

VOL V

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021

VOL V

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizadora	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*
Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnicido da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco
Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, USA*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, *UnifIMES - Centro Universitário de Mineiros*
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*
Prof.ª Dr.ª Lúvia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, *Universidade Federal do Maranhão*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu, Portugal*
Prof.ª Dr.ª Maurícea Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, *Universidade Federal de Lavras*
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, *Universidade do Estado da Bahia*
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, *Universidade Federal do Pará*
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, *Universidade Federal do Piauí*
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, *Universidade Federal de Uberlândia*
Prof.ª Dr.ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, *Universidade do Porto, Portugal*
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, *Universidade Federal de Viçosa*
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, *Universidade Federal de Campina Grande*
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*

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

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo V / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Edição bilingue
ISBN 978-65-87396-34-7
DOI 10.37572/EdArt_290421347

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem, o social e sobre a gestão.

Este Volume V traz 28 artigos de estudiosos de diversos países: são 18 trabalhos de autores da Argentina, Canadá, Colômbia, Cuba, Espanha, México e Portugal e dez trabalhos de pesquisadores brasileiros, divididos em três eixos temáticos.

Os dez trabalhos organizados sob o eixo temático **Clima, Solo e Água** desenvolvem temas relativos à importância desses elementos para a manutenção dos ecossistemas. Os 14 títulos que compõem o eixo temático **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, por outro lado, apresentam estudos sobre diferentes formas de se diminuir, reverter ou harmonizar as consequências da atividade humana sobre o meio ambiente. Seguindo a mesma linha, o eixo **Resíduos Agrícolas e Logística Reversa** traz quatro trabalhos que finalizam este importante volume.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

CLIMA, SOLO E ÁGUA

CAPÍTULO 1.....1

LA VEGETACIÓN EN UN MUNDO CAMBIANTE: ESTADO BASAL, ESTABILIDAD Y RESILIENCIA DE UN SISTEMA COMPLEJO

Eduardo Alberto Pérez-García

Rodrigo Muñoz

Jorge A. Meave

DOI 10.37572/EdArt_2904213471

CAPÍTULO 2.....24

SALT AFFECTED SOILS IN PROTECTED PRODUCTIVE SYSTEMS. IRRIGATION WATER AND PRODUCTIVE MANAGEMENT

Margarita M. Alconada Magliano

Luciano Juan

DOI 10.37572/EdArt_2904213472

CAPÍTULO 3..... 40

CAMBIOS EN PROPIEDADES FÍSICO-HÍDRICA DE SUELOS PERTENECIENTES A UNA MICROCUENCA DEL ARROYO SAUCE CORTO EN LA PAMPAINTESSERRANA SUBHUMEDA ARGENTINA

Eduardo de Sá Pereira

Gonzalo Arroquy

Alberto Raul Quiroga

Cristian Álvarez

Romina Fernández

Juan Alberto Galantini

DOI 10.37572/EdArt_2904213473

CAPÍTULO 4.....55

PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA AÉREA DEL COMPONENTE HERBÁCEO DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA LLANURA ONDULADA DEL SUR DE CÓRDOBA

José Omar Plevich

Marco Jesús Utello

Santiago Ignacio Fiandino

Juan Carlos Tarico

Ángel Ramón Sanchez Delgado

Javier Enrique Gyenge

DOI 10.37572/EdArt_2904213474

CAPÍTULO 5..... 65

DETECCIÓN DE CAMBIOS CON IMÁGENES DE SATÉLITE EN EL DEPARTAMENTO PELLEGRINI, SANTIAGO DEL ESTERO

[Liria Boix](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213475

CAPÍTULO 6..... 74

CAMBIOS EN EL PROMEDIO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL DEL SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

[Silvia Patricia Pérez](#)

[Mariano Tomás Cassani](#)

[Marcelo Juan Massobrio](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213476

CAPÍTULO 7 84

INTEGRACIÓN DE MODELOS HIDRÁULICOS Y FOTOVOLTAICOS EN BOMBEO SOLAR

[Jorge Cervera Gascó](#)

[Miguel Ángel Moreno Hidalgo](#)

[Jesús Montero Martínez](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213477

CAPÍTULO 8..... 95

PREDICCIÓN DE LA IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL DIARIA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

[Francisco Javier Diez](#)

[Luis Manuel Navas Gracia](#)

[Andrés Martínez Rodríguez](#)

[Adriana Corrêa Guimarães](#)

[Leticia Chico Santamarta](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213478

CAPÍTULO 9..... 120

EFEITO DAS MUDANÇAS DO USO DA TERRA NAS PROPRIEDADES DOS SOLOS TEMPERADOS E TROPICAIS

[Dilier Olivera Viciado](#)

[Rodolfo Lizcano Toledo](#)

[Deborah Henderson](#)

[Paul Richard](#)

[Lisa Wegener](#)

[Alberto González Arcia](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213479

CAPÍTULO 10.....132
CHANGES IN SHRUB INVASION IN SOUTH AMERICA PROTECTED TEMPERATE
NATIVE FORESTS

Julian Alberto Sabattini

Rafael Alberto Sabattini

DOI 10.37572/EdArt_29042134710

AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CAPÍTULO 11.....143
MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO: ANÁLISE E CONSERVAÇÃO DE SOLOS NO
MODELO AGROFLORESTAL

William Ortega Gonçalves

Diego Resende Rodrigues

Marcus Vinicius da Silva Rodrigues

Igor Graciano

Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto

DOI 10.37572/EdArt_29042134711

CAPÍTULO 12152
DIAGNÓSTICO DE LA COMPLEJIDAD DE UN SISTEMA AGROSILVOPASTORIL EN
TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA

Eduardo Blanco Contreras

Alma Yasmin Moreno Esquivel

Emilio Duarte Ayala

Gerardo Zapata Sifuentes

Agustín Cabral Martell

DOI 10.37572/EdArt_29042134712

CAPÍTULO 13.....159
¿QUÉ ENSEÑAN LAS REDES ALIMENTARIAS ALTERNATIVAS A LAS POLÍTICAS
PÚBLICAS?

