaldo.neto@ufersa.edu.br](mailto:osvaldo.neto@ufersa.edu.br)

C. R. da Silva  
Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil  
e-mail: [claudio.ricardo@ufu.br](mailto:claudio.ricardo@ufu.br)

J. F. da Silva Ferreira  
United States Salinity Laboratory (USDA-ARS), Riverside, CA, USA  
e-mail: [Jorge.ferreira@usda.gov](mailto:Jorge.ferreira@usda.gov)

that needs to be properly disposed of to prevent increasing soil salinity and environmental degradation. This chapter considers desalination of naturally saline well waters as a potential solution to water and food security when used in conjunction with an integrated production system involving reject brine for farm-raised fish and the use of fish pond water to grow organic salt-tolerant vegetables and forage crops for small ruminants. We present results on the recovery of desalination systems in different small communities in the Brazilian northeast and chemical analyses of the saline water input, of the desalinated water, of the resulting reject brine, and of soils that received the desalinated water. Our results indicate that the use of desalination reject brine in family agricultural production is technically, economically, and socio-environmentally feasible, especially when using integrated and sustainable production systems.

**Keywords** Water desalination · Water security · Reverse osmosis · Fish farming · Family farming

## 1 Introduction

Throughout the rural areas of the Brazilian semiarid region, the great challenge is to ensure that families have access to good-quality water both for domestic and agricultural use (Souza et al. 2015). One of the economically feasible solutions is the use of groundwater, although, in most cases, its higher salt level restricts its use for human consumption and irrigation (Hach 2002; Knapp and Baerenklau 2006; Panagopoulos et al. 2019).

Reverse osmosis desalination has been the most commonly used method to purify brackish groundwater, and in this context, the Brazilian government program known as “Água doce” (fresh water) sponsored approximately 2000 reverse osmosis desalination plants in local communities and rural land settlements of the Brazilian semiarid region. The use of this technology has benefited 2.5 million people, alleviating the scarcity of freshwater supplies, a chronic condition that afflicts the Brazilian semiarid (Soares et al. 2006).

The desalination of water has been practiced since ancient times but has not been widely adopted due to technological limitations, high capital costs, high energy consumption, and finally, very high unit cost when compared to conventional municipal water (Tsiourtis 2001). Advances in technology in recent years have greatly reduced capital and energy costs, so that desalination projects can be considered as a way for acquiring good-quality water (Zotalis et al. 2014). However, besides potable water, desalination produces a hypersaline effluent (hereafter, referred to as reject brine) that can salinize soils if not properly discarded. In coastal regions, the reject brine can be disposed into the sea, but in remote inland rural locations, this is not possible due to the distance from the sea. In Brazil, studies have shown that reject brine is improperly discharged into soil and water bodies, causing major environmental impacts such as soil erosion, salinization, and contamination of water bodies

# TÓPICOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Organizador

Ezequiel Redin



Editora Poisson

VOLUME

7

Ezequiel Redin  
(Organizador)

# Tópicos em Ciências Agrárias

## Volume 7

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2020



**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Msc. Davilson Eduardo Andrade  
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas  
Msc. Fabiane dos Santos  
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC  
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy  
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**T674**

**Tópicos em Ciências Agrárias - Volume 7 -  
Organização: Ezequiel Redin - Belo  
Horizonte - MG: Poisson, 2020**

**Formato: PDF**

**ISBN: 978-65-5866-039-2**

**DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2**

**Modo de acesso: World Wide Web**

**Inclui bibliografia**

**1. Agricultura 2. Meio Ambiente  
3. Tecnologia 4. Ciências Agrárias I. REDIN,  
Ezequiel II. Título.**

**CDD-630**

**Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896**

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

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Matéria seca, produtividade e uso da água pelo milho em diferentes densidades de plantio ..... 07

Ricardo Barbosa Gomes de Moraes, Lekson Rodrigues Santos, Jeferson Miguel Dias Santos, Marcelo Augusto da Silva Soares, Cicero Teixeira Silva Costa, Allan Hemerson de Moura

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.01

**Capítulo 2:** Efeito de bactérias promotoras de crescimento vegetal sobre a produção de tomate (*Solanum Lycopersicum*) na presença de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ..... 12

Jose Jahir Morales Murillo, Alejandro Echeverry Toro, Luisa Vásquez Ramírez, Yacenia Morillo Coronado, Nelson Ceballos Aguirre

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.02

**Capítulo 3:** Alterações do pH e acidez trocável em solos naturais e antropizados da cidade de Cajapió-MA..... 20

Jonas Juliermerson Silva Otaviano, Naama Aguiar Moreira, Rennan da Silva de Sousa Moreira, Ana Paula Brito de Sousa, Jorge Diniz de Oliveira

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.03

**Capítulo 4:** Diagnose visual de deficiências nutricionais em *Physalis peruviana* L..... 25

Filipe Bittencourt Machado de Souza, Ana Izabella Freire, Ariana Mota Pereira, Renata Ranielly Pedroza Cruz, Ivan de Paiva Barbosa, Viviane Amaral Toledo Coelho

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.04

**Capítulo 5:** Trocas gasosas em capim mombaça (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça) cultivado sob diferentes níveis de depleção de água no solo ..... 31

Diego Brandão, Sergio Nascimento Duarte, Pedro Ramualyson Fernandes Sampaio, Timóteo Herculino da Silva Barros, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Alan Bernard Oliveira de Sousa

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.05

**Capítulo 6:** Avaliação *in vitro* de extrato de própolis no controle de biofilmes microbianos..... 36

Antonio André Cavalcante Nunes, Johnathan Erick Fernandes Gameleira, Marcelino Gevilbergue Viana, Michelle de Oliveira Guimarães Brasil

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.06

# SUMÁRIO

**Capítulo 7:** Características físico-químicas de frutos de Noni ..... 46

Rita de Cássia Santos Nunes, Fabrício Vieira Dutra, Mariana Costa Rampazzo, Gabriela Leite Silva, Adriana Dias Cardoso, Alcebíades Rebouças São José

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.07

**Capítulo 8:** Estudo da capacidade antirradicalar do extrato etanólico do eucalipto.. 51

Amanda Lima Cunha, Monizy da Costa Silva, Aldenir Feitosa dos Santos, João Victor Laurindo dos Santos, Ingrid Sofia Vieira de Melo, Karla T. M. Gollner-Reis

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.08

**Capítulo 9:** Atividade fungitóxica de extratos vegetais de plantas nativas do bioma Caatinga sobre *colletotrichum musae*, agente causal da antracnose em banana ..... 56

Ranoel José de Sousa Gonçalves, Maria Zilderlania Alves, Maria Lúcia da Silva Cordeiro, Isabella da Rocha Silva, Eudocia Carla de Araújo, Lucas Rodolfo Inácio da Silva, José Renato Guimarães

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.09

**Capítulo 10:** Otimização do teor de lignina de resíduos de baru para a produção de biocarvão ..... 61

Yara Karla de Salles Nemet, Magale Karine Diel Rambo, Fábio Eduardo Nemet, Érica Priulli, Polyana Morais de Melo, Patricia Oliveira Vellano

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.10

**Capítulo 11:** Potencial bioeconômico de *Euterpe oleracea* Mart.: Respostas térmicas do caule do açazeiro testado por espectroscopia infravermelho ..... 69

Cezar Dias Cardoso Junior, Bruno Monteiro Balboni, Alessandra Silva Batista, Rafael de Aguiar Rodrigues, Diego Lima Aguiar, Lucieta Guerreiro Martorano

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.11

**Capítulo 12:** Uso de *wetland* com a macrófita aquática *Salvinia sp* no tratamento do efluente de parboilização de arroz..... 77

Edmilson Cesar Bortoletto, Felipe de Souza Silva, João Vitor Costa de Almeida

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.12

**Capítulo 13:** Respuesta física y fisiológica del cultivo de morera (*Morus alba*) a dos condiciones de altitud en la cuenca del Rio Guacha en mediaciones del municipio de Belén (Boyacá) y el Encino (Santander) en Colombia. .... 88

Henry Alexander Reyes Martinez, Fabio Emilio Forero Ulloa, Marcelo Marinho Viana

DOI: 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.13



# SUMÁRIO

**Capítulo 14:** Tolerância à salinidade, crescimento e produção de manjerição sobre cultivo hidropônico ..... 97

Luana Nascimento da Silva, Odeane Viriato Maia, Luana da Silva Guedes, Luiz Paulo Campos Patrício

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-039-2.CAP.14

**Autores** ..... 105

# Capítulo 5

## *Trocas gasosas em capim mombaça (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça) cultivado sob diferentes níveis de depleção de água no solo*

*Diego Brandão*

*Sergio Nascimento Duarte*

*Pedro Ramualyson Fernandes Sampaio*

*Timóteo Herculino da Silva Barros*

*Oswaldo Nogueira de Sousa Neto*

*Alan Bernard Oliveira de Sousa*

**Resumo:** A principal forma de alimentação do rebanho bovino brasileiro é através das pastagens. São escassas as informações na literatura sobre as respostas das espécies forrageiras ao manejo da irrigação. Objetivou-se neste trabalho verificar a influência de quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%), na taxa fotossintética, na condutância estomática, na transpiração foliar e na eficiência do uso da água do capim mombaça (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça), cultivado em vasos, em casa de vegetação, utilizando-se Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As medidas de taxa fotossintética e transpiração foliar foram afetadas pela condição hídrica do solo, apresentando valores máximos respectivos de  $21,64 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e  $1,246 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  para o tratamento com 15% de depleção de água no solo; decrescendo em 36 e 19% para o tratamento com 60% de depleção de água no solo. O ajuste fisiológico das plantas em condições de estresse hídrico foi observado com a redução na taxa fotossintética, na condutância estomática, na transpiração foliar e no aumento da eficiência do uso da água para os tratamentos com maiores níveis de estresse.

**Palavras Chave:** estresse hídrico, irrigação, pastagem.

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens constituem-se a forma mais prática e econômica para alimentação do rebanho bovino brasileiro. Dentre as espécies forrageiras cultivadas, destacam-se as cultivares de *Panicum maximum*, por serem altamente produtivas em matéria seca e de elevado valor nutritivo. No entanto, como toda forrageira tropical, o *P. maximum* cv. Mombaça está sujeito à estacionalidade de produção. A estacionalidade de produção é a produção desigual de forragem ao longo do ano, comum em regiões onde ocorrem longos períodos de deficiência hídrica no verão (veranicos) ou em invernos secos (RIBEIRO et al., 2009).

A irrigação em pastagens surge como alternativa para reduzir a estacionalidade de produção da espécie forrageira, evitar gastos com alimentos concentrados e mão-de-obra na alimentação dos animais na estação seca. São escassas as informações na literatura sobre as pastagens irrigadas. Quando a irrigação das pastagens não é feita de maneira adequada, leva, geralmente, à aplicação excessiva de água, o que resulta em prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia elétrica e de água, lixiviação de nutrientes e maior compactação do solo, repercutindo na diminuição da produção e da vida útil da pastagem (ALENCAR et al., 2009).

A seca é um dos principais fatores de estresse do ambiente, alterando diversos processos fisiológicos das plantas, os quais comprometem o seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, levam à redução da produtividade. O crescimento das plantas está condicionado primordialmente à obtenção de energia proveniente da radiação solar, através da interceptação e utilização no processo de fotossíntese. A fotossíntese líquida do dossel reflete na produção de biomassa, a qual poderá ser influenciada por fatores como: luz, temperatura, umidade, fertilidade do solo, e também pelo manejo adotado (intensidade e frequência de corte ou pastejo), sendo, portanto, importantes condicionadores da arquitetura do dossel.

O estresse causado pelo déficit hídrico afeta a planta toda, dos pelos radiculares aos estômatos; causa alterações morfológicas como a redução da área foliar, do crescimento das raízes e interfere no fechamento estomático. Respostas fisiológicas ao estresse hídrico variam de acordo com o genótipo das plantas, mas em geral ocorrem devido ao baixo potencial de água no solo, causando baixo potencial nas folhas, incremento na produção de osmoprotetores como açúcares de prolina, redução no conteúdo de água nas folhas, decréscimo na condutância estomática e na taxa fotossintética (GRAÇA et al., 2010).

Os objetivos deste trabalho foram determinar a influência da água disponível no solo na fotossíntese, na condutância estomática, na transpiração foliar e na eficiência no uso da água do capim-mombaça, cultivado em Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”), em vasos em casa de vegetação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em uma casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, no município de Piracicaba-SP, situado às coordenadas geográficas de 22° 42' de latitude sul e 47° 38' de longitude oeste, com uma altitude de cerca de 540 m, no período de setembro de 2014 a fevereiro de 2015.

Instalou-se um experimento fatorial 4x1 em um delineamento de blocos ao acaso, correspondente a quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%) e um solo, Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”) de textura franco-argilosa, com quatro repetições, totalizando-se 16 unidades experimentais constituídas por vasos de 14,3 kg.

O material de solo foi coletado da camada de 0-20 cm do campus da ESALQ/USP, sendo seco ao ar e passado em peneira de malha de 10 mm para o preenchimento dos vasos e coleta de amostras para análises química e granulométrica. As curvas de retenção de água no solo foram obtidas no Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP, utilizando-se dos métodos da Mesa de Tensão e da Câmara de Richards (1965). Para isso, um vaso de cada classe de solo foi colocado em uma caixa, contendo água ao nível de 2/3 da altura do vaso, para ascensão da água via capilaridade, até a saturação completa. Após a saturação, foram retirados três anéis de Kopeck de cada vaso, os quais foram enviados ao referido laboratório para aplicação das tensões.

O Nitossolo apresentou umidade na capacidade de campo ( $\theta_{cc}$ ) de 34% e umidade no ponto de murcha permanente ( $\theta_{pmp}$ ) de 23%, o que resultou em uma CAD de 11%. A densidade do solo foi obtida retirando-se um anel de Hoghland dos vasos saturados, obtendo-se 1,12 Mg m<sup>-3</sup>. Com base na análise química os vasos receberam adubo e calcário conforme recomendação de RAIJ et al (1996).

# Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados

2ª Edição



Perímetro Irrigado de Poco da Cruz, Ibitimir-PE



Instituto Nacional de Ciência e  
Tecnologia em Salinidade

# Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados

Editores

Hans Raj Gheyi  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Nildo da Silva Dias  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Claudivan Feitosa de Lacerda  
Universidade Federal do Ceará

Enéas Gomes Filho  
Universidade Federal do Ceará

Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados  
ISBN 978-85-420-0948-4



Instituto Nacional de Ciência e  
Tecnologia em Salinidade

Fortaleza - CE, 2016



Equipe Técnica

Editoração Eletrônica  
Byte Systems - Soluções Digitais

Capa  
Wedsley Oliveira de Melo

Impressão  
Expressão Gráfica  
Fortaleza, CE

Fotos  
Capa: Cedida pela Coleção Mateus Rosas Ribeiro  
Contracapa: Cedida pelo estudante de Agronomia da UFC Davi Rodrigues Oliveira

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M274 Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados / 2.ed. Editores: Hans Raj Gheyi, Nildo da Silva Dias, Claudivan Feitosa de Lacerda, Enéas Gomes Filho. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.; 28 cm.

ISBN: 978-85-420-0948-4

1. Salinidade. 2. Estresse Salino. 3. Agricultura biossalina. 4. Drenagem agrícola. 5. Recuperação. I. Gheyi, Hans Raj. II. Dias, Nildo da Silva. III. Lacerda, Claudivan Feitosa de. IV. Gomes Filho, Enéas. V. Título.

CDU- 631.413.3

Os assuntos, dados e conceitos emitidos neste Livro, são de exclusiva responsabilidade dos respectivos autores. A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de utilização por parte dos autores/editores. A reprodução é permitida desde que seja citada a fonte.