Martha Alicia Cadavid Castro

Luz Stella Álvarez Castaño

Sara Eloísa Del Castillo Matamoros

Diana Patricia Giraldo Ramírez

Lina María Vélez Acosta

DOI 10.37572/EdArt_29042134713

CAPÍTULO 14..... 168

METABOLITOS MAYORITARIOS DE DIOSPYROS REKOI Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL PARA APLICACIONES SUSTENTABLES

Antonio Hilario Lara-Rivera

Sinuhé Galván Gómez

Gabriela Rodríguez-García

Mario A. Gómez-Hurtado

Rosa Elva Norma del Río

Ernesto Ramírez-Briones

DOI 10.37572/EdArt_29042134714

CAPÍTULO 15..... 180

AMARANTO: UNA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA DE CALIDAD NUTRICIONAL EN LA NORPATAGONIA ARGENTINA

Maria Fany Zubillaga

Juan José Gallego

Maite Alder

DOI 10.37572/EdArt_29042134715

CAPÍTULO 16.....193

HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA DE SEMENTES EM REGIÕES SEMIÁRIDAS E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS: UMA REVISÃO COM FOCO NA FLORESTA TROPICAL SECA BRASILEIRA

Joana Paula Bispo Nascimento

Marcos Vinicius Meiado

DOI 10.37572/EdArt_29042134716

CAPÍTULO 17220

USO DE NUTRAGREEN® COMO TRANSPORTADOR COLOIDAL PARA REDUCIR EL USO DE FERTILIZANTES Y PESTICIDAS EN PERAL

Guzmán Carro-Huerga

Álvaro Rodríguez-González

Sara Mayo-Prieto

Samuel Álvarez-García

Santiago Gutiérrez

Pedro Antonio Casquero Luelmo

DOI 10.37572/EdArt_29042134717

CAPÍTULO 18228

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS SIPAS

[Gustavo Adolfo Alegría Fernández](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134718

CAPÍTULO 19238

LEITE A PASTO EM SISTEMA DE PASTOREIO RACIONAL VOISIN (PRV) COMO FORMA DE RESISTÊNCIA À “SOJIFICAÇÃO DA SOCIEDADE”: O CASO DA FAMÍLIA SCHIMITH DA ROCHA

[Tatiana Aparecida Balem](#)

[Ricardo Lopes Machado](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134719

CAPÍTULO 20255

RESGATE E REPRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO CRIOULO NO ASSENTAMENTO VALE DA ESPERANÇA

[Luís Pedro Alves Gonçalves](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134720

CAPÍTULO 21261

A PNATER E OS DESAFIOS IMPOSTOS ÀS ENTIDADES PÚBLICAS DE ATER: O CASO DA EMPAER EM MATO GROSSO

[Murilo Didonet de Moraes](#)

[Antonio Lázaro Sant’Ana](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134721

CAPÍTULO 22271

CULTURA & DESENVOLVIMENTO RURAL - O TEATRO REGIONAL DA SERRA DE MONTEMURO – PORTUGAL

[Maria Lúcia de Jesus Pato](#)

[Vitor Manuel Pinto de Figueiredo](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134722

CAPÍTULO 23281

TOURIST MOTIVATIONS TOWARDS THE HERITAGE OF THE NATIONAL PARK “PICOS DE EUROPA”

[Orlando Simões](#)

[Isabel Dinis](#)

[Rui Gomes](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134723

CAPÍTULO 24289

ATIVIDADES COMO BOLSISTA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE

Brendo Ramonn Coutinho Paes
Bruno Leal Viana
Adalberto Francisco da Silva Júnior
Eduarda Maria Ribeiro dos Santos
Elmir Bezerra de Lima
Karina de Macena Silva
Maria Isabela Carvalho dos Santos Lima

DOI 10.37572/EdArt_29042134724

RESÍDUOS AGRÍCOLAS E LOGÍSTICA REVERSA

CAPÍTULO 25296

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO ADSORBENTES DE BAJO COSTO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y EFLUENTES

Néstor Caracciolo
María Natalia Piol
Andrea Beatriz Saralegui
Susana Patricia Boeykens

DOI 10.37572/EdArt_29042134725

CAPÍTULO 26 311

CARACTERIZAÇÃO POR DRX DE BIOCOMPÓSITOS A BASE DE PLA CARREGADOS COM RESÍDUOS DO CAROÇO DE MANGA E NANO-ORGANO-MONTMORILONITA

Edla Maria Bezerra Lima
Antonieta Middea
Jessica Fernandes Pereira
Ingrid Cristina Soares Pereira
Natália Rodrigues Rojas dos Santos
Renata Nunes Oliveira
Reiner Neumann

DOI 10.37572/EdArt_29042134726

CAPÍTULO 27.....318

DESENVOLVIMENTO DE CARBOXIMETILCELULOSE A PARTIR DO RESÍDUO DO MILHO PRODUZIDO EM COXIM-MS E REGIÃO

Felicia Megumi Ito
Adriana Gomes Pereira da Silva
Talina Meirely Nery dos Santos
Geziel Rodrigues de Andrade
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
DOI 10.37572/EdArt_29042134727

CAPÍTULO 28329

RESPONSABILIDADES E RISCOS COMPARTILHADOS? A COMUNICAÇÃO DE RISCOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS

Daniela de Ulysséa Leal
Ivonete da Silva Lopes
DOI 10.37572/EdArt_29042134728

SOBRE O ORGANIZADOR.....344

ÍNDICE REMISSIVO 345

CAPÍTULO 25

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO ADSORBENTES DE BAJO COSTO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y EFLUENTES¹

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 22/02/2021

Andrea Beatriz Saralegui

Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Ingeniería,
Laboratorio de Química de Sistemas
Heterogéneos,
Paseo Colón 850, 5to piso
Ciudad de Buenos Aires, C1063ADL,
Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-9436-6761>

Néstor Caracciolo

Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Ingeniería,
Laboratorio de Química de Sistemas
Heterogéneos,
Paseo Colón 850, 5to piso
Ciudad de Buenos Aires, C1063ADL,
Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-3312-7078>

Susana Patricia Boeykens

Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Ingeniería,
Laboratorio de Química de Sistemas
Heterogéneos,
Paseo Colón 850, 5to piso
Ciudad de Buenos Aires, C1063ADL,
Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-2138-3840>

María Natalia Piol

Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Ingeniería,
Laboratorio de Química de Sistemas
Heterogéneos,
Paseo Colón 850, 5to piso
Ciudad de Buenos Aires, C1063ADL,
Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-9755-8494>

Contacto: laquisihe@fi.uba.ar

RESUMEN: El reingreso de lo que se consideran residuos al sistema productivo es uno de los puntos de partida del presente trabajo. Los sistemas de tratamiento de efluentes suelen ser costosos y por lo tanto poco factibles de aplicación en las industrias, ya que solo redundan en una ventaja ambiental. Así, la búsqueda de alternativas de bajo costo para la remoción de contaminantes es un claro objetivo a seguir para mejorar la factibilidad de aplicación de los sistemas de

¹ Este trabajo se financió con proyectos de la Universidad de Buenos Aires (UBACyT 2020 N°20020190100323BA y N°20020190200302BA y PDE 2020 N°032), y se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

tratamiento a procesos industriales y para el tratamiento de agua en comunidades de bajos recursos. La aceptación y aplicación de un sistema de tratamiento implicaría una disminución directa en los efectos ambientales provocados por las industrias. Para lograrlo, es necesario un sistema eficiente, de sencilla implementación, bajo mantenimiento y bajo costo. Este sistema ideal requiere el empleo de nuevos materiales entre los cuales los distintos agro-residuos pueden ser una gran fuente de recursos. En este trabajo se estudia la eficiencia de residuos de la industria agroalimentaria para ser reutilizados como adsorbentes en la remoción de contaminantes tales como cromato y plomo. Se caracterizaron los materiales adsorbentes y se determinó el porcentaje de adsorción, es decir, la cantidad de material adsorbido por unidad de masa de sorbente y la concentración de la solución remanente.

PALABRAS CLAVE: Contaminación con cromo y plomo. Adsorbentes de bajo costo. Agro-residuos.

REUSE OF AGRO-WASTE AS LOW-COST ADSORBENTS FOR WATER TREATMENT

ABSTRACT: The re-entry of what is considered waste to the production system is one of the starting points of this work. Effluent treatment systems are often expensive and therefore not very feasible to apply in industries, since they only result in an environmental advantage. Thus, the search for low-cost alternatives for the removal of contaminants is a clear objective to follow to improve the feasibility of applying treatment systems to industrial processes and for water treatment in low-income communities. The acceptance and application of a treatment system would imply a direct decrease in the environmental effects caused by the industries. To achieve this, an efficient system is necessary, easy to implement, low maintenance and low cost. This ideal system requires the use of new materials among which the different agro-residues can be a great source of resources. In this work the efficiency of waste from the agro-food industry is studied to be reused as adsorbents in the removal of heavy metals such as chromate and lead. The percentage of adsorption, the amount of material adsorbed per unit mass of sorbent and the concentration of the remaining solution are determined.

KEYWORDS: Chromium and lead contamination. Low-cost remediation adsorbent. Agro-waste.

1 INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua limpia es fundamental para mantener un ecosistema saludable. Sin embargo, si bien la demanda mundial de agua aumenta cada año, este recurso se está deteriorando principalmente debido a las actividades antropogénicas, el crecimiento de la población, la urbanización no planificada, la rápida industrialización y la utilización no calificada de los recursos hídricos naturales. La mayor conciencia de la importancia de proporcionar estrategias ambientales ha empujado a la comunidad

científica hacia el desarrollo de procesos económicamente viables y amigables con el medio ambiente, capaces de eliminar contaminantes del agua y al mismo tiempo proteger la salud de las poblaciones afectadas. En los países en desarrollo, el impacto del aumento de la contaminación es particularmente problemático porque estas poblaciones no tienen los recursos para su tratamiento efectivo o el acceso a sistemas de suministro de agua potable para sus hogares (UN-Water, 2018).

El tratamiento de aguas residuales antes de su vuelco requiere tecnologías económicamente viables. Estos sistemas por lo general tienen variada composición, diferente pH y temperatura. Entre los contaminantes presentes puede haber moléculas, cationes y aniones, orgánicos e inorgánicos, con efectos tóxicos o dañinos sobre los ecosistemas (Liu et al. 2019; Delgado et al., 2019; Branzini, 2012; Cartaya, 2011; Volke Sepúlveda, 2002; EPA, 2000). Estas sustancias tóxicas, provenientes de fuentes naturales y antropogénicas, se encuentran en concentraciones diversas en aguas y suelos de distintas regiones de nuestro país (Vázquez et al., 2016; Boeykens, 2009; Paoloni, 2009; Litter, 2006; Farías et al., 2003; Smedley, 2002; Bocanegra, 2001; Paoloni, 2000; Ares, 1998; Marteau, 1998).

Existe una variedad de tecnologías de tratamiento con diferentes grados de éxito para controlar y minimizar la contaminación del agua. Sin embargo, las desventajas de la mayoría son los altos costos operativos y de mantenimiento, la generación de lodos tóxicos y los complicados procedimientos involucrados en el tratamiento. Comparativamente, el proceso de adsorción se considera una mejor alternativa en el tratamiento de aguas debido a su facilidad de operación y simplicidad de diseño. En las plantas de tratamiento, los procesos de adsorción se aplican para eliminar los contaminantes disueltos que permanecen en las fases biológicas posteriores o después de los tratamientos de oxidación química (Ali et al., 2012). Hoy en día, el adsorbente más comúnmente adoptado es el carbón activado. Se usa para la eliminación de contaminantes como colorantes y metales pesados. Sin embargo, su uso generalizado a veces está restringido debido a su mayor costo, además de otras cuestiones como la capacidad de regeneración del adsorbente o la eliminación del adsorbente al final de su vida útil siguiendo estrategias diferentes a la disposición final (Gautam et al., 2014; De Feo et al, 2014).

Una gran variedad de adsorbentes de bajo costo ha sido examinada por su capacidad para eliminar diversos tipos de contaminantes del agua. En general, el objetivo es reemplazar los carbones activados, que representan el estado de la técnica, por medio de un subproducto que proviene de diversas actividades, como la agricultura y la industria.

Estos subproductos plantean actualmente una variedad de problemas de desecho debido a su gran volumen, toxicidad o naturaleza física (es decir, desechos de petróleo,

llantas, cáscaras y carozos de frutas, etc.). Si pueden usarse como adsorbentes de bajo costo, sería una ventaja doble a la contaminación ambiental. En primer lugar, el volumen de desechos podría reducirse parcialmente (contribuyendo a la economía circular) y, en segundo lugar, el adsorbente de bajo costo, si se desarrolla, puede contribuir a la reducción de la contaminación de las aguas a un costo razonable. En las últimas décadas, se han publicado varias revisiones bibliográficas sobre el uso de adsorbentes de bajo costo para el tratamiento de aguas (Thakur, et al., 2020; Neris et al., 2019; Joseph et al., 2019; Kobielska et al., 2018; De Gisi et al., 2016; Ungureanu et al., 2015; Cifci et al., 2015; Bhatnagar et al., 2015; Abdolali et al., 2015).

Actualmente, se considera que la retención de los contaminantes en la superficie de los adsorbentes de bajo costo, generalmente no porosos, no se produce sólo por efecto de la adsorción sino también por otros procesos como la microprecipitación, el intercambio iónico y, en algunos casos, reacciones químicas de óxido-reducción y complejamiento con grupos funcionales de la superficie. Si bien este fenómeno de retención se puede aprovechar de un modo experimental inmediato y simple, su optimización requiere del conocimiento de los mecanismos implicados y del ajuste de las variables como temperatura, concentración o pH (Lalley et al., 2016; Nhapi, 2011; Tapia, 2011; Miretzky et al. 2006; Pagnanelli et al., 2003; Volesky, 1995). Además, la elección del adsorbente debe considerar no solo su capacidad de retención sino también su posibilidad de regeneración y reutilización. El éxito de la técnica depende en gran medida del conocimiento de los efectos que producen, sobre la eficiencia del adsorbente elegido, el medio (pH, temperatura, fuerza iónica) y los efectos interferentes o competitivos de las otras especies presentes (Wang et al., 2010). En la actualidad, muy pocos datos se hallan registrados en la bibliografía sobre estos particulares, sobre todo cuando se trata de adsorbentes de bajo costo o provenientes de biomásas recicladas (residuos alimentarios, por ejemplo).

La elección del adsorbente debe considerar no solo su capacidad de retención sino también su posibilidad de regeneración y reutilización, para seguir los lineamientos de la Economía Circular (Union, E., 2016; Piol, M.N., et al., 2019; Comission, E. 2018). En este sentido, la Economía Circular plantea la reutilización de residuos como nuevas materias primas incorporadas a un ciclo productivo igual o diferente al original (Pacto de Ámsterdam, 2016). La industrialización y producción de derivados de la agricultura, genera grandes cantidades de residuos de material lignocelulósico, del mismo modo la eliminación y retiro de malezas produce grandes volúmenes de material a descartar. Tanto los residuos agroindustriales como las malezas podrían ser reutilizados como relleno de reactores de bajo costo para la eliminación de contaminantes.