# Sumário

Apresentação .....	v
Prefácio .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Autores .....	xi

<b>Parte I - Salinidade no solo e na água .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Integrated approach to address salinity problems in irrigated agriculture .....</b>	<b>3</b>
Julián M. Beltrán	
Introduction .....	3
Soil and water salinity in irrigated agriculture .....	3
Integrated approach for salinity management .....	4
Conclusions .....	6
Literature cited .....	6
<b>2. Origem e classificação dos solos afetados por sais .....</b>	<b>9</b>
Mateus R. Ribeiro, Mateus R. Ribeiro Filho & Paulo K. T. Jacomine	
Introdução .....	9
Formação e evolução dos solos halomórficos .....	9
Classificação química e caracterização dos solos salinos e sódicos .....	11
Solos salinos e sódicos no sistema brasileiro de classificação de solos .....	13
Solos salinos e sódicos no sistema de classificação da FAO/WRB .....	14
Considerações finais .....	15
Literatura citada .....	15
<b>3. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas .....</b>	<b>17</b>
Paulo A. Ferreira, João B. L. da Silva & Hugo A. Ruiz	
Introdução .....	17
Propriedades físico-químicas .....	17
Equilíbrio entre cátions em solução e adsorvidos .....	22
Floculação e dispersão das argilas .....	25
Classificação dos solos salinos .....	30
Comportamento das argilas decorrente da concentração salina e do pH .....	31
Efeitos da salinidade sobre a condutividade hidráulica .....	32
Literatura citada .....	34
<b>4. Qualidade da água para irrigação .....</b>	<b>35</b>
José S. de Holanda, Julio R. A. de Amorim, Miguel Ferreira Neto, Alan C. de Holanda & Francisco V. da S. Sá	
Introdução .....	35
A água na natureza .....	35
Adequação da água para irrigação .....	37
Avaliação da qualidade da água para irrigação .....	40
Classificação da água para irrigação .....	42
Qualidade da água dos principais mananciais do nordeste .....	46
Considerações finais .....	47
Literatura citada .....	47
<b>5. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo usando ferramentas de geoestatística .....</b>	<b>51</b>
José E. Queiroz, Antônio C. Gonçalves, Jacob S. Souto, Marcos V. Folegatti, Edivan R. de Souza & Maria de F. C. Barros	

Introdução .....	
Amostragem para estudos de salinidade .....	
Monitoramento da salinidade do solo .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>6. Identificação de problemas de salinidade do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto .....</b>	
Luis C. J. Moreira, Adunias dos S. Teixeira, Lênio S. Galvão, Raimundo A. de O. Leão & Odílio C. da Rocha Neto .....	
Introdução .....	
Caracterização da área de estudo .....	
Características espectrais de solos salinizados no semiárido brasileiro .....	
Potencial de dados multiespectrais e hiperespectrais em detectar solos salinizados no semiárido do Brasil .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>7. Técnicas de estatística multivariada: Investigação da salinidade .....</b>	
Eunice M. de Andrade, Ana C. M. Oliveira & Fernando B. Lopes .....	
Introdução .....	
Estatística multivariada .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>8. Modelagem do movimento de sais no solo .....</b>	
Mauro A. Martinez, Jonathas B. G. Silva & Donizete dos R. Pereira .....	
Introdução .....	
Armazenamento de soluto no solo .....	
Deslocamento de fluidos miscíveis .....	
Fluxo de soluto no solo .....	
Equação diferencial para o transporte convectivo e dispersivo .....	
Condições iniciais e de contorno .....	
Soluções analíticas .....	
Soluções numéricas .....	
Parâmetros de transporte .....	
Exemplos de usos de modelos .....	
Literatura citada .....	
Apêndice A .....	
<b>9. Salinidade em ambiente protegido .....</b>	
Pedro R. F. de Medeiros, Ênio F. de F. e Silva & Sergio N. Duarte .....	
Introdução .....	
Causas mais frequentes e forma de controle da salinidade em ambiente protegido .....	
Efeitos da salinização sobre o solo e as plantas em condições de ambiente protegido .....	
Controle da concentração da solução do solo .....	
Controle da salinidade via lavagem de manutenção .....	
Recuperação de solos afetados por sais sob condições de ambiente protegido .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>10. Métodos de análises químicas para solos salinos .....</b>	
Maria B. G. S. Freire, Luiz G. M. Pessoa & Hans R. Gheyi .....	
Introdução .....	
Sais solúveis .....	
Cátions trocáveis e capacidade de troca de cátions .....	
Outras determinações .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
Anexos .....	

<b>Parte II - Tolerância das plantas à salinidade</b> .....	<b>149</b>
<b>11. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade</b> .....	<b>151</b>
Nildo da S. Dias, Flávio F. Blanco, Edivan R. de Souza, Jorge F. da S. Ferreira, Osvaldo N. de Sousa Neto & Ítalo S. R. de Queiroz	
Introdução .....	151
Efeitos dos sais na planta .....	151
Tolerância das culturas à salinidade .....	158
Considerações finais .....	161
Literatura citada .....	161
<b>12. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress</b> .....	<b>163</b>
José T. Prisco, Enéas Gomes Filho & Rafael de S. Miranda	
Introduction .....	163
Historical development of salt stress research .....	163
Physiological and biochemical responses to salt stress .....	166
Acclimation to salinity .....	171
Improving salt tolerance of plants .....	173
Final considerations .....	174
Glossary of terms .....	176
Acknowledgements .....	176
Literature cited .....	176
<b>13. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas</b> .....	<b>181</b>
Joaquim A. G. Silveira, Sérgio L. F. Silva, Evandro N. Silva & Ricardo A. Viégas	
Introdução .....	181
Efeitos do estresse salino e principais mecanismos de respostas das plantas .....	182
Mecanismos biomoleculares da resistência à salinidade .....	184
Homeostase iônica .....	188
Homeostase redoxi e proteção oxidativa .....	191
Seleção assistida com marcadores moleculares .....	195
Conclusões e perspectivas .....	195
Literatura citada .....	196
<b>14. Cultura de tecidos e priming in vitro como estratégias de redução dos efeitos da salinidade</b> .....	<b>199</b>
Lilás G. Willadino, Marciana B. Moraes, Gemima M. Melo & Terezinha R. Camara	
Introdução .....	199
Seleção in vitro para tolerância à salinidade .....	199
A manipulação genética no ambiente do cultivo in vitro .....	200
Priming in vitro - Pré condicionamento no enfrentamento à salinidade .....	202
Considerações finais .....	206
Literatura citada .....	206
<b>15. Halofitismo e agricultura bioessalina</b> .....	<b>209</b>
Pedro D. Fernandes, Marcos E. B. Brito, Hans R. Gheyi, Alberício P. de Andrade & Salomão de S. Medeiros	
Introdução - População e necessidades de alimentos .....	209
Glicófitas e halófitas .....	210
Morfologia, anatomia e ecofisiologia das halófitas .....	213
Salinidade x produção das plantas .....	221
Aspectos técnicos e econômicos - Sustentabilidade .....	234
Considerações finais .....	235
Literatura citada .....	235
<b>16. Halófitas brasileiras: Formas de cultivo e usos</b> .....	<b>243</b>
César S. B. Costa & Oriel H. Bonilla	
Introdução .....	243
Halófitas brasileiras .....	244
Aspectos da biologia reprodutiva e produção de mudas de halófitas .....	246
Usos das halófitas brasileiras .....	249
Cultivos de halófitas brasileiras .....	250
Considerações finais .....	254
Literatura citada .....	255

<b>17. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade</b> .....	
Walter dos S. Soares Filho, Hans R. Gheyi, Marcos E. B. Brito, Reginaldo G. Nobre, Pedro D. Fernandes & Rafael de S. Miranda	
Introdução .....	
Salinidade e rendimento das culturas .....	
Métodos de avaliação da tolerância das plantas à salinidade .....	
Melhoramento genético para tolerância à salinidade .....	
Estudos de engenharia genética de plantas e tolerância ao estresse salino .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	

### **Parte III - Manejo do sistema solo-água-planta** .....

<b>18. Interação salinidade-fertilidade do solo</b> .....	
Rivaldo V. dos Santos, Lourival F. Cavalcante, Adriana de F. M. Vital, Claudivan F. de Lacerda, Edivan R. de Souza & Geovani S. de Lima	
Introdução .....	
A interação salinidade-fertilidade do solo .....	
Dinâmica dos nutrientes em solos halomórficos .....	
Influência da matéria orgânica .....	
Manejo da fertilidade em solos halomórficos .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	

<b>19. Estimativa da evapotranspiração e da transpiração das culturas em ambiente salino</b> .....	
Luis S. Pereira & Isabel Alves	
Evapotranspiração – Conceitos fundamentais .....	
Evapotranspiração da cultura de referência, ETo .....	
Evapotranspiração das culturas .....	
Evapotranspiração real, balanço hídrico do solo e coeficientes de stress .....	
Literatura citada .....	
Anexos .....	

<b>20. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais</b> .....	
José F. de Medeiros, Hans R. Gheyi, Andréa R. F. C. da Costa & Halan V. de Q. Tomaz	
Introdução .....	
A salinização em áreas irrigadas no nordeste brasileiro .....	
Fatores que afetam a salinidade do solo e resposta das culturas à salinidade .....	
Previsão de salinidade em áreas irrigadas .....	
Experiências no nordeste brasileiro com água salina .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	

<b>21. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura</b> .....	
Claudivan F. de Lacerda, Raimundo N. T. Costa, Marlos A. Bezerra, Antônia L. R. Neves, Geocleber G. de Sousa & Hans R. Gheyi	
Introdução .....	
A essência das estratégias de manejo das águas salinas e salobras .....	
Escolha da espécie ou cultivar e formação do estande .....	
Misturas e substituição de águas .....	
Práticas de manejo do solo e da irrigação .....	
Cultivos adensados, rotação de culturas e sistemas consorciados .....	
Cultivos em sistemas hidropônicos .....	
Práticas que favorecem a aquisição de minerais pelas plantas .....	
Aplicação de substâncias exógenas .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	

<b>22. SALTMED model for field management of water, crops and N-fertilizers</b> .....	<b>353</b>
Ragab Ragab	
Introduction .....	353
Brief description of the main processes in the SALTMED model .....	354
Water and solute flow .....	355
Soil Nitrogen Dynamics and Nitrogen Uptake .....	357
Multiple and simultaneous model application .....	359
SALTMED 2015 input data requirement .....	361
'Goodness of Fit' indicators .....	368
SALTMED applications .....	368
Final considerations .....	369
Acknowledgment .....	369
Literature cited .....	369
<b>23. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo</b> .....	<b>373</b>
Tales M. Soares, Sergio N. Duarte, Ênio F. de F. e Silva, Vital P. da S. Paz & Jorge L. B. Oliveira	
Introdução .....	373
Hidroponia: Uma alternativa de produção com água salobra no semiárido .....	374
Qualidade da água para cultivos hidropônicos .....	378
Considerações finais .....	389
Agradecimentos .....	390
Literatura citada .....	390
<b>Parte IV - Drenagem e recuperação</b> .....	<b>395</b>
<b>24. Drenagem agrícola no manejo dos solos afetados por sais</b> .....	<b>397</b>
Vera L. A. de Lima, Maria S. S. de Farias & João C. F. Borges Júnior	
Introdução .....	397
Drenagem agrícola e salinidade .....	397
Diagnóstico de problemas de drenagem .....	398
Critérios de drenagem .....	401
Envoltórios .....	401
Aplicação de modelos na drenagem agrícola .....	402
Considerações finais .....	407
Literatura citada .....	407
<b>25. Dimensionamento de sistemas de drenagem</b> .....	<b>411</b>
Herminio H. Suguino & José C. Barros	
Introdução .....	411
Terminologia e simbologia em drenagem agrícola .....	411
Drenagem superficial .....	414
Drenagem subterrânea .....	424
Estudo de caso: Projeto Irrigado Brígida .....	429
Considerações finais .....	431
Literatura citada .....	431
<b>26. Biodrenagem</b> .....	<b>433</b>
Salomão de S. Medeiros, Pedro D. Fernandes, José A. Santos Júnior & Hans R. Gheyi	
Introdução .....	433
Biodrenagem como tecnologia alternativa às técnicas tradicionais .....	434
Engenharia de drenagem-projeto de biodrenagem .....	439
Experiências de outros países .....	443
Considerações finais .....	447
Literatura citada .....	447

<b>27. Drainage water reuse practices and measures to alleviate risk of failure, Egypt case</b> .....	
Ashraf E. S. Ismail	
Introduction .....	
Drainage water system .....	
Needs for drainage water reuse .....	
Reuse practices in Egypt .....	
Factors affecting drainage reuse practices .....	
Variables domain reuse decision .....	
Drainage water reuse guidelines for reclaimed land .....	
Measures to alleviate risk of failure .....	
Strategies to sustain drainage water reuse practices .....	
Final considerations .....	
Literature cited .....	
<b>28. Recuperação de solos afetados por sais</b> .....	
Lourival F. Cavalcante, Rivaldo V. dos Santos, Fernando F. F. Hernandez, Hans R. Gheyi, Thiago J. Dias, Járison C. Nunes & Geovani S. de Lima	
Introdução .....	
Técnicas de recuperação de solos afetados por sais .....	
Técnicas fundamentais .....	
Recuperação de solos salinos .....	
Recuperação dos solos salino-sódicos e sódicos .....	
Recuperação de solos afetados por sais no semiárido brasileiro: estudos de casos .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>29. Indicadores de rentabilidade da recuperação de solos degradados por sais</b> .....	
Raimundo N. T. Costa, Claudivan F. de Lacerda, Luiz A. C. da Silva, Ana P. B. de Araújo, José C. de Araújo & Carlos H. C. de Sousa	
Introdução .....	
Análise de investimento .....	
Estudos de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Curu-CE .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	
<b>30. Fitorremediação de solos afetados por sais</b> .....	
Maria B. G. S. Freire, Fernando J. Freire & Edivan R. de Souza	
Introdução .....	
Fitorremediação: Conceito, processos e mecanismos .....	
Os primeiros ensaios e a disseminação da fitorremediação no mundo .....	
Fitorremediação: Vantagens e efeitos em solos afetados por sais .....	
Plantas fitorremediadoras .....	
A fitorremediação com Atriplex .....	
Usos e aplicações da biomassa produzida pelas plantas fitorremediadoras .....	
Considerações finais .....	
Literatura citada .....	

## Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade

Nildo da S. Dias<sup>1</sup>, Flávio F. Blanco<sup>2</sup>, Edivan R. de Souza<sup>3</sup>, Jorge F. da S. Ferreira<sup>4</sup>,  
Osvaldo N. de Sousa Neto<sup>1</sup> & Ítalo S. R. de Queiroz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio Norte

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco

<sup>4</sup> United States Salinity Laboratory

### INTRODUÇÃO

A agricultura está enfrentando um grande problema em todo o mundo com a escassez de recursos hídricos de boa qualidade, levando muitos produtores a utilizar água de qualidade não convencional para a irrigação das culturas como, por exemplo, as águas salinas de poços e de drenagem agrícola, a água residual de esgoto doméstico tratado e a salmoura de estações de tratamentos de águas salobras.

O uso de águas salinas para a irrigação constitui um sério problema para a agricultura, pois limita a produção agrícola e reduz a produtividade das culturas a níveis antieconômicos, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Por esta razão, a salinidade tem sido considerada como um dos fatores mais importantes da água de irrigação.

A irrigação com água salina, na maioria das vezes, resulta em efeito adverso nas relações solo-água-planta, ocasionando restrição severa nas atividades fisiológicas e no potencial produtivo das plantas cultivadas. Em condições de altos níveis de sais solúveis na solução do solo, o crescimento, a expansão da superfície foliar e o metabolismo do carbono primário de muitas culturas são afetados negativamente devido ao efeito osmótico, déficit hídrico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional.

O sucesso do uso de água salina para irrigação das culturas agrícolas requer práticas de manejo adequadas como, a seleção de culturas tolerantes à salinidade e a adoção de estratégias de aplicação de água que evitem o acúmulo de sais no solo e/ou mantenha a concentração de sais na zona radicular abaixo da tolerada pela cultura explorada.

Vários estudos indicam que, a sensibilidade e a tolerância das culturas aos efeitos da salinidade podem variar entre espécies e cultivares de uma mesma espécie e, também dependem das condições climáticas da região, do tipo de solo, do método de irrigação, do estágio de desenvolvimento das plantas etc.

A compreensão dos efeitos adversos dos sais nas relações solo-água-planta, bem como a interpretação e a análise dos limites de tolerâncias das plantas à salinidade, em determinadas condições edafoclimáticas, são fundamentais na escolha adequada das práticas de manejo a serem utilizadas quando se dispõe de água salina para a irrigação a fim de evitar a salinização das áreas e garantir produção comercial dos cultivos.

Deste modo, este capítulo trata dos efeitos dos sais na planta e, principalmente, dos limites de tolerâncias das culturas à salinidade da água e do solo com o objetivo de selecionar espécies sensíveis e tolerantes aos efeitos dos sais como principal prática de manejo das águas salinas.

### EFEITOS DOS SAIS NA PLANTA

#### Efeito osmótico

As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida na matriz do solo, ou seja, a manutenção de um gradiente de potencial hídrico favorável à entrada de água nas células das raízes. Em solos salinos, os sais solúveis na solução do solo aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução



na absorção de água pela planta. O aumento da pressão osmótica (PO), causado pelo excesso de sais solúveis, poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar essa PO e, em consequência, a planta não irá absorver água, mesmo em solo úmido.

Dependendo do grau de salinidade, em vez de absorver, a planta poderá até perder a água que se encontra em suas células e tecidos. Isso resulta no fenômeno denominado plasmólise e ocorre quando uma solução altamente concentrada entra em contato com a célula vegetal. O fenômeno é devido ao movimento osmótico da água, que passa das células para a solução mais concentrada (Figura 1). É importante ressaltar que a plasmólise se torna evidente quando a salinidade é muito elevada em relação à capacidade de tolerância da planta ou quando as raízes são expostas a um choque osmótico. Nas demais situações, a planta tende a se ajustar osmoticamente, mantendo o gradiente de potencial hídrico e a hidratação de seus tecidos.

O termo déficit de pressão de difusão (DPD) da água em uma célula ou solução, introduzido por Meyer em 1939

(Kramer, 1983), é a quantidade pela qual a pressão de difusão da água é menor do que a da água pura na mesma temperatura e pressão atmosférica. O DPD de uma célula pode também ser considerado como uma medida de pressão com a qual a água vai penetrar uma célula quando esta é imersa em água pura (Figura 1). A equação do DPD é:

$$DPD = PO - PT \quad (1)$$

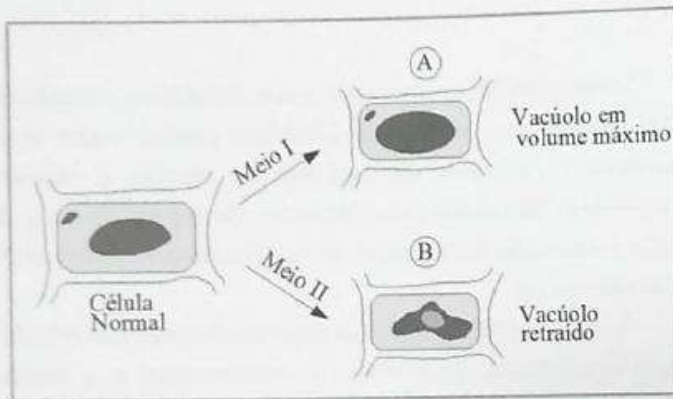
em que:

- PO - pressão osmótica do conteúdo celular; e,
- PT - pressão de turgescência celular.

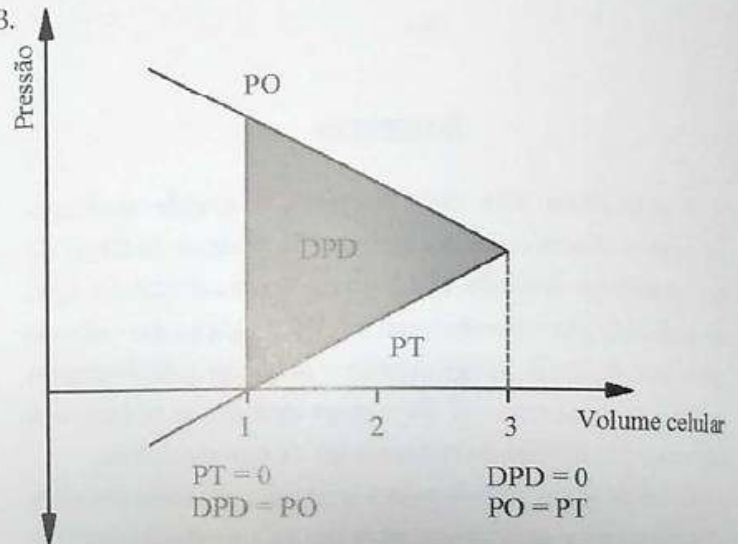
A Figura 2 mostra a curva de retenção de água de um solo franco-argiloso para vários níveis de salinidade. Observa-se que a disponibilidade de água para a cultura é reduzida à medida em que a salinidade do solo aumenta, o que resulta na redução da absorção de água pelas plantas.

O potencial osmótico de um solo pode ser estimado por meios da Condutividade Elétrica (CE), a partir da equação:

A.

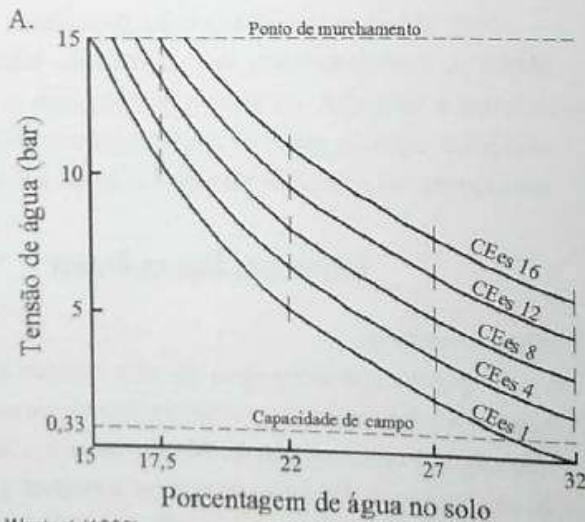


B.

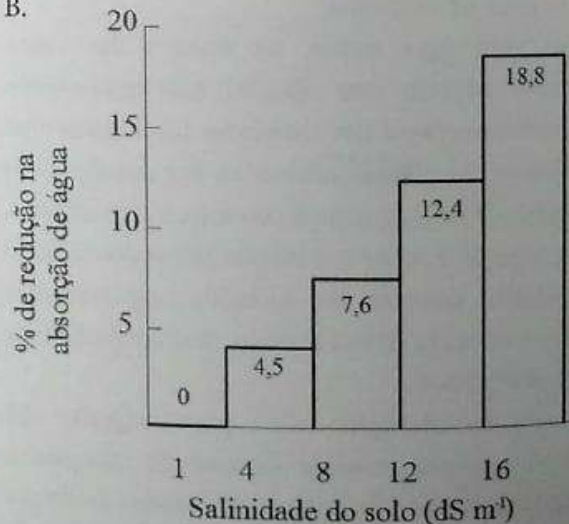


Fonte: Kramer (1983)

**Figura 1.** Célula normal, túrgida e plasmolizada (A) devido aos efeitos dos sais e diagrama mostrando as variações de volume de uma célula vegetal em diferentes meios. Em 1 a célula está plasmolizada e em 3 está túrgida (B)



B.



Fonte: Ayres & Westcot (1999)

**Figura 2.** Curvas de retenção de água de um solo franco-argiloso para vários níveis de salinidade do solo (A) e percentual de redução na absorção de água em função do aumento da salinidade do solo (B). CE = condutividade elétrica em relação ao ponto de saturação

## 2.5. TRABALHOS NA ÁREA DE CONHECIMENTO DAS DISCIPLINAS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

BATISTA, A. H. S.; DIAS, N. S.; LEMOS NETO, H. S.; SOUSA NETO, O. N. Estudo do efeito do ácido salicílico e o jasmonato na produção e qualidade de tomate-cereja sob estresse salino In: XXV Seminário de Iniciação Científica da UFERSA, 2019, Mossoró. XXV SEMIC., 2019.

MARQUES, P. A. A.; RICHTER, M. E. A.; MORENO, M. A.; SANTOS, H. T.; SOUSA NETO, O. N. Efeito do estresse hídrico sob a produção de flores de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*) In: 1º Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura, 2017, Lisboa. Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura. , 2017.

BRANDÃO, D.; DUARTE, S. N.; BARROS, T. S. H.; SOUSA NETO, O. N.; SOUSA, A. B. O. TROCAS GASOSAS EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça) CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SOLO In: XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2015, SÃO PEDRO. CONBEA. , 2015.

DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; Morais, P.L.D PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS IN THE MELON CROP CULTIVATED IN COCONUT FIBER SUBJECTED TO DIFFERENT SALINE CONCENTRATIONS OF THE NUTRIENT SOLUTION In: INOVAGRI International Meeting, 2014 Anais - INOVAGRI International Meeting. , 2014.

SOUSA, A. B. O.; SOUSA NETO, O. N.; SOUZA, A. C. M.; SAMPAIO, P. R. F.; DUARTE, S. N. TROCAS GASOSAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MINI MELANCIA SOB ESTRESSE SALINO In: II INOVAGRI International Meeting, 2014, FORTALEZA - CE. Anais - INOVAGRI International Meeting. , 2014.

MOURA, K. K. C. F.; DIAS, N. S.; PALACIO, V. S.; SOUSA NETO, O. N.; Morais, P.L.D QUALIDADE DE MELÃO CULTIVADO EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO NUTRITIVA In: INOVAGRI International Meeting, 2014, Fortaleza - CE.

SOUSA, A. B. O.; SOUSA NETO, O. N.; SOUZA, A.C.M. de S.; SAMPAIO, P. R. F.; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S. IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MINI MELANCIA CV. SMILE In: III INTERNATIONAL MEETING, 2015, FORTALEZA. ANAIS DO III INTERNATIONAL MEETING. , 2015.

SOUSA NETO, O. N.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S.; MIRANDA, J. H. EFEITO DA SALINIDADE E DA RELAÇÃO N:K NAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DA ROSEIRA FERTIRRIGADA EM AMBIENTE PROTEGIDO In: INOVAGRI International Meeting, 2014, Fortaleza - CE. Anais - INOVAGRI International Meeting. , 2014.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; FREITAS, J. J. R.; PALACIO, V. S.; FERREIRA, A. L. L.; Morais, P.L.D; MOURA, K. K. C. F. Alterações Fisiológicas no Meloeiro Hidropônico Sob Aumento da “CE” da Solução Nutritiva In: FertBio 2012, 2012, Maceió - AL. Anais - FertBio 2012. , 2012

DIAS, N. S.; PALACIO, V. S.; MOURA, K. K. C. F.; SOUSA NETO, O. N. CRESCIMENTO DE MELÃO GÁLIA CULTIVADO EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA SALINA In: IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, FORTALEZA - CE. ANAIS DO WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS. , 2012.

NASCIMENTO, I. B.; SOUSA NETO, O. N.; COSME, C. R.; FILHO, J. A; DIAS, N. S.; REBOUCAS, J. R. L.; SOUZA, A. C. M.; LEMOS;M. de Teores Foliares de N, P e K no Algodoeiro Fertirrigado com Efluente Doméstico In: FertBio 2012, 2012, Maceió - AL. Anais - FertBio 2012. , 2012.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; REBOUCAS, J. R. L.; MEDEIROS, J. F. Alterações fisiológicas do meloeiro cultivado em fibra de coco submetido ao aumento da concentração salina da solução nutritiva In: Simpósio Brasileiro de Salinidade, 2010, Fortaleza - CE. SBS. , 2010.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; LIMA, K. S.; ATARASSI, R. T.; REBOUCAS, J. R. L.; MEDEIROS, J. F. VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS EM AMBIENTE PROTEGIDO SOB MALHAS TERMO-REFLETORAS E MALHA NEGRA In: III Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2010, Fortaleza. III WINOTEC. , 2010.

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; SILVA, A. C. E. Influencia da salinidade da solução nutritiva no consumo hidrico do tomate cereja em sistema hidropônico In: Simpósio Brasileiro de Salinidade, 2010, Fortaleza - CE. SBS. , 2010.

MORAIS, P. L. D.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; SARMENTO, J. D. A.; ALMEIDA, M. L. B. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente sob malhas termorefletora e malha nega In: XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2009, Fortaleza - CE. XII CBFV. , 2009.

## Área do conhecimento: Ciências Agrárias

### ESTUDO DO EFEITO DO ÁCIDO SALICÍLICO E O JASMONATO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE TOMATE-CEREJA SOB ESTRESSE SALINO

Alícia Hélida dos Santos Batista; Nildo da Silva Dias; Hozano de Sousa Lemos Neto; Osvaldo Nogueira de Sousa Neto

A salinidade é um fator limitante na produção das culturas. Esse é um problema que se agrava em regiões semiáridas, pois existe disponibilidade limitada para a irrigação e, em muitos casos, essa água ainda possui níveis elevados de sais. Assim, a busca por estratégias de cultivo que amenizem os efeitos da salinidade nas culturas, são fundamentais para a manutenção e o desenvolvimento da exploração hortícola no Semiárido. O objetivo desta pesquisa foi verificar se o ácido salicílico e o jasmonato conferem tolerância à salinidade em plantas de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) e como o uso desses fitormônios afeta o rendimento e a qualidade dos frutos. Os tratamentos foram aplicados seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial (2x2x2), com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Os fatores foram compostos por dois níveis de salinidade da solução nutritiva (2,10 e 9,00 dS/m), aspersão foliar com ácido salicílico (0,0 e 500 µM) e ácido jasmônico (0,0 e 50 µM). As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade volumétrica de 12 L e preenchidos com 8,0 kg de fibra de coco. Após o transplante, as plantas foram fertirrigadas com uma solução nutritiva elaborada por meio da adição de fertilizantes na água de irrigação, com os níveis de salinidade definidos conforme os tratamentos. Após a colheita das plantas foram realizadas avaliações de crescimento, com determinação massa fresca e seca da parte aérea. Foram avaliadas também, a produção de frutos por planta e o peso médio dos frutos. Nas concentrações estudadas não foi verificada influência significativa da aplicação foliar de fitormônios (ácido salicílico e ácido Jasmônico) na massa fresca e seca das folhas. Apesar de não conferir tolerância à salinidade, as plantas de tomateiro apresentaram maiores médias de produção de frutos por planta quando receberam aplicação foliar de ácido salicílico, e de jasmonato. No que se refere ao efeito da salinidade das águas utilizadas no preparo da solução nutritiva, foi verificada a redução de 27% no peso médio dos frutos quando foi utilizada solução nutritiva com condutividade elétrica igual 9,0 dS/m. A aplicação foliar de ácido salicílico e jasmonato não promove tolerância a salinidade da solução nutritiva ao tomate-cereja. A aplicação de fitormônios (ácido salicílico e jasmonato) incrementou a produção de tomate-cereja fertirrigado em ambiente protegido.

**Palavras-chave:** Tolerância. Condutividade elétrica. Fitormônios.

**Agência financiadora:** Bolsista IC PIBIC.

## **Efeito do estresse hídrico sobre a produção de flores de Lisianthus**

Patricia Angélica Alves Marques<sup>1</sup>, Maria Eugênia do Amaral Richter<sup>2</sup>, María Alejandra Moreno<sup>3</sup>, Hugo Thaner dos Santos<sup>4</sup> & Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ESALQ/USP, Brasil, paamarques@usp.br

<sup>2</sup> University of Tasmania, Australia, mariaeugenia.richer@gmail.com

<sup>3</sup> ESALQ/USP, Brasil, morenom76@gmail.com

<sup>4</sup> UFV, Brasil, hthaner@gmail.com

<sup>5</sup> UFRSA, Brasil, Osvaldo.neto@ufersa.edu.br

### **Resumo**

Lisianthus é uma planta ornamental originária dos ecossistemas áridos como Texas, Arizona e norte do México. Tornou-se comercial no mercado de flores brasileiro por meio da introdução por parte da colônia japonesa, com um mercado em crescimento e produtivo nos últimos anos. No entanto, as informações técnicas de produção da cultura, irrigação, nutrição e colheita são limitadas. Sabendo a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional reduzindo custos, evitando desperdício ou déficit, sendo ainda possível, melhorar a qualidade do produto final. O objetivo foi determinar o potencial matricial ótimo da água no solo para o manejo racional da irrigação. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP Piracicaba, São Paulo, Brasil. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com 4 potenciais matriciais (-20; -30, -40; -50 kPa), 6 repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi composta por 3 plantas de Lisianthus (variedade Blue Picotee) em vasos de 12 L preenchidos com Latossolo Vermelho eutrófico típico e irrigados por gotejamento acionado independentemente. Foram medidas, diariamente e em todas as horas do dia, as variáveis temperatura do ar e umidade relativa, através de um termohidrógrafo com datalogger, localizado no centro da casa de vegetação. A colheita foi realizada 75 dias após o transplante das mudas. As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e o Teste LSD em nível de 5% para comparação entre as médias. Os resultados obtidos revelam que o Lisianthus obteve melhor volume de raízes, biomassa seca e fresca da parte aérea, biomassa fresca e seca das flores com utilização do potencial mátrico de -40 kPa, já o número de pétalas e o diâmetro das flores foi maior com o potencial mátrico de -30 kPa.

**Palavras-chave:** potencial matricial, cultivo protegido, recursos hídricos, manejo da irrigação, paisagismo.

### **Abstract**

#### **Effect of water stress on the production of Lisianthus flowers**

Lisianthus is an ornamental plant originating from arid ecosystems such Texas, Arizona and northern Mexico. It became commercial in the Brazilian flowers market through the introduction by japanese immigrant, with a growing and productive market in recent years. However, technical information on crop production, irrigation, nutrition and harvesting are limited. The knowledge about the water requirement to be supplied to the plants, it is possible to achieve a rational water management, reducing costs, avoiding waste or deficit, and it is still possible to improve the quality of the final

product. The objective was establish the optimum matric potential of soil water for rational irrigation management. The experiment was done in a greenhouse of the Department of Biosystems Engineering of ESALQ / USP Piracicaba, São Paulo, Brazil. A completely randomized design with 4 matric potentials (-20; -30, -40; -50 kPa) was adopted, 6 replicates, totaling 24 plots. Each plot was composed of 3 plants of Lisianthus (Blue Picotee variety) in pots 12 L filled with Latossolo Vermelho eutrófico típico being irrigated by drip. The variables air temperature and relative humidity were measured daily and at all hours of the day by a thermohygrometer with datalogger located in the center of the greenhouse. The harvesting was performed 75 days after transplanting the seedlings. The variables were submitted to analysis of variance and the LSD test at 5% level to compare the means. The results showed that Lisianthus obtained better root volume, fresh and dry biomass of aerial part of the plant, fresh and dry biomass of flowers with a potential -40 kPa, the number of petals and the diameter of flowers were higher with the matric potential -30 kPa.