Para el presente trabajo se emplearon los residuos de cultivos abundantes de nuestro país como son el maní (*Arachis hypogaea*) donde Argentina es el séptimo productor mundial (Secretaría de Agroindustria, 2019), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con un volumen de producción en 2019 de 21,4 millones de toneladas (De Bernardi, 2019), trigo (*Triticum aestivum*) con un volumen de producción en 2019 de 19,5 millones de toneladas. También se utilizaron residuos de cultivos que actualmente se encuentran en pleno auge y con creciente implementación en nuestro país como son la palta (*Persea americana*), la nuez de pecán (*Carya illinoensis*), y la banana (*Mussa paradisiaca*). Por último, se utilizaron las macrófitas flotantes: *Azolla pinnata*, *Lemna minor*, *Salvinia molesta*, *Limnobium leavigatum* y *Pistia stratiotes*, todas son especies que crecen en nuestro país y que se encuentran en el listado de la FAO como indeseables o malezas (FAO 2015). En este sentido, la Environmental Protection Agency (EPA) denomina plaga a la aparición masiva de seres vivos de la misma especie que puede resultar dañino para la salud o el ambiente (EPA 2016), en cambio se puede utilizar el término maleza para las plantas de rápido crecimiento que pueden ser invasivas y por lo tanto perjudiciales e indeseables en determinados lugares o en cierto tiempo (INTA 2016; Australian Government 2016). Estas macrófitas pueden ser consideradas tanto plaga como maleza ya que cuando llegan a un medio acuático, inicialmente no causan problemas, sino que se adaptan sin competencia. Luego, se multiplican rápidamente en su nuevo medio, invadiendo otros ecosistemas naturales, desplazando la flora y fauna acuática nativa, provocando graves problemas de índole económica, ecológica y de salud pública. Si la población resulta superior al 35% de la superficie del agua causa desequilibrios importantes en el ecosistema y por lo tanto en el ambiente. Además, pueden causar grandes problemas al interferir con actividades como la navegación, la pesca, la recreación y las actividades agrícolas, es decir, causan inconvenientes en el uso o explotación de los cuerpos de agua (Bonilla y Santamaria 2014).

En este trabajo se presentan algunos parámetros útiles para la caracterización de los diferentes adsorbentes y además algunos parámetros de sorción y retención selectiva de contaminantes (cationes de plomo y aniones cromato) para los materiales elaborados a partir de residuos agroindustriales o malezas que resultan de fácil obtención y bajo costo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales estudiados como bioadsorbentes fueron: cáscara de maní (*Arachis hypogaea*), residuos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cáscara y carozos de palta (*Persea americana*), cáscara de nuez de pecán (*Carya illinoensis*), salvado de

trigo (*Triticum aestivum*), cáscara de banana (*Mussa paradisiaca*), *Azolla pinnata*, *Lemna minor*, *Salvinia molesta*, *Limnobium leavigatum* y *Pistia stratiotes*. En todos los casos, se lavaron previamente con agua destilada y se secaron en estufa a 110°C, luego se molieron y tamizaron para obtener un tamaño de partícula entre 1,0 y 1,5mm.

La caracterización de los diferentes adsorbentes se realizó mediante:

- a. Análisis Textural para estimar la porosidad del material. El volumen total de poros (VT) se obtuvo a partir del volumen de N₂ adsorbido a una presión relativa, expresado como (cm³g⁻¹). El área superficial específica se calculó por el método de BET. Se determinó el área superficial, mediante un equipo Micromeritics modelo Gemini 2360.
- b. Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) para determinar los grupos funcionales que pueden estar presentes en el adsorbente. Los espectros fueron realizados con el espectrómetro ThermoScientific, Nicolet 8700, con accesorio para ATR (Reflectancia Total Atenuada) de única reflexión horizontal con cristal de diamante.
- c. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) para estudiar la superficie de los adsorbentes. Las determinaciones fueron realizadas en el Laboratorio de integridad de material y corrosión (UTN FRSC) con un microscopio electrónico de barrido marca Zeiss, modelo EVO MA 10.
- d. Espectroscopía de Plasma Inducida por Láser (LIBS en inglés: Laser Induced Breakdown Spectroscopy) para conocer la composición elemental del sólido y las impurezas que puede liberar el adsorbente durante los ensayos. La muestra se compactó en forma de pastilla y se introdujo en la celda del equipo Ocean Optics LIBS 2500.

Para los ensayos de adsorción se trabajó con soluciones de Pb(II) y Cr(VI) de concentraciones 60mg/L y 30mg/L, respectivamente. Todos los ensayos se realizaron por triplicado en reactores discontinuos (batch), a una temperatura de 25±1°C y a un pH inicial de 5,5, durante 3 horas para alcanzar el equilibrio, con agitación orbital a 150 rpm y una proporción de 0,1 g de adsorbente y 50 mL de solución. Durante cada proceso, se controló el pH, que no varió de su valor inicial. Luego, se separó el sólido del líquido por filtración sobre celulosa. La concentración de metales inicial y en el filtrado, se determinó por espectrofotometría de absorción atómica en un equipo 210 VGP Buck Scientific, empleando soluciones estándar Merck de cada metal para la realización de las curvas de calibración correspondientes (APHA, 2012).

Se determinó la concentración remanente del ión en el equilibrio, C_{eq}, por espectrofotometría de Absorción Atómica (GBCTM, model XPLORAA). Con este valor,

el volumen de solución utilizado y la concentración inicial se calculó el porcentaje de remoción. La cantidad de material adsorbido por unidad de masa de adsorbente utilizado, q_e , se determinó midiendo la diferencia de concentraciones entre el inicio de la experiencia y el equilibrio y dividiendo por la cantidad de adsorbente utilizado, pesado en balanza analítica.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis textural por BET para los adsorbentes en estudio dio como resultado que los materiales resultaron ser no porosos o macroporosos con rangos de área superficial específica (S_{BET} (m^2g^{-1})) de 0,08 para el carozo de palta hasta 0,92 para *Pistia stratiotes* y con rangos de volumen total (V_T (cm^3g^{-1})) de $1e-4$ para el carozo de palta hasta 0,0067 también para *Pistia stratiotes*. En ninguno de los casos se observó dependencia de la adsorción de los contaminantes tanto con el área superficial específica como con el volumen total de poro.