**Keywords:** matric potential, protected cultivation, hidric resources, irrigation management, landscaping.

### **Introdução**

O Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) pertence à família Gentianaceae com origem no sul dos Estados Unidos, região dos estados de Nebraska, Colorado e Texas e norte do México (Halevy & Kofranek, 1984). É conhecida como uma planta cultivável tanto para vaso quanto para corte e apresenta no mercado diferentes tipos de cores e tamanhos. Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos, Holanda, Israel, Kenia, Tanzânia e Japão, sendo uma das dez flores mais produzidas do mundo (Kiamohammadi, 2011) com destaque no mercado brasileiro. Foi introduzido primeiramente no Japão em 1933, tornando-se umas das principais flores de corte no país, além de ser umas das 10 flores mais vendidas nos EUA e na Europa (Alves, 2012). Sua introdução no Brasil é recente, é utilizada, em sua maioria, em buquês de noivas e arranjos decorativos para casamentos (Uddin et al., 2001). A produção brasileira é destinada tanto para o mercado interno quanto para a exportação, em 2011 a comercialização internacional de flores de lisianthus e outras flores de corte representaram cerca de 1,3% da exportação brasileira (Junqueira & Peetz, 2011).

A irrigação se destaca como um dos principais tratamentos culturais necessários para a produção de plantas ornamentais em vasos. Em cultivos protegidos esta técnica se torna ainda mais importante uma vez que, o fornecimento de água à planta se dá exclusivamente por meio da irrigação. A quantidade de água disponível no solo é de extrema importância, já que está relacionada com o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da cultura. Sabendo a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional da mesma, reduzindo custos, evitando desperdício ou sua falta, sendo ainda possível, melhorar a qualidade do produto final. Neste contexto, o objetivo foi estabelecer o potencial matricial ótimo da água no solo para a produção de Lisianthus em ambiente protegido visando ao manejo racional da irrigação.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado de 20/11/2015 a 14/03/2016 em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" LEB/ ESALQ/USP na cidade de Piracicaba, São Paulo,

Brasil (22°41'58''S, 47°38'42''W e 510 m de altitude). Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com 4 potenciais matriciais (-20; -30, -40; -50 kPa) e 6 repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi composta por 3 plantas de *Lisianthus* (variedade Blue Picotee) em vasos de 12 L. Utilizou-se irrigação localizada por gotejamento, com linhas laterais de polietileno DN 13 mm, emissores Naan Daan Jain Taper lock outlet 2,0 kgf cm<sup>-2</sup> com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> e conjunto moto-bomba KSB Hydrobloc 1 cv 3450 rpm. Antes do início do experimento o sistema de irrigação foi submetido a um teste de uniformidade para determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e medição da vazão real dos emissores (Mantovanni et al., 2009) (quadro 1). O solo utilizado no experimento é um Latossolo Vermelho eutrófico típico, com textura franco-arenosa (Embrapa 2013). Após o enchimento dos vasos foram coletadas doze amostras indeformadas de solo a 20 cm, e obtida a curva de retenção de água no solo no Laboratório de Física do Solo do LEB/ESALQ/USP obtendo-se os valores de  $\Theta_r$  (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) = 0,0780;  $\Theta_s$  (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) = 0,43;  $\alpha$  (kPa<sup>-1</sup>) = 0,036;  $n = 1,56$ ;  $m = 0,35$ .

As mudas de *Lisianthus*, variedade Blue Picotee, foram produzidas em bandejas de poliestireno com substrato (40% casca moída de pinus, 30% turfa, 20% carvão vegetal, 7% vermiculita e 3% macro e micronutrientes). Durante a primeira semana de cultivo os tratamentos foram mantidos na capacidade de campo (Oliveira et. al., 2014) e logo após este período a irrigação foi realizada de acordo com os valores de potencial mátrico de cada tratamento (Boas et. al., 2008; Santos & Carlesso, 1998). O acionamento da irrigação foi realizado quando a umidade volumétrica do solo atingia o valor da umidade volumétrica correspondente ao potencial matricial da água no solo fixado para cada tratamento. O monitoramento diário do conteúdo de água no solo foi feito por meio de um tensímetro digital para determinar o potencial matricial atual da água no solo no momento da coleta ( $\Psi_m$ ) (Van Genuchten, 1980). O tempo de irrigação foi calculado de acordo com a seguinte equação.

$$T_i = \frac{\left[ \frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual}) \cdot 200}{E_a} \right] \cdot A_v}{q_e}$$

Em que:  $\Psi_m$  – potencial matricial efetivo, kPa;  $|L|$  - leitura do tensímetro, kPa;  $C$  – profundidade de instalação do tensiômetro, 16 cm;  $\theta_{atual}$  - umidade volumétrica atual, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;  $T_i$  – tempo de irrigação, horas;  $\theta_{cc}$  – umidade volumétrica correspondente à capacidade de campo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;  $\theta_{atual}$  – umidade volumétrica atual, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;  $E_a$  – Eficiência de aplicação do sistema de irrigação, adimensional;  $A_v$  – Área do vaso, 0,0637 m<sup>2</sup>; e  $q_e$  - vazão real do emissor, L.h<sup>-1</sup>.

A adubação convencional foi realizada seguindo a análise de solo aos 15 dias antes do transplante das mudas com 42,30g de KNO<sub>3</sub> e 47,70g de 0-18-0. Não foi realizada a calagem devido a saturação por bases (V%) do solo ser maior que 50%, suficiente para uma boa produtividade (Hernandez & Silveira, 1998). Durante a realização do experimento foram medidas diariamente e em todas as horas do dia as variáveis meteorológicas, temperatura do ar e umidade relativa, com um termohidrógrafo com datalogger modelo HT 4000 Hiseg, localizado no centro da casa de vegetação (Batista et al., 2013).

A colheita foi realizada 75 dias após o transplante das mudas. As raízes, caule, folhas e flores foram colhidas manualmente, uma a uma, e embaladas separadamente em sacos de papel Kraft, para a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 horas (Coradi et al., 2014). Antes e depois da secagem a biomassa foi submetida à pesagem em balança analítica para obtenção dos valores de massa fresca (MFPA) e seca

(MSPA) da parte aérea e, massa fresca (MFF) e seca (MSF) das flores, massa fresca (MFR) e seca (MSR) das raízes seguindo metodologia proposta por Benincasa (1986). O volume das raízes (VR) foi determinado a partir do deslocamento do fluido ao se inserir a raiz em proveta graduada de 50 mL preenchida com água (Longen, 2006). As flores foram avaliadas em relação ao diâmetro (D) com o uso de uma régua com precisão e realizou-se também a contagem manual das pétalas. As variáveis foram submetidas à análise de variância e o Teste LSD em nível de 5% para comparação das médias (Vieira, 2006).

### Resultados e Discussão

Os valores de temperatura mínima registrados na casa de vegetação durante a realização do experimento não ultrapassaram a exigência térmica do *Lisianthus* (entre 15 e 20 °C), todavia as temperaturas máximas (26°C) extrapolaram a temperatura máxima ideal da cultura (Gruszynski, 2007) (fig. 1). A produção de raízes das plantas apresentou melhor resposta para o manejo da irrigação a -40 kPa (quadro 2). A expansão radicular é expressa normalmente em uma curva de distribuição normal em que há um intervalo ótimo de potenciais matriciais que estimulam seu crescimento. O solo que possui valores mátricos acima desse intervalo fazem com que a raiz não se desenvolva por redução da aeração do solo. Valores abaixo deste intervalo também apresentam fator de redução do crescimento da raiz, como a baixa pressão osmótica para absorção da água (Costantini et.al., 1996).

O déficit hídrico em plantas cultivadas pode apresentar um impacto negativo substancial no seu crescimento e desenvolvimento (Santos & Carlesso, 1998). Segundo McCree & Fernández (1989) e Taiz & Zeiger (1991), a resposta mais expressiva destes mecanismos é a diminuição da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão foliar. Um sintoma claramente apresentado pela planta é a diminuição da área foliar. A inibição de sua expansão é causada pelo lento ajuste osmótico feito pelas células da folha, que permitem mantimento do turgor das células e a perda da capacidade de extensão das membranas das células das folhas (Hsiao & Xu, 2000). Uma redução significativa da área foliar com subsequente diminuição da fotossíntese resulta em um decréscimo geral no crescimento da planta (Van Iersel & Nemali, 2004).

As plantas em cenário de médio déficit (-40 kPa) apresentam a necessidade de alongamento das células radiculares e ajuste osmótico, não encontrado em plantas com pleno fornecimento de água (-10 e -20 kPa) (Liu et.al. 2012; Jupp & Newman, 1987). O tratamento manejado a potencial mátrico igual a -50 kPa apresentou maior intervalo de irrigação, em média 7 dias, induzindo a planta a um estresse hídrico mais intenso comparado aos outros tratamentos e conseqüentemente inibindo o alongamento das raízes. No quadro 1 são apresentados os valores de lâmina líquida total aplicada e intervalo médio de eventos de irrigação. Os resultados obtidos correspondem com os estudos de diversos pesquisadores, como Wang et.al. (2007), que verificaram que o potencial matricial ideal para o desenvolvimento das raízes é aquele que ocasiona a reação de expansão radicular por busca de água, mas ainda apresente uma aeração mínima do solo e diferença de pressão osmótica para a absorção da água.

Para a variável MFPA também foram obtidas as maiores médias no manejo da irrigação realizado sob potencial mátrico igual a -40 kPa (quadro 2). A MSPA não apresentou diferenças entre os tratamentos, mas é importante observar que visando uma resposta econômica em relação ao uso de água, o manejo da irrigação sob potencial mátrico de -40 kPa se apresenta como melhor opção para a irrigação para o cultivo de



*Lisianthus* tendo por foco a economia de água e energia. Em situações de plena oferta de água, os nutrientes se apresentam melhor solubilizados na solução do solo, de tal maneira que as raízes se desenvolvem melhor no solo. Possivelmente isto ocorre graças ao aumento da absorção dos nutrientes pela raiz da planta, promovendo uma regulação de gastos energéticos internos e assim promovendo um investimento na produção de biomassa (Abdelmajeed et.al., 2013; Khalil & El-Noemani, 2015). Assim, pode-se perceber que, o decréscimo na produção de biomassa da planta é uma reação imprescindível ao déficit hídrico. Entretanto cada parte da planta corresponde a este cenário com uma reação, desencadeando um processo fisiológico próprio, que pode, ou não, ser influenciado por processos de outras partes da planta.

Os resultados apontam a ocorrência de possíveis reações fisiológicas da planta em relação à diminuição da oferta de água, resultando em uma diminuição da produção de biomassa. Os resultados acompanham a ideia de que a energia absorvida no final do ciclo é utilizada preferencialmente para o desenvolvimento e abertura das flores, reduzindo o incremento em produção de biomassa pela planta (Camargo et. al., 2004). As melhores médias de diâmetro da flor foram obtidas no tratamento com potencial mátrico foi de -30 kPa (quadro 2). Já para as variáveis MFF e MSF foram obtidos para potencial mátrico igual a -40 kPa. Segundo Zaccai & Edri (2002), a temperatura e o fotoperíodo são fatores importantes para o desenvolvimento do *Lisianthus*, uma vez que são eles que controlam o crescimento do caule e a transição entre fase vegetativa e fase reprodutiva. Caso estas variáveis meteorológicas não estejam no padrão ótimo estabelecido pela planta, é possível que ocorram respostas negativas ao seu desenvolvimento pleno. Estas respostas podem variar dependendo do estágio fenológico na qual a planta foi apresentada a esses fatores.

Outros autores como Rodrigues et. al. (1995) também apontam como um mecanismo de sobrevivência o acúmulo de produtos fotossintéticos na planta antes da floração. Assim as plantas podem modificar seu desenvolvimento para se adaptar as condições adversas, produzir flores e garantir uma próxima geração de indivíduos. Os autores também mostram que as flores tratadas com mais de um tipo de estresse, no caso intensidade luminosa e baixa concentração nutritiva, obtiveram maiores índices na floração do que aquelas que sofreram menores índices de estresse ou não sofreram estresse nenhum.

Outra resposta a estes eventos acontece na fase de *seedling*, isto é, desde o transplante até a emergência do terceiro par de folhas, onde a reação do *Lisianthus* em relação a temperaturas acima do ideal é a formação de rosetas e o atraso de seu amadurecimento (Ohkawa et. al., 1994). O efeito roseta é o não desenvolvimento vertical da planta e o aparecimento das folhas ao redor de um caule de tamanho reduzido, retardando o crescimento da mesma (Geneve, 2009). As temperaturas durante as primeiras três semanas deste experimento apresentaram altos valores, tendo a máxima variando entre 30,5 e 41,7°C e a mínima entre 18,9 e 23,1°C. Assim, todas as plantas sofreram com o efeito roseta e, com isso, houve uma drástica diminuição na quantidade de massa floral colhida no experimento. Entretanto, este efeito é efetivo em plantas com até dois pares de folhas, ou seja, este fenômeno foi ativado somente durante as primeiras semanas de experimento.

## **Conclusões**

O potencial mátrico igual -40 kPa resultou em um maior volume das raízes, maior massa fresca e seca da parte aérea (caule e folhas) e maior biomassa seca e fresca

das flores e menor diâmetro das flores. O potencial mátrico igual a -30,0 kPa resultou em um maior número de pétalas de flores e maior diâmetro de flores.

### **Agradecimentos**

À CAPES, ESALQ/USP e FAPESP, pelo apoio ao desenvolvimento e divulgação. A Yane Gabrielle dos Santos Iacope, Jessica Camila Miranda Cardoso, Paula Alessandra Bonassa e Gilmar Batista Grigolon, pelo auxílio com a infraestrutura do experimento.

### **Referências**

- Abdelmajeed, N.A., Danial, E.N. & Ayad, H.S. 2013. The effect of environmental stress on qualitative and quantitative essential oil of aromatic and medicinal plants. *Archives Des Sciences*, Genebra 66:100-120.
- Alves, C.M.L. 2012. Produção e pós-colheita de *Lisianthus* cultivado em ambiente protegido. Dissertação de mestrado, Viçosa.
- Batista, S.C.O., Carvalho, D.F., Rocha, H.S., Santos, H.T. & Medici, L.O. 2013. Production of lettuce automatically watered with a low cost controller. *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 11:485-489.
- Benincasa, M.M.P. 1988. Análise de crescimento de plantas. Editora FUNEP, Jaboticabal. 41p.
- Boas, R.C.V., Carvalho, J.A., Gomes, L.A.A., Sousa, A.M.G., Rodrigues, R.C. & Souza, K.J. 2008. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia* 32:525-531.
- Camargo, M.S., Shimizu, L.K., Saito, M.A., Kameoka, C.H., Mello, S.C. & Carmello, Q.A.C. 2004. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivado em solo. *Horticultura Brasileira* 22:143-146.
- Coradi, P.C., Melo, E.C. & Rocha, R.P. 2014. Evaluation of electrical conductivity as a quality parameter of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* Stapf) submitted to drying process. *Drying Technology* 32:969-980.
- Costantini, A., SO, H.B. & Doley, D. 1996. Early *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* root development: 1. Influence of matric suction. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:839-846.
- Embrapa 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Geneve, R. 2009. Department of Agriculture, University of Kentucky. Plant morphology <http://dept.ca.uky.edu/morphology/formrosette.pdf>
- Gruszynski, C. 2007. Informações básicas para o cultivo de *Lisianthus* ou *Eustoma* para corte. ASCAR/EMATER-RS, Gramado.
- Halevy, A.H. & Kofranek, A.M. 1984. Evaluation of *Lisianthus* as a new flower crop. *HortScience* 19:845-847.
- Hernandez, R.J.M. & Silveira, R.I. 1998. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). *Scientia Agrícola* 55:79-85.
- Hsiao, T.C. & Xu, L.K. 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *Journal of Experimental Botany* 51:1595-1616.
- Junqueira, A.H. & Peetz, M.S. 2011. Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira. *Hortica* 6:1-5.