Los adsorbentes en estudio son materiales lignocelulósicos con diferentes proporciones de lignina, celulosa y hemicelulosa. Para esta clase de materiales, varios autores han demostrado que la adsorción de especies metálicas no depende directamente de esta proporción sino de los tipos de grupos funcionales presentes en la superficie del adsorbente. Así, la presencia de grupos fenólicos, carboxílicos e hidroxilos son fundamentales en la adsorción de iones (Neris, et al. 2019). En general, en los estudios de FTIR realizados sobre los diferentes materiales adsorbentes estudiados, se observó la aparición de fuertes picos de absorción (mínimo de reflectancia) en el rango de 3700 a 3000 cm^{-1} , que se deben normalmente a varias vibraciones por elongación de grupos O-H y N-H. La primera tiende a aparecer en números de onda más altos, siendo a menudo más anchas que las bandas del N-H. El enlace de hidrógeno tiende a ampliar los picos y desplazarlos hacia números de onda más bajos. Por tanto, la forma ancha y de gran intensidad del pico sobre 3400-3000 cm^{-1} es típica, y corresponde al enlace O-H, con posible traslape del grupo N-H, hecho que puede confirmarse con la aparición de picos sobre 1160 y 1115 cm^{-1} y que se asignarían a la vibración de enlaces C-N y C-O amino y alcohólico respectivamente que algunas veces pueden aparecer solapados. La vibración de enlaces C-H alifáticos se encuentran en la región 2950-2800 cm^{-1} , por tanto, los picos que aparece sobre 2925 cm^{-1} se asigna a vibraciones de los enlaces C-H alifáticos, así mismo, el pico que aparece a 2855 cm^{-1} también correspondería a un enlace C-H alifático de diferente conformación. La vibración por elongación del grupo carbonilo (C=O), se caracteriza por absorción en la región de 1950-1550 cm^{-1} . El pico sobre 1740 cm^{-1} , se asigna a un grupo carbonilo éster o de carboxilo ya que aparece un fuerte pico sobre

1250 cm^{-1} , correspondiente a la vibración por extensión C-O-R de dichos compuestos. Los picos sobre 1650-1635 cm^{-1} y 1460-1438 cm^{-1} , también se asignan a grupos carbonilos en distintas conformaciones tales como $-\text{COO}-$ y $\text{C}=\text{O}$ (Silvertein, 2005). Otros autores han observado la presencia de estos mismos grupos funcionales en diferentes materiales lignocelulósicos (Gatani, et al., 2010; Bediako, et al., 2019). En la figura 1 a modo de ejemplo se presentan los espectros FTIR de cáscara de banana antes y después de la adsorción de cromato. Por comparación entre ambos espectros, se observa, luego de la adsorción, una disminución en la banda 1030 cm^{-1} correspondiente al estiramiento C-O (alcohol), a su vez se ve la disminución en el número de grupos hidroxilos (banda 3276-3332 cm^{-1}). Estos resultados indicarían que este tipo de grupo funcional podría estar asociado a la adsorción de cromato sobre cáscara de banana. El ion cromato (HCrO_4^-) en contacto con los grupos donadores de electrones se reduce a Cr(III) con la consecuente oxidación del grupo funcional interviniente (López García, et al., 2012; Dickerman 2020).

En cuanto al estudio de la morfología de la superficie de los diferentes adsorbentes en la Figura 2 se muestran algunas imágenes SEM correspondientes a los materiales en estudio. Como generalidad se puede destacar que la superficie de todos los adsorbentes lignocelulósicos estudiados resultó no homogénea con la presencia de macroporos entre 10 y 100 μm . En particular, para la cáscara de banana se observan poros de mayor de tamaño (60-100 μm) en cambio, para los otros adsorbentes se observan poros de menor tamaño (10-30 μm). Estos resultados muestran que la adsorción no está necesariamente relacionada con la porosidad del material, es decir los materiales lignocelulósicos en estudio no tendrían un mecanismo de retención en microporos, en concordancia con los resultados obtenidos en BET.

Figura 1: Espectro FTIR obtenido de cáscara de banana antes y después de la adsorción de cromato.

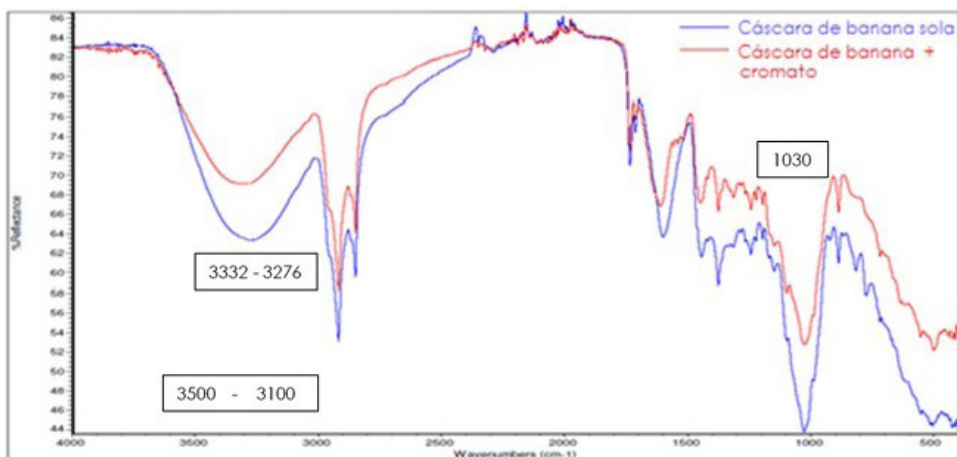
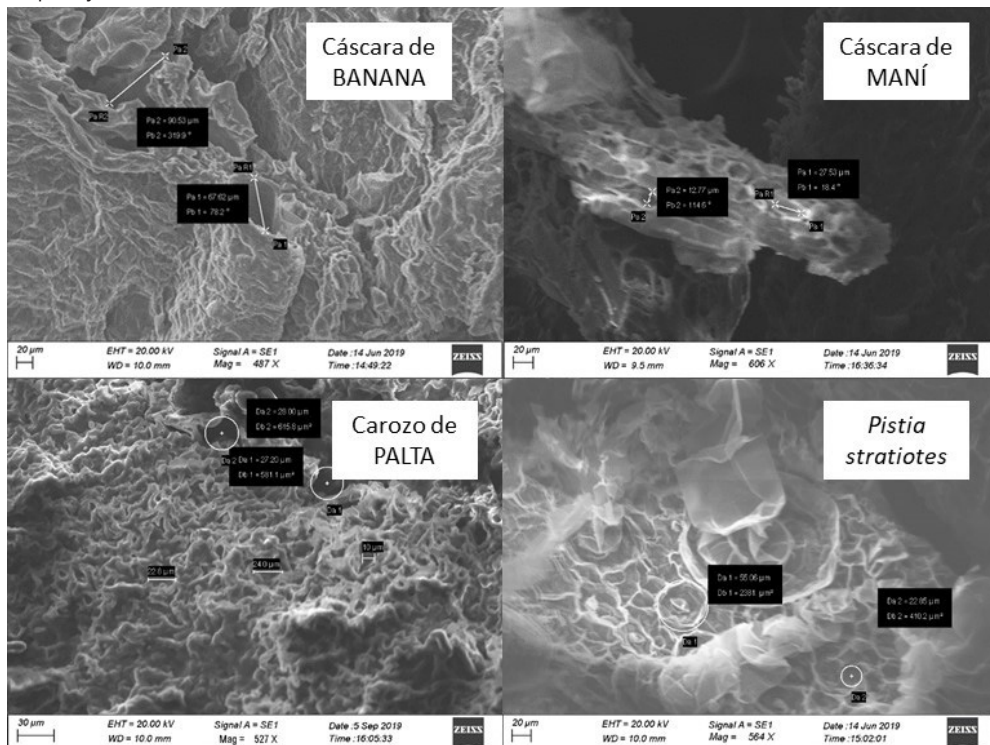
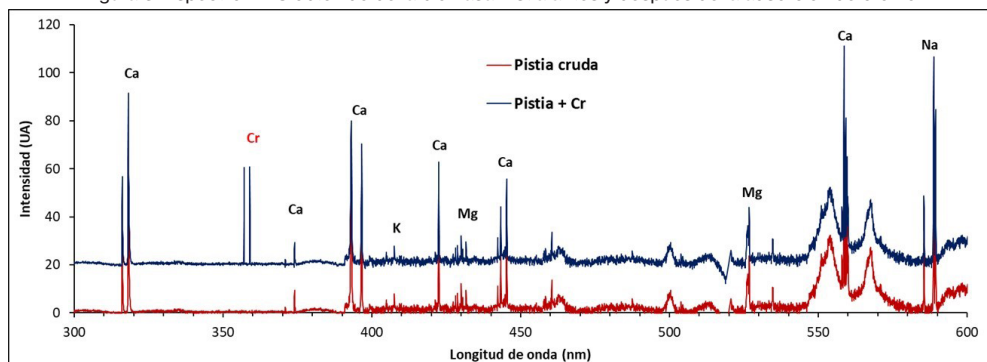


Figura 2: Imágenes de SEM correspondientes a la superficie de la cáscara de banana, cáscara de maní, el carozo de palta y la macrófita *Pistia stratiotes*.



De los estudios realizados con la técnica LIBS se obtuvo como resultado que como se está trabajando con materiales lignocelulósicos, constituidos principalmente por C, H y N de la lignina, la celulosa y la hemicelulosa, y otros elementos vitales para la planta como Ca, Na, Mg y K. En estos espectros, las líneas de emisión para C deberían aparecer a 283,6 y 426,7, 588,9 y 589,1 nm, pero en general son muy poco intensas y además las dos últimas se superponen con las líneas del Na. El nitrógeno orgánico aparece una banda alrededor de 500 nm (Dong, et al., 2011). Para los espectros de las biomásas luego de la adsorción se observan las líneas correspondientes a Pb (363,9; 368,3 y 406,3 nm) y Cr (357,0 y 358,9 nm) que no fueron observadas para las biomásas crudas, lo que verifica que esos contaminantes fueron adsorbidos por el material lignocelulósico. En la Figura 3 se presenta un espectro de LIBS para *Pistia stratiotes* antes y después de la adsorción de cromato. Con este estudio también se logró asegurar que ninguno de los adsorbentes en estudio contiene especies que pudieran perjudicar su utilidad durante el proceso de adsorción.

Figura 3. Espectro LIBS obtenido de la biomasa Pistia antes y después de la adsorción de cromo.



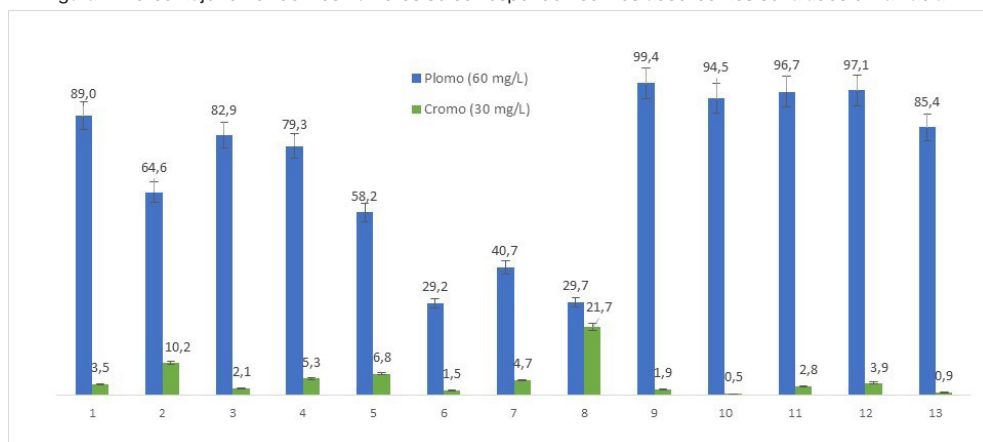
Los ensayos de adsorción realizados en reactores discontinuos agitados con los diferentes pares sorbato-adsorbente se presentan en la Tabla 1, donde se muestran los valores de q_e y C_{eq} obtenidos experimentalmente.

Tabla 1. Adsorbentes y parámetros determinados experimentalmente

Material Adsorbente		Plomo [60 mg/L]		Cromo [30 mg/L]	
		q_e [mg/g]	C_{eq} [ppm]	q_e [mg/g]	C_{eq} [ppm]
1	Salvado de TRIGO	24,7	35,3	0,5	29,0
2	Cáscara de BANANA	17,9	42,1	1,4	27,2
3	Cáscara de PALTA	23,0	37	0,3	29,4
4	Cáscara de MANÍ	23,6	36,4	0,8	28,5
5	Cáscara de NUEZ PECÁN	17,6	42,4	1,0	28,1
6	Residuos de CAÑA AZÚCAR	8,1	51,9	0,2	29,6
7	Carozo de PALTA	12,1	47,9	0,7	28,6
8	Carozo de PALTA tratado térmicamente	8,9	51,1	3,3	23,5
9	<i>Azolla pinnata</i> (macrófita)	59,6	0,4	0,3	29,4
10	<i>Lemna minor</i> (macrófita)	56,7	3,3	0,1	29,9
11	<i>Limnobium leavigatum</i> (macrófita)	58,0	2,0	0,4	29,2
12	<i>Pistia stratiotes</i> (macrófita)	58,3	1,7	0,6	28,8
13	<i>Salvinia molesta</i> (macrófita)	51,2	8,8	0,1	29,7

El porcentaje de remoción de la solución de cada contaminante sobre cada uno de los adsorbentes utilizados se muestra en el gráfico 1.

Figura 4. Porcentaje removido. Los números se corresponden con los adsorbentes señalados en la Tabla 1



Se evidencia que el plomo se retiene en mucha mayor proporción que el cromato en todos los sistemas estudiados, resultando en una mayor capacidad de adsorción para el catión.

Tanto las malezas como el salvado de trigo resultaron potenciales adsorbentes de bajo costo, que pueden emplearse como relleno en reactores de purificación de aguas para la remoción de iones plomo.

Por otro lado, el carozo de palta tratado térmicamente y, en menor medida, la cáscara de banana, resultaron efectivos para la retención de cromato.