- Jupp, A.P. & Newman, E.I. 1987. Morphological and anatomical effects of severe drought on roots of *Lolium perenne* (L.). *New Phytologist* 105:393-402.
- Khalil, S.E.S. & EL-Noemani, A.S.A. 2015. Effect of bio-fertilizers on growth, yield, water relations, photosynthetic pigments and carbohydrates contents of *Origanum vulgare* L. plants grown under water stress conditions. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 9:60-73.
- Kiamohammadi, M. & Hashemaabadi, D. 2011. The effects of different floral preservative solutions on vase life of *Lisianthus* cut flowers. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants* 2:115-122.
- Liu, H., Yang, H., Zheng, J., Jia, D., Wang, J., LI, Y. & Huang, G. 2012. Irrigation scheduling strategies based on soil matric potential on yield and fruit quality of mulched-drip irrigated chilli pepper in Northwest China. *Agricultural Water Management* 115:232-241.
- Longen, A. 2006. *Matemática*. Editora Nova Didática LTDA, Rio de Janeiro.
- McCree, K.J. & Fernández, C.J. 1989. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. *Crop Science* 29:353-360.
- Mantovanni, E.C., Bernardo, S. & Palaretti, L.F. 2009. *Irrigação: Princípios e Métodos*. 3ed. Viçosa: Editora UFV. 355p.
- Ohkawa, K., Yoshizumi, T., Korenaga, M. & Kanematsu, K. 1994. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. *Scientia Horticulturae* 29:165-166.
- Oliveira, A.C., Cruz, R.L., Biscaro, G.A., Motomiya, A.V.A. & Freire, M. 2014. Use of ferrous water for drip irrigation of ornamental sunflower in pots. *Irriga* 19:245-254.
- Rodrigues, M.L., Pacheco, C.A. & Chaves, M.M. 1995. Soil-plant relations, root distribution and biomass partitioning in *Lupinus albus* L. under drought conditions. *Journal of Experimental Botany* 46:947-956.
- Santos, R.F. & Carlesso, R. 1998. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 2:287-294.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 1991. *Plant physiology*. California: The Benjamin-Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City. 559p.
- Uddin, A.F.M.J., Hashimoto, F., Kakatani, M., Shimizu, K. & Sakata, Y. 2001. Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of *Lisianthus* cultivars (in vitro). *Scientia Horticulturae* 89:75-84.
- Van Iersel, M.W & Nemali, K.S. 2004. Drought stress can produce small but not compact marigolds. *HortScience* 36:1298-1301.
- Van Genuchten, M.T. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* 44:892-898.
- Vieira, S. 2006. *Análise de variância*. São Paulo: Editora Atlas. 216p.
- Wang, F.X., Kang, Y., Liu, S.P. & Hou, X.Y. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. *Agricultural Water Management* 88:34-42.
- Zaccai, M. & Edri, N. 2002. Floral transition in *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*). *Scientia Horticulturae* 95:330-340.

Quadro 1 - Resultados do teste de uniformidade do sistema de irrigação localizada por gotejamento

$\psi_m$ (- kPa)	CUC (%)	$Q_{real}$ (L h <sup>-1</sup> )	Lâmina líquida total aplicada (mm)	Intervalo médio de irrigações (dias)	Lâmina líquida média (mm dia <sup>-1</sup> )
20	98,45	1,89	565,2	1	4,87
30	98,67	1,88	480,2	3	4,14
40	97,13	1,93	411,7	5	3,55
50	96,89	1,97	362,4	7	3,12

$\psi_m$  - potencial matricial- CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen  
 $Q_{real}$  - vazão real do gotejador.

Quadro 2 - Teste F de Snedecor para o volume de raízes (VR); massa fresca e seca da parte aérea (MFPA; MSPA) e massa fresca e seca das flores (-MFF; MSF) de *Eustoma grandiflorum*, Piracicaba-SP, Brasil, 2016.

Potencial matricial (- kPa)	VR* (cm <sup>3</sup> )	MFPA* (g)	MSPA** (g)	Diâmetro da flor (cm)	MFF*** (g)	MSF** (g)
20	1,27 b	6,251 b	1,225 a	5,36 a	1,126 b	0,196 b
30	1,45 b	9,132 a	1,635 a	5,86 a	1,349 ab	0,229 b
40	1,71 a	10,466 a	1,551 a	4,41 b	1,893 a	0,235 a
50	1,68 ab	8,15 ab	1,261 a	4,58 b	1,377 ab	0,223 b
Média	1,53	8,50	1,418	4,55	1,436	0,221

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ( $p < 0,05$ ). \* Dados transformados em  $X^{0,78}$  (Box-Cox); \*\* Dados transformados em  $X^{0,83}$  (Box-Cox); \*\*\* Dados transformados em  $X^{0,53}$  (Box-Cox).

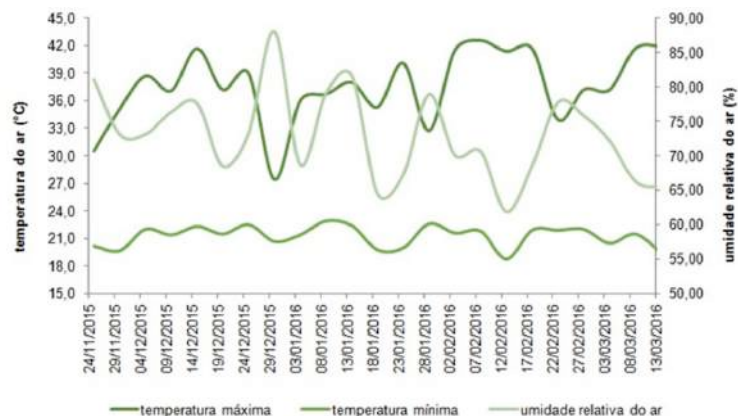


Figura 1 - Monitoramento meteorológico do interior da casa de vegetação durante o período do experimento.

## TROCAS GASOSAS EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça) CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

DIEGO BRANDÃO<sup>1</sup>, SERGIO N. DUARTE<sup>2</sup>, TIMÓTEO H. S. BARROS<sup>3</sup>,  
OSVALDO N. SOUSA NETO<sup>1</sup>, ALAN B. O. DE SOUSA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, Fone: (19) 3429-4217, e-mail: diegobrandao@usp.br, sousaneto@usp.br, alansousa@usp.br

<sup>2</sup> Professor Associado ao Departamento de Engenharia de Biossistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, Fone: (19) 3447-8543, e-mail: snduarte@usp.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, Fone: (19) 3429-4217, e-mail: timoteo@usp.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** A principal forma de alimentação do rebanho bovino brasileiro é através das pastagens. São escassas as informações na literatura sobre as respostas das espécies forrageiras ao manejo da irrigação. Objetivou-se neste trabalho verificar a influência de quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%), na taxa fotossintética, na condutância estomática, na transpiração foliar e na eficiência do uso da água do capim mombaça (*Panicum maximum* Jaq. cv Mombaça), cultivado em vasos, em casa de vegetação, utilizando-se Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As medidas de taxa fotossintética e transpiração foliar foram afetadas pela condição hídrica do solo, apresentando valores máximos respectivos de 21,64  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e 1,246  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para o tratamento com 15% de depleção de água no solo; decrescendo em 36 e 19% para o tratamento com 60% de depleção de água no solo. O ajuste fisiológico das plantas em condições de estresse hídrico foi observado com a redução na taxa fotossintética, na condutância estomática, na transpiração foliar e no aumento da eficiência do uso da água para os tratamentos com maiores níveis de estresse.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse hídrico, irrigação, pastagem.

### MOMBACA GRASS (*Panicum maximum* cv. Mombaça) GAS EXCHANGE CULTIVATED UNDER DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER DEPLETION

**ABSTRACT:** The source of feeding Brazilian cattle is mainly through pastures. There is a lack of information about how pastures behave under irrigation management. The aim of this study was to verify the photosynthesis rate, the leaf transpiration, the stomatal conductance and the water use efficiency of mombaca grass (*Panicum maximum* cv. Mombaça) cultivated in greenhouse, using pots with Red Nitosol. The irrigation management was consisted by four levels of soil water depletion (15, 30, 45 and 60%). The experiment was set up in randomized blocks with four replications. The values of photosynthesis rate (A) and leaf transpiration (E) were affected by soil water availability. The maximum value of “A” was 21.64  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  and “E” was 1.246  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  for the treatment of 15% of water depletion. They decrease respectively 36 and 19% for the treatment of 60% of water depletion. Physiological adjustment in water stress conditions was observed by the reductions of photosynthesis rate, stomatal conductance and leaf transpiration, and increase of water use efficiency.

**KEYWORDS:** irrigation, pasture, water stress.

### INTRODUÇÃO:

As pastagens constituem-se a forma mais prática e econômica para alimentação do rebanho bovino brasileiro. Dentre as espécies forrageiras cultivadas, destacam-se as cultivares de *Panicum maximum*, por serem altamente produtivas em matéria seca e de elevado valor nutritivo. No entanto, como toda forrageira tropical, o *P. maximum* cv. Mombaça está sujeito à estacionalidade de produção. A

estacionalidade de produção é a produção desigual de forragem ao longo do ano, comum em regiões onde ocorrem longos períodos de deficiência hídrica no verão (veranicos) ou em invernos secos (RIBEIRO et al., 2009). A irrigação em pastagens surge como alternativa para reduzir a estacionalidade de produção da espécie forrageira, evitar gastos com alimentos concentrados e mão-de-obra na alimentação dos animais na estação seca. São escassas as informações na literatura sobre as pastagens irrigadas. Quando a irrigação das pastagens não é feita de maneira adequada, leva, geralmente, à aplicação excessiva de água, o que resulta em prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia elétrica e de água, lixiviação de nutrientes e maior compactação do solo, repercutindo na diminuição da produção e da vida útil da pastagem (ALENCAR et al., 2009). A seca é um dos principais fatores de estresse do ambiente, alterando diversos processos fisiológicos das plantas, os quais comprometem o seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, levam à redução da produtividade. O crescimento das plantas está condicionado primordialmente à obtenção de energia proveniente da radiação solar, através da interceptação e utilização no processo de fotossíntese. A fotossíntese líquida do dossel reflete na produção de biomassa, a qual poderá ser influenciada por fatores como: luz, temperatura, umidade, fertilidade do solo, e também pelo manejo adotado (intensidade e frequência de corte ou pastejo), sendo, portanto, importantes condicionadores da arquitetura do dossel. O estresse causado pelo déficit hídrico afeta a planta toda, dos pelos radiculares aos estômatos; causa alterações morfológicas como a redução da área foliar, do crescimento das raízes e interfere no fechamento estomático. Respostas fisiológicas ao estresse hídrico variam de acordo com o genótipo das plantas, mas em geral ocorrem devido ao baixo potencial de água no solo, causando baixo potencial nas folhas, incremento na produção de osmoprotetores como açúcares de prolina, redução no conteúdo de água nas folhas, decréscimo na condutância estomática e na taxa fotossintética (GRAÇA et al., 2010). Os objetivos do trabalho foram determinar influência da água disponível no solo na fotossíntese, na condutância estomática, na transpiração foliar e na eficiência no uso da água do capim-mombaça cultivado em Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”), em vasos em casa de vegetação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi conduzida em uma casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, no município de Piracicaba-SP, situado às coordenadas geográficas de 22° 42' de latitude sul e 47° 38' de longitude oeste, com uma altitude de cerca de 540 m, no período de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Instalou-se um experimento fatorial 4x1 em um delineamento de blocos ao acaso, correspondente a quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%) e um solo, Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”) de textura franco-argilosa, com quatro repetições, totalizando-se 16 unidades experimentais constituídas por vasos de 14,3 kg. O material de solo foi coletado da camada de 0-20 cm do campus da ESALQ/USP, sendo seco ao ar e passado em peneira de malha de 10 mm para o preenchimento dos vasos e coleta de amostras para análises química e granulométrica. As curvas de retenção de água no solo foram obtidas no Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP, utilizando-se dos métodos da Mesa de Tensão e da Câmara de Richards (1965). Para isso, um vaso de cada classe de solo foi colocado em uma caixa, contendo água ao nível de 2/3 da altura do vaso, para ascensão da água via capilaridade, até a saturação completa. Após a saturação, foram retirados três anéis de Kopeck de cada vaso, os quais foram enviados ao referido laboratório para aplicação das tensões. O Nitossolo apresentou umidade na capacidade de campo ( $\Theta_{cc}$ ) de 34% e umidade no ponto de murcha permanente ( $\Theta_{pmp}$ ) de 23%, o que resultou em uma CAD de 11%. A densidade do solo foi obtida retirando-se um anel de Hoghland dos vasos saturados, obtendo-se 1,12 Mg m<sup>-3</sup>. Com base na análise química os vasos receberam adubo e calcário conforme recomendação de RAIJ et al (1996). Foram semeadas 3 g de sementes por vaso; ocorrida a germinação foram deixadas duas plantas por vaso que foram mantidas com umidade próxima a da capacidade de campo durante 30 dias. Após os 30 dias foi realizado o corte de nivelamento e deu-se início a aplicação dos tratamentos. A irrigação foi feita manualmente com o uso de proveta. O monitoramento da umidade era realizado pesando-se quatro vasos (um bloco) diariamente em balança de 30 kg de capacidade máxima, com precisão de 10 g; a quantidade de água a ser adicionada era aquela suficiente para elevar o solo à capacidade de campo. Considerando-se a profundidade do vaso de 0,30 m, a área da superfície do vaso de 0,07 m<sup>2</sup> e a capacidade de água disponível do solos de 0,11cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>, calcularam-se as lâminas e os volumes que



<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a190>

## PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS IN THE MELON CROP CULTIVATED IN COCONUT FIBER SUBJECTED TO DIFFERENT SALINE CONCENTRATIONS OF THE NUTRIENT SOLUTION<sup>1</sup>

Nildo da Silva Dias<sup>1</sup>; André Moreira de Oliveira<sup>2</sup>; Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>3</sup>; Maria Isidória Silva Gonzaga<sup>4</sup>; Patrícia Lígia Dantas de Moraes<sup>5</sup>; Christiano Rebouças Cosme<sup>6</sup>

**SUMMARY:** The brackish waters can represent great potential in profitable agricultural production, depending on the adoption of proper cultural practices, as well as the culture's tolerance to salinity. Given the lack of information for hydroponic melon culture, the objective of this study was to investigate the physiological changes promoted by the use of brackish water in the preparation of the melon crop's nutrient solution (*Cucumis melo* L., cv. AF 015) grown on substrate coconut fiber in a greenhouse. The plants were nourished with saline concentration 1.1 (control), 2.5, 4.0 and 5.5 dS m<sup>-1</sup> applied during the stages of vegetative growth (10-30 days after transplanting, DAT), flowering (31 to 50 DAT), which are the assessment phases of the physiological and fruiting and ripening (51-70 DAT). The experimental design was completely randomized, with 15 treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme (salt concentration levels x exposition time) with three replications. The increase of the nutrient solution's salt concentration reduced the photosynthetic efficiency, stomatal conductance, transpiration and increased the intercellular CO<sub>2</sub> concentration in melon plants. Best water use efficiency by melon crop was achieved in salt concentration varying from low to intermediate.

**KEYWORDS:** *Cucumis melo* L., nutrient solution, electric conductivity

## ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS EM MELÃO CULTIVADO COM FIBRA DE COCO SUBMETIDO A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DOLUÇÕES SALINAS E SOLUÇÕES DE NUTRIENTES

**RESUMO:** as águas Salobras podem apresentar um grande potencial rentável a produção agrícola, em função da adoção de práticas culturais adequadas, assim como da tolerância das culturas a salinidade. Dada a falta de informações ao cultivo de melão hidropônico, o objetivo desse estudo foi o de investigar as causas fisiológicas que promovem o uso de água salina na preparação de solução de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L., cv. AF 015), cultivado em substrato de fibra em estufa. As plantas foram alimentadas com concentração de sal 1.1 (Testemunha), 2,5, 4,0 e 5,5 dS m<sup>-1</sup> aplicado durante as fases de crescimento vegetativo (10-30 dias após o transplante, DAT), floração (31-50 DAT), que são as etapas de avaliação de fisiológico e frutificação e maturação (51-70 DAT). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 15 tratamentos dispostos em um esquema fatorial 4 x 3 (níveis de concentração de sal x tempo de exposição), com três repetições. Aumentando a concentração de sal da solução nutriente reduz a eficiência da fotossíntese, da condutância estomática, transpiração e aumento

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Caixa Postal 137, CEP.: 59625-900, Mossoró/RN. E-mail: nildo@ufersa.edu.br

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

<sup>3</sup> Estudante de pós-graduação, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)

<sup>4</sup> Professora, Universidade Federal de Sergipe (UFS).

<sup>5</sup> Professora, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

<sup>6</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).



da concentração de CO<sub>2</sub> intercelular em plantas de melão. Melhoria da eficiência do uso da água por plantações de melão foi alcançado na concentração de sal varia de baixa a intermediária.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucumis melo* L, solução nutritiva, condutividade elétrica.

## INTRODUCTION

In the fruit-producing region of Rio Grande do Norte, some of the water used for irrigation comes from deep artesian wells. Even though it is a good quality water resource, high pumping costs are economically prohibitive for agriculture use (MEDEIROS et al., 2003). Even though irrigated water can be pumped at low costs from shallow wells in the Jandaíra limestone sediment, it presents high salt concentration levels, the so called brackish water. The lower cost of pumping encourages the use of brackish water in this region and leads to potential degradation of vast area of productive soils through salinization.

An alternative that could reduce this problem would be mixing good and low quality water, increasing water availability to the crops. The brackish water dilution reduces total salt concentration and allows irrigation of larger areas. However, one needs to know the best dilution ratio in order to achieve better crop production and minimal environmental disturbance. Therefore, research on the rational use of these brackish waters becomes essential, as their uncontrolled use may increase the risk of soil salinization, speeding up the problems of desertification (Dias et al., 2007).

Hydroponic systems can be an advantage when using brackish water due to the absence of matric potential, a fact that allows the increased crop tolerance to salinity (Soares, 2007). Moreover, there would be no problem of soil contamination and, as an extra benefit; people would have an alternative source of water for agricultural production in semiarid region.

Salinity affects plant performance directly through water stress, toxicity caused by ions, nutritional imbalance (Munns & Termaat, 1986) and indirectly by mediating inter-specific competitions (Callaway & Pennings, 1992). Thus, as a response to the damage caused by excess salt concentration, many plants increased their tolerance mechanisms through the exclusion and/or compartmentalization of salt. Melon crop is considered moderately tolerant to salt stress. Reduction in productivity has been quite common when the culture is irrigated with high salt concentration water (Navarro et al. 1999; Love et al., 1999). However, little information is known about physiological changes on the melon crop grown under high salt concentration hydroponics systems. Therefore, this work aimed to evaluate the physiological changes on melon plants growing in nutrient solution prepared with brackish water and using coconut fiber as a substrate, under greenhouse conditions.

## MATERIAL E METHODS

A greenhouse study was carried out in a completely randomized design, with 12 treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme (solution salinity levels x phenological stages of melon plants), with three replicates. Melon plants were nourished with nutrient solution with salinity of 1.1 (control), 2.5, 4.0 and 5.5 dS m<sup>-1</sup> applied during three phases of vegetative growth (10-30 days after plant transplanting, DAT), flowering (31-50 DAT) and fruiting and ripening (51-70 DAT).

Young melon plants (*Cucumis melo* L., cv. AF 015) were produced in polystyrene trays expanded into 128 cells filled with coconut fiber substrate, during 13 days. The seedlings were transplanted into 12 L plastic bags containing a 2 cm gravel layer at the bottom, covered with nylon mesh and filled with 3.5 kg of coconut fiber (Golden Mix ®). The experimental units were arranged in six rows of 1.00 m x 0.50 m between plants. Fence posts were installed at the end of each plant row in order to guide the growing plants.

The nutrient solution was prepared with water of different salinity levels: tap water (EC = 0.52 dS m<sup>-1</sup>), deep artesian well water (EC = 3.7 dS m<sup>-1</sup>), mixed water and well water plus NaCl concentration. After water preparation, basic nutrient solution fertilizers were added, as recommended by Santos (2002), where to each 100 L of water were added: 805g calcium nitrate, 334g potassium nitrate, 175g of ammonium phosphate, 252 g of magnesium sulfate and 10g Quelatec.





<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a510>

## TROCAS GASOSAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MINI MELANCIA SOB ESTRESSE SALINO

A. B. O. de Sousa<sup>1</sup>, O. N. de Souza Neto<sup>2</sup>, A. C. M. de Souza<sup>3</sup>, P. R. F. Sampaio<sup>4</sup>, S. N. Duarte<sup>5</sup>

**RESUMO:** O estudo da utilização de águas de baixa qualidade na agricultura é de suma importância, principalmente em locais com poucos recursos hídricos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e desenvolvimento até a floração de plantas de mini melancias, sob irrigação salina bem como a salinidade máxima para água de irrigação. As mudas de mini melancia, cultivar Smile e Extazy, foram produzidas e transplantadas para vasos de 8 L, com substrato comercial (Top Garden Floreira). As plantas foram irrigadas com soluções salinas contendo o adubo e sais proporcionando os tratamentos com condutividades elétricas (CEs) de 1, 2, 3, 4 e 5 dS m<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro blocos e três vasos por parcela. O esquema foi fatorial 5x2 (5 doses de salinidade x 2 cultivares de mini-melancia). Durante a floração a taxa fotossintética líquida (A), a condutância estomática ao vapor de água (gs), a taxa transpiratória (E) e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram mensuradas com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA). Foram mensurados também o número de folhas (NF), altura da planta (AP) diâmetro do colo da planta (DP) bem como, a clorofila A(CA) e B (CB). Na solução do substrato realizou-se as análises de pH, CE, Na e K. O crescimento foi afetado em função do aumento da salinidade, sendo para as condições estudadas o valor máximo da condutividade elétrica da água de irrigação 3,2 e 4,4 dS.m<sup>-1</sup> para cultivar Smile e Extazy, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** salinidade, irrigação, *Citrullus lanatus*.

## GAS EXCHANGE AND INITIAL GROW OF MINI WATERMELON UNDER SALT STRESS

**ABSTRACT:** The study aimed to evaluate gas exchange and development to flowering plant mini watermelons, under saline irrigation and the maximum salinity of irrigation water. The mini watermelon seedlings (Smile and Extazy) were produced and transplanted to 8 L pots with commercial substrate (Top Garden Floreira). The plants were irrigated with saline solutions containing fertilizer and salts (NaCl, CaCl) electrical conductivities (ECs) of 1, 2, 3, 4 and 5 dS m<sup>-1</sup>. The experimental design was a randomized block with four blocks and three plants per plot. The scheme was 5x2 factorial (5 x 2 doses of salinity mini watermelon cultivars). During flowering the net photosynthetic rate (A), stomatal water vapor (gs) conductance, transpiration rate (E) and photosynthetically active radiation (PAR) were measured with the aid of an infrared gas analyzer (IRGA). The number of leaves (NP), plant height (AP) diameter of the stem of each plant (DP) as well as chlorophyll a (CA) B (CB) and totally (CT) were measured. In the solution of the substrate was held the analysis of pH, EC, Na and K. Growth was affected due to the increase in salinity, and for the conditions studied the maximum electrical conductivity of irrigation 3.2 and 4.4 dS.m<sup>-1</sup> to grow for Smile and Extazy respectively.

**KEYWORDS:** salinity, irrigation, *Citrullus lanatus*.

<sup>1</sup> Doutorando, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: alansousa@usp.br

<sup>2</sup> Doutorando, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: sousaneto@usp.br

<sup>3</sup> Mestranda, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: anaclaudia.gambiental@hotmail.com

<sup>4</sup> Mestrando, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: ramualyson@hotmail.com

<sup>5</sup> Professor, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: snduarte@usp.br



## INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) é uma curcubitácea originária do continente africano (Lorenzi et al., 2006), sendo cultivada em diversos países, como a China, Irã, Turquia e Brasil (FAOSTAT, 2010). No Brasil, os principais estados produtores são o Rio Grande do Sul (346.454 Mg), a Bahia (338.365 Mg) e São Paulo (191.884 Mg), respondendo por 42,69% de toda produção nacional (IBGE, 2010). A produtividade média dessa frutífera, em condições brasileiras, alcança valores de 21.622 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2010).

Trata-se de uma das principais olerícolas produzidas no Brasil. No período de 1995 a 2006, houve um incremento de 130% na sua produção, devido, principalmente, a aumentos na área plantada (44,3%) e produtividade (55,7%) (Camargo et al., 2010). A região Sudeste participa com 12,24% da produção brasileira de melancia, e, o Estado de São Paulo se destaca como o principal produtor dessa curcubitácea (IBGE, 2010).

A melancia é uma frutífera tipicamente tropical, desenvolvendo-se sob temperaturas de 23 a 28 °C. É cultivada no campo em sistemas rasteiro, com produção principalmente de frutos grandes, com peso variando de 6 a 25kg (Campagnol, 2009). Entretanto, com a mudança da sociedade, apresentando famílias cada vez menores, o consumo de melancias pequenas, denominadas mini melancias, vem crescendo. Além do tamanho, a coloração e a ausência de sementes em algumas cultivares aumentam o valor agregado, constituindo-se em um bom retorno financeiro para o produtor. O sistema de produção da mini melancia pode ser realizado diretamente no campo, mas a adoção em ambiente protegido é preferida pelos produtores. Neste sistema o cultivo é realizado com a condução vertical das plantas (Campagnol, 2009).

Atualmente, um fator de grande discussão é a quantidade de água que deve ser destinada a produção vegetal. Um dos questionamentos mais comuns é se esta água deveria ter seu uso destinado ao consumo humano. Assim, as águas a ser utilizadas para a produção vegetal deveriam ser as águas residuais ou de baixa qualidade. Entretanto, essas águas apresentam-se muitas vezes com altas concentrações de sais.

A utilização de água de baixa qualidade para a irrigação torna-se um fator limitante para a produção vegetal, uma vez que a salinidade inibe o crescimento das plantas, em função dos efeitos osmóticos e tóxicos (Munns, 2002). As funções fisiológicas e bioquímicas podem ser influenciadas pelo excesso de sais, resultando em distúrbio das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes, além de acúmulo de íons tóxicos e seus respectivos efeitos (Dias & Blanco, 2010).

Portanto, é de suma importância os estudos das limitações das culturas ocasionadas pelas condições que interferem na produção vegetal. Esse trabalho, apresentará subsídios que demonstram a tolerância da mini melancia à salinidade. Observado o comportamento fisiológico da cultura quanto as trocas gasosas.

Dessa forma, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e desenvolvimento até a floração de plantas de mini melancias, sob irrigação salina bem como a salinidade máxima para água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia de Biosistemas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba, SP, situada nas coordenadas geográficas: 22° 42’ de latitude sul e 47° 38’ de longitude oeste e altitude de 546 m. Segundo Sentelhas (1998), o clima da região, pela classificação de Koppen, é do tipo Cwa, tropical úmido, com temperaturas do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18 °C.

As mudas foram produzidas por um produtor de mudas (IBS mudas) no município de Piracicaba, SP. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas, com substrato de fibra de coco e cobertas com vermiculita. As plântulas foram transplantadas em torno de 35 dias após a semeadura, quando as raízes estavam ocupando todo espaço do substrato e apresentavam o primeiro par de folhas definitivas. Em condições climáticas de altas temperaturas, as mudas de melancias levavam aproximadamente de 25 a 30 dias após a semeadura, para ficarem aptas para o transplante. Para a realização do experimento, foram utilizados vasos de polietileno preto (8 L de capacidade) e substrato comercial (Top Garden Floreira).



<http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a206>

## **IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MINI MELANCIA CV. SMILE**

A. B. O. de Sousa<sup>1</sup>, O. N. de Souza Neto<sup>2</sup>, A. C. M. de Souza<sup>3</sup>, P. R. F. Sampaio<sup>4</sup>, S. N. Duarte<sup>5</sup>, C.T.S. Dias<sup>6</sup>

**RESUMO:** Estudou-se a tolerância ao estresse salino ocasionado pela irrigação com água salina no desenvolvimento da planta e na qualidade dos frutos de mini melancia, em experimento desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Biosistemas da ESALQ-USP com delineamento experimental em blocos casualizados com três vasos formando uma unidade experimental, com a cultivar smile irrigada com cinco níveis de salinidade (S1=1,0; S2=2,0; S3=3,0; S4=4,0 e S5=5,0 dS m<sup>-1</sup>). A salinidade afetou as variáveis altura, diâmetro do caule, número de folhas, número de ramos, massa e área foliar. A salinidade reduziu a massa, o diâmetro e o pH dos frutos. Podendo-se concluir que a mini melancia cultivar Smile é moderadamente sensível à salinidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** mini melancia, estresse salino, reúso de água

## **IRRIGATION WITH SALINE WATER IN PRODUCTION AND QUALITY FRUITS OF MINI WATERMELON CV . SMILE**

**ABSTRACT:** We studied the tolerance of mini watermelon to salt stress caused by the lower quality of irrigation water, vegetative growth and quality of fruit produced in the experiment carried out in a greenhouse, Department of Biosystems ESALQ-USP. The experimental design was a randomized block, with four blocks and three pots per experimental plot. The

<sup>1</sup> Doutorando, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: [alansousa@usp.br](mailto:alansousa@usp.br)

<sup>2</sup> Doutorando, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: [sousaneto@usp.br](mailto:sousaneto@usp.br)

<sup>3</sup> Doutoranda, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: [anaclaudia.gambiental@hotmail.com](mailto:anaclaudia.gambiental@hotmail.com)

<sup>4</sup> Doutorando, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: [ramualyson@hotmail.com](mailto:ramualyson@hotmail.com)

<sup>5</sup> Professor, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: [snduarte@usp.br](mailto:snduarte@usp.br)

<sup>6</sup> Professor, ESALQ/USP. Piracicaba- São Paulo. Email: [ctsdias@usp.br](mailto:ctsdias@usp.br)

cultivar “smile” was irrigated with five salinity levels (S1 = 1.0, S2 = 2.0, S3=3.0,S4=4.0 and S5=5.0 dS m<sup>-1</sup>). The salinity affected the variables height , stem diameter , number of leaves , number of branches, mass and leaf area. Salinity reduced mass, diameter and pH of the fruit. It can be concluded that the mini watermelon cultivate Smile is moderately sensitive to salinity.

**KEYWORDS:** mini watermelon, salt stress , water reuse

## **INTRODUÇÃO**

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) é uma curcubitácea originária do continente africano (LORENZI et al., 2006), sendo cultivada em diversos países, como a China, Irã, Turquia e Brasil (FAOSTAT, 2010). No Brasil, os principais estados produtores são o Rio Grande do Sul (346.454 Mg), a Bahia (338.365 Mg) e São Paulo (191.884 Mg), respondendo por 42,69% de toda produção nacional (IBGE, 2010). A produtividade média dessa frutífera, em condições brasileiras, alcança valores de 21.622 Kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2010).

A melancia é uma planta tipicamente tropical, desenvolvendo-se sob temperaturas entre 23 a 28°C. É cultivada no campo em sistemas rasteiro, com produção principalmente de frutos grandes, com peso variando de 6 a 25Kg (CAMPAGNOL, 2009). Entretanto, com a mudança da sociedade, apresentando famílias cada vez menores, o consumo de melancias pequenas, denominadas mini melancias, vem crescendo. Além do tamanho, a coloração e a ausência de sementes em algumas cultivares aumentam o valor agregado, constituindo-se em um bom retorno financeiro para o produtor. O sistema de produção da mini melancia pode ser realizado diretamente no campo de forma rasteira sobre o solo. Mas, para a produção em ambiente protegido, o cultivo tutorado com condução vertical das plantas é o mais indicado para a produção de mini melancia (CAMPAGNOL, 2009).

Atualmente, com os problemas relacionados à disponibilidade hídrica, existe o questionamento da quantidade de água doce destinada para agricultura. Estima-se que dos 90% da água doce disponível para o consumo humano, 70% é destinado para agricultura e 22% para indústria (JOHN; MARCONDES, 2010). Dessa forma, a utilização de águas residuais ou de baixa qualidade pela agricultura, seria uma boa opção em épocas de escassez hídrica. Bem como para regiões com pouca disponibilidade desse recurso natural.