4 CONCLUSIONES

Los estudios de caracterización del adsorbente infieren que los materiales lignocelulósicos estudiados son no porosos con una morfología superficial no homogénea y con presencia de macroporos. En ninguno de los casos estas características se condicen con los resultados de remoción obtenidos. Por otro lado, la presencia de grupos funcionales característicos, sobre la superficie de adsorbente, resulta determinante sobre la capacidad de adsorción, dependiendo de estos y del tipo de sorbato el mecanismo de remoción. Los materiales lignocelulósicos podrían ser utilizados para procesos de tratamiento de agua ya que no se observó liberación de impurezas que pudieran afectar, en detrimento, la calidad de agua obtenida finalmente.

Los ensayos de adsorción permiten seleccionar algunos materiales para armar un reactor relleno con el adsorbente de bajo costo más eficiente o combinaciones de ellos, con el fin de remover estos metales de aguas contaminadas. Este estudio se completa con diversos saltos de escala a nivel de laboratorio y planta piloto para el diseño del reactor real.

REFERENCIAS

- Abdolali, A., Guo, W.S., Ngo, H.H., Chen, S.S., Nguyen, N.C., Tung, K.L. 2015. Typical lignocellulosic wastes and by-products for biosorption process in water and wastewater treatment: a critical review, *Bioresour. Technol.* 160, 57–66.
- Ali, I. Asim, M. Khan, T.A. 2012. Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater, *J. Environ. Manag.* 113, 170–183.
- Ares, J., A.M. Miglierina, R. Sánchez. 1998. Groundwater pollution by pesticides at the watershed-soil catena scale: lindane at the lower Colorado River basin (Argentina). *Toxicol. Environ. Chem.* 67: 305-322.
- Australian Government (2016). Weeds in Australian. <http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/weeds/what.html>.
- Bediako, J. K.; Sarkar, A. K.; Lin, S.; Zhao, Y.; Song, M.-H.; Choi, J.-W.; Cho, C.-W.; Yun, Y.-S., Characterization of the residual biochemical components of sequentially extracted banana peel biomasses and their environmental remediation applications. *Waste Management* 2019, 89, 141-153.
- Bhatnagar, A., Sillanpää, M., Witek-Krowiak, A. 2015. Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification – a review, *Chem. Eng. J.* 270, 244–271.
- Bocanegra, E., H. Massone, D.E. Martínez, E. Civit, M. Farenga. 2001. Groundwater contamination risk management and assessment for landfills in Mar del Plata, Argentina. *Environ. Geol.* 40: 732-741.
- Boeykens S. 2009. Contaminación y Remedación en la Provincia de Buenos Aires. En: *Desafíos del Cambio Climático y Global en Argentina*, pág. 163. Editado por Eudeba. 400p. Buenos Aires.
- Bonilla J & Santamaría B (2014). *Especies acuáticas invasoras en México*, Edition: Primera, Cap: 13. Publisher: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 223-247
- Branzini, A.; Zubillaga, M. 2012. Enmiendas orgánicas e inorgánicas para remediar suelos contaminados con metales pesados. En: *Enmiendas orgánicas e inorgánicas para remediar suelos contaminados con metales pesados*. Editorial Académica Española.
- Cartaya, O., Reynaldo I., Peniche C., Garrido M. 2011. Empleo de polímeros naturales como alternativa para la remediación de suelos contaminados por metales pesados. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27 (1) 41-46.
- Çifçi, D.I., Meriç, S. 2015. A review on pumice for water and wastewater treatment, *Desalin. Water Treat.* 1-13.
- Comission, E. Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy. 2018; Available from: https://ec.europa.eu/commission/publications/report-critical-raw-materials-and-circular-economy_en
- De Bernardi, L.A. 2019. Perfil del Azúcar. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina.
- De Gisi, S., Lofrano, G., Grassi, M., Notarnicola M. 2016. Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review, *Sustainable Materials and Technologies*, 9, 10–40.
- Delgado, N., Capparelli, A., Navarro, A., Marino, D. 2019. Pharmaceutical emerging pollutants removal from water using powdered activated carbon: Study of kinetics and adsorption equilibrium. *Journal of Environmental Management* 236, 301–308.

Dickerman, C. Combinación de adsorbentes para la remoción selectiva de aniones en sistemas multicomponente. Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2020.

Dong, M.; Lu, J.; Yao, S.; Zhong, Z.; Li, J.; Li, J.; Lu, W., 2011. Experimental study on the characteristics of molecular emission spectroscopy for the analysis of solid materials containing C and N. *Optics Express*.19 (18), 17021-17029.

EPA, In situ treatment of soil and groundwater contaminated with chromium-technical resource. 625/R-00/004. Environmental Protection Agency, 2000.

EPA. Pesticide Registration Manual: Cap 1 - Espinas C, Bibja D, Del Rosario A y Watanabe F (1979). Environmental conditions affecting azolla growths. *Greenfields*, 9:20-28. Environmental Protection Agency, 2016.

Fariás, S., V. Casa, C. Vazquez, L. Ferpozzi, G. Pucci, I. Cohen. 2003. Natural contamination with arsenic and other trace elements in ground waters of Argentine Pampean Plain. *Sci. Total Environ.* 309, 187-199.

FAO La vegetación acuática y los problemas que plantea en los sistemas de riego. <http://www.fao.org/docrep/003/T0401s/T0401S04.htm>. Food and Agriculture Organization, 2015.

Gatani, M. A., R.; Sesin, S., 2010. Nota Técnica: Materiales compuestos de cáscaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas. *Materiales de Construcción* 60 - 137-147, ISSN: 0465-2746. eISSN: 1988-3226. doi: 10.3989/mc.2010.46908.

Gautam, R.K., Mudhoo, A., Lofrano, G., Chattopadhyaya, M. CH., Biomass-derived biosorbents for metal ions sequestration: Adsorbent modification and activation methods and adsorbent regeneration. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2014. 2(1): p. 239-259.

INTA (2016) <http://inta.gob.ar/documentos/malezas-en-plantaciones-citricas-caracteristicas-y-metodos-de-control>.

Joseph, L., Jun, B-M., Flora J., Park, Ch., Yoon, Y., Removal of heavy metals from water sources in the developing world using low-cost materials: A review. *Chemosphere*, 2019. 229: p. 142-159.

Kobielska, P. A., Howarth, A. J., Farha, O. K., Nayak S. 2018. Metal-organic frameworks for heavy metal removal from water, *Coordination Chemistry Reviews* 358, 92-107.

Lalley, J., Han, C., Li, X., Dionysiou, D. D., Nadagouda, M. N. 2016. Phosphate adsorption using modified iron oxide-based sorbents in lake water: Kinetics, equilibrium, and column tests. *Chemical Engineering Journal*, 284, 1386-1396.

Litter, M.I., 2006. Workshop of As distribution in Ibero-America. Centro Atómico Constituyentes, San Martín, Abstract book, Noviembre 2006.

Liu, J., R.A. Goyer, M.P. Waalkes, Toxic effects of metals. In Casarett and Doull's. *Toxicology. The Basic Science of Poisons.*, C.D. Klaasen, Editor. 2008, Mc Graw - Hill: New York, United State.