Altas concentrações de sal na água e no solo podem afetar o crescimento das plantas, uma vez que a salinidade inibe o crescimento das plantas, em função dos efeitos osmótico e



<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a395>

## EFEITO DA SALINIDADE E DA RELAÇÃO N:K NAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DA ROSEIRA FERTIRRIGADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

O. N. de Sousa Neto<sup>1</sup>, E. M. da Silva<sup>2</sup>, S. N. Duarte<sup>3</sup>, C. J. G. de S. Lima<sup>2</sup>, J. H. de Miranda

**RESUMO:** Na fertirrigação em ambiente protegido a salinidade do solo e as relações entre nitrogênio:potássio são fatores relevantes nas características de crescimento, produtividade e qualidade das flores de rosas. Neste sentido, esse estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade causada por excesso de aplicação de fertilizantes via fertirrigação associado a diferentes relações nitrogênio:potássio (N:K) sobre as características biométricas e produtivas da roseira (*rosa sp*), variedade Samourai® Meikatana, cultivada em ambiente protegido. Os tratamentos constaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da solução do solo (CEes: 1,2; 2,3; 3,3; 4,3 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>) mantidos constantes ao longo do ciclo da roseira, três relações nitrogênio:potássio (N:K) (2:1; 1:2 e 1:3) e uma testemunha com relação N:K (1:1). Foi adotado o delineamento em blocos casualizados completos, arrançados em esquema fatorial (5 x 3 + 1), com quatro repetições, totalizando 64 parcelas experimentais. Foram avaliados o diâmetro de haste, comprimento de botão floral, índice de área foliar, matéria fresca e seca da haste e botões florais. Além dessas características, foi determinada a salinidade limiar para a cultura da roseira nas condições estudadas. As variáveis, diâmetro de botão e índice de área foliar não foram afetadas pelos tratamentos impostos. No entanto, a matéria fresca e seca de hastes e dos botões florais foram afetadas pelos níveis mais elevados de salinidade do solo. Ao final do ciclo foi constatado que a produção da roseira decresce 3,60% para o incremento de 1 dS m<sup>-1</sup> acima da salinidade limiar de 2,52 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Rosa sp*, Condutividade elétrica, Crescimento

## EFFECT SALINITY AND OF RATIO N:K IN THE BIOMETRIC CHARACTERISTICS ROSEIRA FERTIGATED GREENHOUSE CONDITIONS

**ABSTRACT:** In fertigation in greenhouse soil salinity and the relations between nitrogen: potassium are important factors in the growth characteristics, yield and quality of the flowers of roses. In this sense, this study was developed with the objective of to evaluate the effect of salinity caused by excessive application of fertilizers through fertigation associated with different nitrogen ratios: potassium (N: K) about biometric and yield characteristics of rose (*rosa sp*) variety Samourai® Meikatana, cultivated in greenhouse. The treatments consisted of five levels of electrical conductivity of the soil solution (CEs: 1.2, 2.3, 3.3, 4.3 and 5.5 dS m<sup>-1</sup>), maintained constant over of the cycle rose and three nitrogen ratios: potassium (N: K) (2:1, 1:2 and 1:3) and one control with the ratio N: K (1:1). The experimental design was adopted in complete randomized block design in a factorial arrangement (5 x 3 + 1), with four replications, totaling 64 experimental plots. were evaluated, the rod diameter, length of flower bud, leaf area index, fresh and dry weight of the rod and flower buds. Besides these characteristics, the threshold salinity rose to the culture of the conditions was determined. The variable diameter button and leaf area index were not affected by the treatments applied. However, the fresh and dry matter of rods and flower buds were affected by higher levels of soil salinity. At the end of the

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ-USP, Av. Pádua Dias, 11 - Piracicaba - SP, CEP 13418-900, Fone: (19) 3447-8561, sousaneto@usp.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Piauí - UFPI

<sup>3</sup> Professor Associado ao Departamento de Engenharia de Biossistemas ESALQ-USP



rosebush cycle, it was found that production rose 3.60% decreased to an increase of 1 dS m<sup>-1</sup> above the threshold salinity of 2.52 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Rosa sp*, Electrical conductivity, growth

## INTRODUÇÃO

A floricultura tem se destacado como um importante segmento da agricultura nos últimos anos no Brasil. O mercado brasileiro de flores movimenta atualmente US\$ 1,3 bilhão por ano, tem um consumo per capita de US\$ 11,00 com 22.000 pontos de vendas em todo o país e 60 centros atacadistas. O setor gera 120 mil empregos diretos, sendo 58 mil na produção, 4 mil na distribuição, 51 mil no comércio varejista e 7 mil no setor de apoio (Ibraflor, 2013).

Em se tratando da roseira, o cultivo em ambiente protegido associado a sistemas de irrigação por gotejamento e a prática da fertirrigação tem feito com que os produtores aumentassem a produtividade, além de reduzir os custos de produção e aumentar consideravelmente a qualidade das hastes florais. Entretanto, a implementação dessas técnicas, muitas vezes, não é realizada de modo técnico e sim comercial, uma vez que o manejo da fertirrigação vem sendo realizado, na maioria das vezes, por meio de quantidades preestabelecidas de fertilizantes parceladas de acordo com a marcha de absorção da cultura e raramente existe monitoramento da concentração de íons na solução do solo e do estado nutricional da planta (Papadopoulos, 1999).

Em ambiente protegido os problemas de salinização podem ser ainda maiores em virtude de não haver lavagem dos sais pelas águas das chuvas, como ocorre naturalmente em áreas cultivadas a céu aberto (Medeiros, 1998). Nessas condições, a recuperação desses solos é um processo bastante criterioso, sendo necessária a aplicação de grandes quantidades de água e manejo adequado para cada tipo de solo (Duarte; Dias; Telles Filho, 2007).

A análise da solução do solo é um critério objetivo para definir a solução nutritiva, podendo ser uma ferramenta apropriada para o manejo da fertirrigação. Os níveis dos nutrientes devem ser conhecidos para estabelecer a aproximação mais apropriada ao manejo dos nutrientes (Lao et al., 2004).

Dentre os nutrientes mais requeridos pela cultura da roseira, estão o nitrogênio e o potássio. O nitrogênio é absorvido em maior quantidade na fase de crescimento vegetativo, onde a planta forma sua massa foliar e suas reservas. Já o potássio é absorvido em maior quantidade na fase de desenvolvimento do botão floral conferindo tamanho e coloração às pétalas. Entretanto, a aplicação desses nutrientes não é tão simples, pois estes apresentam problemas de antagonismos, perdas por lixiviação, além de poderem causar fitotoxicidade às plantas se não forem manejados corretamente (Casarini, 2004).

A fertirrigação é uma prática que está diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade dos produtos cultivados, sendo de extrema importância a realização de pesquisas que possam definir manejos, principalmente no que diz respeito ao controle da salinidade em ambiente protegido.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar o efeito da salinidade causada por excesso de aplicação de fertilizantes via fertirrigação associadas a diferentes relações de nitrogênio:potássio (N:K) sobre os parâmetros biométricos de roseiras cultivadas em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP, no município de Piracicaba-SP, situado às coordenadas geográficas de 22° 42’ de latitude sul e 47° 38’ de longitude oeste e uma altitude de 540 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cwa, isto é, tropical úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C (Sentelhas, 1998).

O ambiente protegido era provido de cobertura em arco, com 6,40 m de largura, 3 m de altura de pé direito e 22,5 m de comprimento, paredes laterais e frontais confeccionadas com telas anti-



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Alterações Fisiológicas no Meloeiro Hidropônico Sob Aumento da “CE” da Solução Nutritiva

**Oswaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>(1)</sup>; Nildo da Silva Dias<sup>(2)</sup>; Jair José Rabelo de Freitas<sup>(3)</sup>; Vilauba Sobreira Palácio<sup>(4)</sup>; Ana Luíza Lima Ferreira<sup>(1)</sup>; Patrícia Ligia Dantas de Moraes<sup>(2)</sup>; Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Pós graduando em Ciências do Solo, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, CEP 59.625-900: Mossoró, RN; e-mail: [neto2006osvaldo@yahoo.com.br](mailto:neto2006osvaldo@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup> Professor Adjunto da UFERSA (Universidade Federal do Semi-Árido), DCAT, Mossoró-RN; <sup>(3)</sup>Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE Campos Iguatu, CEP: 63500-000, Iguatu, CE; <sup>(4)</sup>Mestre em Ciência do Solo, UFERSA, DCAT, Mossoró-RN. <sup>(5)</sup> Pesquisadora Adjunta da UFERSA (Universidade Federal do Semi-Árido), DCAT, Mossoró-RN.

**RESUMO** – O sucesso do cultivo hidropônico está diretamente relacionado à solução nutritiva. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as alterações fisiológicas em melão rendilhado (*Cucumis melo* L., cultivar Nécta) cultivado em substrato de fibra de coco, em ambiente protegido, na região de Mossoró-RN. O ensaio foi conduzido de fevereiro a abril de 2011 na área experimental da UFERSA-RN; sendo avaliados os efeitos de cinco concentrações de solução nutritiva (C1=1,25; C2=1,43; C3=1,86; C4=2,96 e C5=4,86 dS m<sup>-1</sup>). Avaliou-se a clorofila total, a fotossíntese líquida, a condutância estomática, a transpiração, a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e a eficiência do uso da água. O aumento da salinidade da solução proporcionou elevação dos teores de clorofila total, maior eficiência fotossintética, e maior eficiência no uso da água.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L., Melão rendilhado, Fertilização.

**INTRODUÇÃO** - O sucesso do cultivo hidropônico está diretamente relacionado à solução nutritiva, pois é ela quem determina o crescimento das plantas e a qualidade do produto final. Dentre as muitas propriedades apresentadas por uma solução nutritiva, cita-se a condutividade elétrica. Os valores de condutividade elétrica são proporcionais à concentração dos vários íons em solução, e da mesma forma ao potencial osmótico da mesma. De acordo com Bresler e Hoffman (1986) a absorção de água pelas plantas, através do sistema radicular, é influenciada pelo potencial osmótico do meio nutritivo. Huet (1994) afirma que a condutividade da solução nutritiva não influencia somente a absorção de água, mas também a absorção de nutrientes, estando ambas intimamente ligadas.

A condutividade elétrica (CE) é utilizada para indicar a concentração da solução nutritiva. Recomenda-se que a CE seja mantida entre 1,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> para o cultivo do melão em locais com altas temperaturas e luminosidade (Furlani et al., 1999). Entretanto, esses valores são de

ordem prática, que carecem de estudo para determinar a CE ideal para a hidroponia, nessas condições de cultivo.

As mudanças na absorção de água e nutrientes, proporcionadas pela variação da condutividade do meio nutritivo, levam às alterações da fisiologia das plantas (Beltrão et al., 1997). Essas alterações relacionam-se, dentre outros fatores, com a abertura estomática e o aumento ou diminuição da área foliar, estando, esses fatores, intimamente ligados com a eficiência fotossintética e, conseqüentemente, com a produção de matéria seca pelas plantas.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as alterações fisiológicas em melão rendilhado cultivado em substrato de fibra de coco, em ambiente protegido, na região de Mossoró-RN.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Mossoró-RN, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9 % (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

### **Tratamentos e amostragens**

As plantas de melão tipo Gália (*Cucumis melo* L., cultivar néctar) foram nutridas com diferentes concentrações da solução nutritiva (C1=1,25; C2=1,43; C3=1,86; C4=2,96 e C5=4,86 dS m<sup>-1</sup>).

A área experimental foi constituída de fileiras de plantas no interior do ambiente protegido, deixando bordaduras nas extremidades. Cada parcela experimental foi constituída por uma bolsa de lona plástica em formato circular-retangular com material plástico branco para reduzir a evaporação e evitar a incidência direta dos raios solares, sendo preenchidas com 11 kg de fibra de coco. As parcelas foram dispostas em delineamento em blocos

completamente casualizados com 4 repetições. Cada parcela continha 5 plantas totalizando 20 parcelas e 80 plantas, conduzidas verticalmente com uma haste, tutoradas por meio de fitas plásticas.

Foram realizadas avaliações no que se diz respeito ao funcionamento fisiológico das plantas durante a fase de florescimento (31 a 45 DAT). Nesta ocasião, foram determinadas a clorofila total, a fotossíntese líquida, a condutância estomática, a transpiração, a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e a eficiência do uso da água, usando para isso um Clorofilômetro digital portátil, medição por amostragem não destrutiva em folhas Modelo: SPAD 502P e um analisador de gás infravermelho (IRGA) LICOR 6400 com fonte de luz constante de 1200 μmol de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

#### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão pelos programas SISVAR (Ferreira, 2000) e SIGMA PLOT, sendo ajustadas equações (lineares e não lineares) e escolhida aquela com maior valor do R<sup>2</sup> e possível explicação biológica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - De acordo com a análise de variância (Tabela 1), verificou-se efeito significativo (p<0,01) da condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol) para clorofila total, fotossíntese, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência no uso da água (EUA), não sendo observado o mesmo para condutância estomática e transpiração. As variáveis, clorofila total e eficiência no uso da água ajustaram-se significativamente (p<0,01 e p<0,05) ao modelo polinomial quadrático, enquanto que a fotossíntese líquida e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> ajustaram-se significativamente (p<0,01) ao modelo linear crescente e decrescente respectivamente.

A clorofila total (Figura 1A) aumentou com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva, atingindo o ponto de máximo estimado com a CESol em torno de 4,80 dS m<sup>-1</sup>. As clorofilas integram os cloroplastos localizados nas células do mesófilo foliar, sendo esses as organelas responsáveis pela atividade de fotossíntese dos vegetais, que apresentam duas reações importantes: a fotoquímica nas membranas do tilacóides e a bioquímica no estroma dos cloroplastos (Larcher, 2004).

A fotossíntese líquida (Figura 1B) apresentou um incremento de 4,28 % para cada aumento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva, sendo o maior valor encontrado com a CESol em torno de 4,86 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, a concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, diferentemente da fotossíntese, diminuiu com o aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva (Figura 1C). Isso evidencia a inexistência de limitações não estomáticas, sendo que o CO<sub>2</sub> está sendo fixado na fase carboxilativa da fotossíntese, não sendo acumulado nos espaços intercelulares. Em outros casos, os estresses provocados pelo excesso de íons, em geral diminuem a assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração das plantas (Gulzar et al., 2003). Contudo, aumenta a respiração e a concentração de carbono interno (Khavarinejad e Chaparzadeh, 1998).

Em sistemas de cultivo onde se utilizam solo como substrato tem-se verificado redução da fotossíntese líquida com o aumento da concentração salina da solução do solo. A redução da fotossíntese, de forma geral, depende de dois aspectos da salinização: a concentração total de sal e sua composição iônica. A concentração elevada de sais no substrato aumenta o potencial osmótico, que reduz a disponibilidade de água para plantas (Verslues et al., 2006).

Têm-se observado reduções na taxa fotossintética em diversas espécies de plantas submetidas a condições de estresse salino (Meloni et al., 2003). Em sua maioria, essa diminuição também é atribuída à redução na aquisição de CO<sub>2</sub> pelo fechamento dos estômatos. Para Rocha e Moraes (1997) os efeitos da deficiência hídrica em plantas vasculares manifestam-se primeiramente sobre os estômatos. Segundo Souza et al. (2004), o controle da perda de água pelo fechamento estomático consegue manter elevado o potencial hídrico e o conteúdo relativo de água nas folhas, como consequência, há restrições na condutância estomática e trocas gasosas, reduzindo a taxa de transpiração e assimilação de CO<sub>2</sub>.

A relação entre a fotossíntese e a transpiração define a eficiência do uso da água (EUA), sendo utilizada para demonstrar a capacidade que os vegetais têm em absorver e assimilar CO<sub>2</sub> em detrimento da perda de água através de vapor. Para esta variável (Figura 1D), observa-se uma tendência de crescimento com o aumento da concentração salina da solução nutritiva até níveis de 4,50 dS m<sup>-1</sup>, tendendo a reduzir posteriormente. Isso indica que a razão entre a fixação de CO<sub>2</sub> e a perda de água é favorecida sob os níveis mais elevados de salinidade da solução nutritiva nesse sistema de cultivo.

**CONCLUSÕES** - O aumento da salinidade da solução nutritiva do meloeiro cultivado em sistema hidropônico proporcionou elevação dos teores de clorofila total, maior eficiência fotossintética, e maior eficiência no uso da água.

#### **REFERÊNCIAS**

- BRESLER, E.; HOFFMAN, G.J. Irrigation management for soil salinity control: theories and tests. *Soil Science Society of America Journal*, v.50, p.1552-1560, 1986.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).
- FURLANI, P.R. **Hydroponic vegetable production in Brasil**. *Acta Horticulturae*, 481: 777 – 778, 1999.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFV, 2000.
- GULZAR, S.; KHAN, M.A.; UNGAR, I.A. **Salt tolerance of a coastal salt marsh Grass**. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34: 2595-2605, 2003.

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and





# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Teores Foliare de N, P e K no Algodoeiro Fertirrigado com Efluente Doméstico

Iarajane Bezerra do Nascimento<sup>(1)</sup>; Osvaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>(2)</sup>; Christiano Rebouças Cosme<sup>(3)</sup>; Jerônimo Andrade Filho<sup>(4)</sup>; Nildo da Silva Dias<sup>(3)</sup>; Jonatas Rafael Lacerda Rebouças<sup>(2)</sup>; Ana Cláudia Medeiros Souza<sup>(5)</sup>; Marcirio Lemos<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Bolsista de Pós-doutorado, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, RN, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59.625-900, [iarajane@hotmail.com](mailto:iarajane@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, DCAT, UFERSA, Mossoró, RN, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59.625-900, [neto2006osvaldo@yahoo.com.br](mailto:neto2006osvaldo@yahoo.com.br), [rafaelufersa@hotmail.com](mailto:rafaelufersa@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Professor do DCAT, UFERSA, Mossoró, RN, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59.625-900, [christianoreboucas@ufersa.edu.br](mailto:christianoreboucas@ufersa.edu.br), [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br); <sup>(4)</sup> Doutorando do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, DCAT, Mossoró, RN, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59.625-900, [marcirio@hotmail.com](mailto:marcirio@hotmail.com), [jeronimoandrade@hotmail.com](mailto:jeronimoandrade@hotmail.com); <sup>(5)</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, DCAT, Mossoró, RN, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59.625-900, [anaclaudia.gambiental@hotmail.com](mailto:anaclaudia.gambiental@hotmail.com).

**RESUMO** – Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da irrigação com efluente de estação de tratamento de esgoto sanitário sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo que em nível de parcelas foram testadas as diluições do efluente doméstico [25% - T1, 50% - T2, 75% - T3 e 100% de água residuária - T4 e água de abastecimento + adubação mineral do solo - T5] em dois solos de texturas contrastantes. Conclui-se que a utilização de água residuária supre as necessidades nutricionais do algodoeiro em N e K, exceto para P, sendo que, para as plantas cultivadas no Latossolo houve maior resposta na absorção de N e K do que no Cambissolo.

**Palavras-chave:** nutrição de plantas, esgoto doméstico, *Gossypium hirsutum* L.

**INTRODUÇÃO** - A escassez dos recursos hídricos é um fato atual e crescente, já que se refere a uma questão ambiental e que acompanha as atividades de urbanização, desmatamento, agricultura, pecuária e indústria, e que promove todo o tipo de contaminação, além disso, nos últimos anos vem diminuindo a qualidade e quantidade desse recurso, comprometendo o consumo para as gerações futuras.

A produção agrícola depende da disponibilidade de água e do seu uso racional, já que a utilização da água para a irrigação é um desafio relevante para as áreas com escassez desse recurso, como as regiões áridas e semiáridas. Dessa forma, é necessário buscar alternativas racionais que viabilizem o uso de águas residuárias, tanto do ponto de vista ambiental como do ponto de vista econômico, visto que se faz a cada dia mais necessário a busca de fonte alternativa. Além disso, vários trabalhos indicam o efluente tratado como alternativa para uso na irrigação, do ponto de vista nutricional; para o cultivo de várias espécies como pimentão (Sousa et al. 2006) e gérberas (Medeiros et al. 2007).

O nitrogênio, o fósforo e a matéria orgânica no efluente tratado são fertilizantes e condicionadores de solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Fasciolo et al. 2002). Porém, existem poucas produções científicas relacionadas ao tema do reuso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura do Algodoeiro, contrastando com a relevância econômica desta cultura, bem como a escassez de recurso hídrico, as vantagens e limitações do reuso na região do semiárido nordestino.

Neste sentido, o trabalho objetivou avaliar os efeitos da irrigação com efluente de estação de tratamento de esgoto sanitário sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio no algodoeiro, cultivado em dois tipos de solos.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, em Mossoró, RN. A água residuária foi proveniente de uma lagoa de estabilização de Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos pertencente à CAERN (Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte). A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se dois tipos de solo, sendo um de textura arenosa, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo e a outra de textura argilosa, classificado como Cambissolo.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo que em nível de parcelas foram testadas as diluições do efluente doméstico [25% - T1, 50% - T2, 75% - T3 e 100% de água residuária - T4 e água de abastecimento + adubação mineral no solo - T5] e as sub-parcelas constituíram-se de dois solos de textura contrastante, Latossolo Vermelho-Amarelo (S1) e Cambissolo (S2).

Os tratamentos foram dispostos em 20 parcelas experimentais com 1 m<sup>2</sup> (0,50 x 2,00 m), sendo cada parcela subdividida em duas sub-parcelas (solos), totalizando 40 unidades experimentais, sendo 5 diluições, dois tipos de solos e 4 repetições. Cada sub-parcela era

composta por duas fileiras de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hatch) cultivar 8H, com oito plantas por metro linear, espaçadas em 0,15m entre fileiras e 1m entre sub-parcelas. Em cada sub-parcela, apenas quatro plantas centrais foram consideradas úteis. Adotou-se o sistema de irrigação localizada, utilizando-se emissores tipo microtubos de 1,5 mm de diâmetro interno, visando evitar entupimento pelas partículas em suspensão presentes no efluente. A determinação dos teores de N, P e K das folhas foi realizada pelo método de extração por digestão sulfúrica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - De acordo com a análise de variância (Tabela 1) verifica-se que para os teores de N, P e K na folha aos 70 DAP houve interação significativa entre as proporções de água residuária aplicadas e os solos para os teores de P e K ao nível de 5% de probabilidade, e efeito significativo independente para as proporções de água residuária apenas para teor de potássio. Já com relação fonte de variação tipo de solo ocorreu efeito significativo para N e K ao nível de 1% de probabilidade.

Com relação à segunda coleta (115 DAP) houve interação significativa apenas para o potássio em todas as fontes de variações estudadas. Ocorreu efeito isolado do solo para o P e K, e efeito significativo das proporções de água residuária somente para o K.

No Latossolo aos 70 DAP, verificou-se que o teor de nitrogênio foi maior quando as plantas foram fertirrigadas com 100% de água residuária (39,66 g kg<sup>-1</sup>), na qual se obteve um incremento de 17% comparado ao T5 (tratamento controle). E os demais tratamentos (T1, T2 e T3) apresentaram teores médios de 32,59; 36,16 e 35,44 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1A). No entanto no Cambissolo, observaram-se maiores valores para os tratamentos T3, T4 e T5. Já aos 115 DAP, observa-se um declínio nos teores de N nas plantas fertirrigadas com o aumento das proporções de água residuária; no entanto, as plantas quando submetidas ao T1 apresentaram valores superiores ao T5, promovendo assim um acréscimo de 17% (Figura 1B).

Os resultados encontrados discordam com os obtidos por Fonseca (2001), usando efluentes na irrigação de milho, relata que o efluente contribuiu para o aumento dos teores de N nas plantas, teores estes mais altos inclusive que das plantas cultivadas com manejo convencional. Na avaliação dos dois tipos de solos durante o ciclo do algodoeiro, percebe-se maior resposta nas plantas cultivadas no Latossolo, em virtude deste solo apresentar menor teor natural de matéria orgânica e nitrogênio. Constatou-se também que, este nutriente aumentou em função do grande aporte de matéria orgânica pela água residuária.

Houve interação significativa entre os fatores estudados para o teor de fósforo aos 70 DAP (Tabela 1). Nesta mesma época, evidenciou-se que as plantas de algodoeiro quando submetidas aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 e cultivadas no solo S1 (Latossolo) apresentaram ganhos de 27,8; 39,0; 37,3 e 40,11% comparados ao tratamento controle (T5), demonstrando que, a aplicação

de águas residuárias aumentou os níveis desse nutriente nas plantas cultivadas no Latossolo (Figura 2A). Já para o Cambissolo, obteve-se comportamento inverso nas plantas quando submetidas ao tratamento T5, na qual proporcionou maiores teores de P comparado com as plantas que foram cultivadas com 100% de água residuária (T4). Sendo que, a faixa obtida neste experimento encontra-se abaixo dos resultados obtidos por Serra et al. (2010).

Para o Potássio foi observado o efeito da interação entre as proporções de água residuária e os dois solos estudados nas diferentes épocas de coletas, onde se percebeu que, no Latossolo as parcelas que receberam proporções de efluentes aos 70 DAP apresentaram valores maiores comparados com o tratamento com adubação mineral, na qual se destacou o T2 com 25% de água residuária (21,2 g kg<sup>-1</sup>), obtendo um aumento de 41% com relação ao T5 (Figura 3A). Avaliando aos 115 DAP, evidenciou-se que o teor de K no Latossolo apresentou pequenas variações entre os tratamentos, variando de 4,26 a 5,95 g kg<sup>-1</sup>.

Por outro lado, no Cambissolo verificou-se uma maior diferenciação entre tratamentos com relação ao acúmulo deste nutriente, na qual ocorre uma redução de 28% para o tratamento controle (T5) comparado com o T2 (Figura 3B). O reuso de água como fertilizante mostra-se uma estratégia ambientalmente adequada para o aproveitamento deste resíduo, pois à medida que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores deste material são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola.

**CONCLUSÕES** - A utilização de água residuária supre as necessidades nutricionais do algodoeiro em N e K, exceto para P. As plantas de algodoeiro cultivadas no Latossolo tem maiores respostas na absorção de N e K que o Cambissolo, quando irrigados com água de esgoto doméstico tratado.

## REFERÊNCIAS

- FASCILOLO, G. E.; MECA, M. I.; GABRIEL, E.; MORÁBITO, J. Effects on crops of irrigation with treated municipal wastewaters. **Water Science and Technology**, Oxford, v.45, n.1, p.133-8, 2002.
- FONSECA, A. F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. 2001. 126 f. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérbas: efeito nos componentes de produção. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.569-578, maio/ago. 2007.
- SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos CHM, CND e DRIS, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 105-113, 2010.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GESTÃO DE PESSOAS  
DIVISÃO DE ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL

---

## DECLARAÇÃO

Declaramos, para os fins que se fizerem necessários, que **Oswaldo Nogueira De Sousa Neto**, Matrícula SIAPE nº 2314006, foi admitido(a) nesta Universidade em 23 de maio de 2016, ocupante do cargo de Professor 3 Grau.

Declaramos, outrossim, que o(a) servidor(a) possui de efetivo exercício prestado neste Órgão, no referido provimento, até a presente data, o tempo de contribuição de 2523 dias, correspondente a 6 anos, 10 meses e 28 dias, entre o período de 23/05/2016 a 20/04/2023.

	Em dias
TEMPO BRUTO	2523
Faltas	-
Licenças	-
Licenças sem vencimentos	-
Suspensões	-
Disponibilidades	-
Outras	-
TEMPO LÍQUIDO	2523

Eu, Raimundo Leandro Andrade Marques, ocupante do cargo de Assistente em Administração, digitei e conferi a presente declaração, conforme dados extraídos dos assentamentos funcionais do servidor(a) e do Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos – SIAPE, e em observação a legislação vigente nesta data.

Angicos/RN, 20 de abril de 2023.

Jacimara Villar Forbeloni

Assinado de forma digital por Jacimara Villar Forbeloni  
Dados: 2023.04.20 12:09:34 -03'00'

**Jacimara Villar Forbeloni**  
Diretora do Campus Angicos

## DECLARAÇÃO

Eu, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, matrícula Siape nº 2314006, ocupante do cargo de Professor 3º Grau, com lotação no Departamento De Engenharias – Angicos e jornada de trabalho de Dedicção Exclusiva, declaro para os devidos fins, em observância à Resolução Consad/Ufersa Nº 002/2018, de 17 de setembro de 2018, que não fui removido(a), a pedido, nos últimos 24 (vinte e quatro) meses de exercício na Ufersa.

Por fim, declaro estar ciente de que a prestação de informação falsa me sujeitará às sanções penais e administrativas previstas em Lei.

Por ser expressão de verdade, firmo a presente declaração.

Angicos/RN, 22 de abril de 2023.



Assinatura do(a) Servidor(a)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GESTÃO DE PESSOAS  
DIVISÃO DE ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL

---

## DECLARAÇÃO

Declaramos, para os fins que se fizerem necessários, que **Ósvaldo Nogueira De Sousa Neto**, portador(a) do CPF nº 023.522.073-63, matrícula Siape nº 2314006, é servidor(a) do Quadro Permanente desta Universidade, ocupante do cargo de Professor 3 Grau, com lotação no(a) Departamento De Engenharias - Angicos e exercício no(a) Departamento De Engenharias - Angicos.

Declaramos, outrossim, que o(a) servidor(a) foi nomeado para esta Instituição através da Portaria UFERSA/GAB nº 331, de 13/05/2016, publicada no Diário oficial da União de 16/05/2016, em virtude de habilitação em concurso público nos termos da Lei nº 8.112/90, cuja posse ocorreu em 23/05/2016 e o efetivo exercício em 23/05/2016.

Eu, Raimundo Leandro Andrade Marques, ocupante do cargo de Assistente em Administração, digitei e conferi a presente declaração, conforme dados extraídos do Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos – SIAPE, nesta data.

Angicos/RN, 19 de abril de 2023.

Jacimara Villar  
Forbeloni

Assinado de forma digital por  
Jacimara Villar Forbeloni  
Dados: 2023.04.19 22:43:14 -03'00'

**Jacimara Villar Forbeloni**  
Diretora do Campus Angicos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GESTÃO DE PESSOAS  
DIVISÃO DE ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL

---

## DECLARAÇÃO

Declaramos, para os fins que se fizerem necessários, que **Oswaldo Nogueira De Sousa Neto**, portador(a) do CPF nº 023.522.073-63, matrícula SIAPE nº 2314006 é servidor(a) do Quadro Permanente desta Universidade, admitido(a) em 23 de maio de 2016, ocupante do cargo de Professor 3 Grau, com regime/jornada de trabalho de Dedicção exclusiva e, com lotação no(a) Departamento De Engenharias - Angicos.

Declaramos, outrossim, que o(a) servidor(a) foi nomeado(a) para ocupar o cargo supracitado através da Portaria UFERSA/GAB nº 331, emitida em 13/05/2016, publicada no Diário Oficial da União de 16/05/2016, não havendo registros, nos assentamentos funcionais do(a) servidor(a), de ocorrência de Redistribuição.

Eu, Raimundo Leandro Andrade Marques, ocupante do cargo de Assistente em Administração, digitei e conferi a presente declaração, conforme dados extraídos do Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos – SIAPE, nesta data.

Angicos/RN, 19 de abril de 2023.

Jacimara Villar  
Forbeloni

Assinado de forma digital por  
Jacimara Villar Forbeloni  
Dados: 2023.04.19 22:40:28 -03'00'

**Jacimara Villar Forbeloni**  
Diretora do Campus Angicos.



---

*Emitido em 22/04/2023*

**REQUERIMENTO Nº 1168/2023 - SID (11.01.04.04.03)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 24/04/2023 08:22 )*

**JOSIMAR CARDOSO DE QUEIROZ**

*ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO*

*DDP (11.01.04.04)*

*Matrícula: ###359#8*

Visualize o documento original em <https://sipac.ufersa.edu.br/documentos/> informando seu número: **1168**, ano: **2023**, tipo: **REQUERIMENTO**, data de emissão: **24/04/2023** e o código de verificação: **8cd9c404d9**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
SETOR DE INGRESSO E DIMENSIONAMENTO**

**DESPACHO Nº 1798 / 2023 - SID (11.01.04.04.03)**

**Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO**

**Mossoró-RN, 24 de abril de 2023.**

1 - Trata-se de pedido de remoção para o Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais - DCAF do Centro de Ciências Agrárias - CCA, formulado pelo servidor Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, matrícula Siape nº 2314006, ocupante do cargo de Professor do Magistério Superior, lotado no Departamento de Engenharias - Denge, do Centro Multidisciplinar Angicos, para ocupar vaga proveniente da movimentação do código nº 0933494.

2 - A solicitação em análise foi feita pelo servidor com fulcro no art. 36, parágrafo único, inciso II, da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, in verbis:

Remoção é o deslocamento do servidor, a pedido ou de ofício, no âmbito do mesmo quadro, com ou sem mudança de sede.

Parágrafo único. Para fins do disposto neste artigo, entende-se por modalidades de remoção:

I - de ofício, no interesse da Administração;

**II - a pedido, a critério da Administração; (grifos nossos)**

[...]

3 - Considerando as informações supracitadas e comprovadas nos autos do processo, a Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas - Progepe, encaminha o processo para apreciação e manifestação do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais - DCAF, e posteriormente, do Centro de Ciências Agrárias - CCA, no interesse em receber o requerente em seu quadro.

4 - Em caso de parecer desfavorável, encaminhe-se o processo ao Setor de Ingresso e Dimensionamento - SID.

5 - Em caso de parecer favorável, solicitamos o encaminhamento do processo ao Departamento de Engenharias - Denge, para análise e manifestação e, posteriormente, ao Centro Multidisciplinar Angicos. Ao término, o processo deverá ser devolvido ao Setor de Ingresso e Dimensionamento.



*(Assinado digitalmente em 24/04/2023 08:59 )*

JOSIMAR CARDOSO DE QUEIROZ  
ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO  
DDP (11.01.04.04)  
Matrícula: 2035948

*(Assinado digitalmente em 24/04/2023 08:56 )*

LUIZ FRANCISCO DA SILVA SOUZA FILHO  
DIRETOR  
DDP (11.01.04.04)  
Matrícula: 1312201

**Processo Associado: 23091.006420/2023-83**

Visualize o documento original em <https://sipac.ufersa.edu.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **1798**, ano: **2023**, tipo: **DESPACHO**, data de emissão: **24/04/2023** e o  
código de verificação: **5fdaf1c63e**