López-García, M.; Lodeiro, P.; Herrero, R.; Sastre de Vicente, M. E., 2012. Cr (VI) removal from synthetic and real wastewaters: The use of the invasive biomass *Sargassum muticum* in batch and column experiments. *J. Ind. Eng. Chem.* 18 (4), 1370-1376.

Marteau, S.A., J.C. Alberino, J.L. Ripoli, M.E. Rosato. 1998. Quality of water wells in an agricultural area in the city of La Plata, Argentina. *Water Air Soil Pollut.* 106: 447-462.

- Miretzky, P., A.F. Cirelli, Cr (VI) and Cr (III) removal from aqueous solution by raw and modified lignocellulosic materials: a review. *J Hazard Mater*, 2010. 180(1-3): p. 1-19.
- Miretzky, P., A. Saralegui, A. Fernández Cirelli, Simultaneous heavy metal removal mechanism by dead macrophytes. *Chemosphere*, 2006. 62(2): p. 247-254.
- Neris, J. B., Luzardo, F. H. M., da Silva, E. G. P., Velasco, F. G. 2019. Evaluation of adsorption processes of metal ions in multi-element aqueous systems by lignocellulosic adsorbents applying different isotherms: A critical review. *Chem. Eng. J.* 357, 404-420.
- Nhapi I., Banadda N., Murenzi R., Sekomo C.B, Wali U.G, 2011. Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewater Using Rice Husks, *The Open Environmental Engineering Journal*, 4, 170-180.
- Pacto de Amsterdam. Union Europea. URBAN AGENDA FOR THE EU. Netherlands, 2016.
- Pagnanelli, F.; Mainelli, S.; Vegli, F.; Toro L. 2003. Heavy metal removal by olive pomace: biosorbent characterisation and equilibrium modelling. *Chem. Eng. Sci.* 58 4709 – 4717.
- Paoloni, J.D., C.E. Fiorentino, M.E. Sequeira, N. Echeverría. 2000. Spatial variability and concentration of arsenic in the groundwater of a region in southwest Buenos Aires Province, Argentina. *J. Soil Water Conserv.* 55: 436-438.
- Paoloni, J.D., Sequeira, M., Espósito, M., Fiorentino, C., Blanco, M. 2009. Arsenic in Water Resources of the Southern Pampa Plains, Argentina. *Journal of Environmental and Public Health*, Article ID 216470, 7 pag.
- Piol, M.N., Paricoto, M., Saralegui, A., Basack, S., Vullo, D., Boeykens, S., Dolomite used in phosphate water treatment: Desorption processes, recovery, reuse and final disposition. *Journal of Environmental Management*, 2019. 237: p. 359-364.
- Playle, R. C. Using multiple metal-gill binding models and the toxic unit concept to help reconcile multiple-metal toxicity results. 2004. *Aquatic Toxicology*, 67, 359-370.
- Secretaría de Agroindustria – Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación Argentina. Cadena de Maní – Resumen. Marzo 2019.
- Silverstein, R.M., F. X. Webster and D. J. Xiemle *Spectrometric Identification of Organic Compounds* 7th ed. 2005.
- Smedley, P.L., Nicolli, H.B., Macdonald, D.M.J., Barros, A.J., Tullio, J.O. 2002. Hydrogeochemistry of arsenic and other inorganic constituents in groundwaters from La Pampa, Argentina. *Appl. Geochem.*, 17, 259-284.
- Tapia P., Santander M., Pávez O., Valderrama L., Guzmán D., Romero L., 2011. Biosorción de iones cobre con biomasa de algas y orujos deshidratados. *Revista de Metalurgia*, 47 (1) 15-28.
- Thakur, V.; Sharma, E.; Guleria, A.; Sangar, S.; Singh, K., 2020. Modification and management of lignocellulosic waste as an ecofriendly biosorbent for the application of heavy metal ions sorption. *Materials Today: Proceedings*, 32, 608-619.
- UN-Water. 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. UNESCO, Paris, Francia.
- Ungureanu, G. Santos, S. Boaventura, R. Botelho, C. 2015. Arsenic and antimony in water and wastewater: overview of removal techniques with special reference to latest advances in adsorption, *J. Environ. Manag.* 151, 326–342.

Union, E., URBAN AGENDA FOR THE EU. Pact of Amsterdam. 2016: Netherlands.

Vázquez, C., Rodríguez Castro, M.C., Palacios, O., Boeykens, S.P. 2016. Risk Analysis of Acute and Chronic Exposure to Arsenic of the Inhabitants in a District of Buenos Aires, Argentina. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems* Volume 4, Issue 3, pp 234-241.

Volesky, B., *Biosorption of heavy metals*. 1995: CRC Press.

Volesky, B., G. Naja, *Biosorption: Application Strategies*, in *Proceedings of the 16th International Biotechnology Symposium S.T.L. Harrison, D.E. Rawlings, J. Petersen, Editors*. 2005, IBS - Compress Co.: South Africa. p. 531-542.

Volke Sepúlveda, T., J. Velasco Trejo, *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. V65. ISBN: México. Vol. 65. 2002, Mexico: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

Wang, S., Y. Peng, *Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment*. *Chemical Engineering Journal*, 2010. 156(1): p. 11-24.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

Índice Remissivo

A

Ácidos húmicos 120, 121, 123, 130
Active tourism 282, 285
Adsorbentes de bajo costo 296, 297, 298, 299, 306
Agricultura de base ecológica 261, 267
Agricultura familiar 149, 162, 236, 241, 243, 245, 248, 254, 261, 263, 266, 267, 270
Agricultura industrial 228, 229, 230
Agricultura sostenible 160, 220
Agriculturización 41, 43, 47
Agrobiodiversidade 255, 256, 257, 259
Agroecologia 144, 146, 149, 151, 159, 161, 162, 236, 237, 252, 253, 254, 260, 261, 269, 270, 341
Agrofloresta 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151
Agrotóxicos 238, 249, 250, 252, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343
Área de Proteção Permanente 143, 144
Aridez 152, 157
Atividade leiteira 238, 240, 241, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 252
Avena sativa 55, 56, 57, 59

B

Baccharis spp 132, 133, 135, 140
Biocompósito 311, 312, 313, 314, 315, 316

C

Caatinga 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215
Callejones 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
Cambio climático 2, 3, 14, 15, 42, 43, 52, 53, 74, 82, 169, 229, 307
Carboximetilcelulose 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 327
Compactación 41, 46, 48, 50, 51
Comunicação de Riscos 329, 331, 334
Comunidades vegetales funcionales 2, 15

Conhecimento agroecológico 255, 257, 259, 269
Conservação 143, 149, 193, 197, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 256, 260, 282, 290, 291, 292, 294
Conservación 2, 15, 16, 41, 52, 62, 157, 165, 169, 171, 175, 235
Contaminación 25, 38, 221, 223, 227, 235, 297, 298, 299, 307
Contaminación ambiental 221, 227, 299
Cultura 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 260, 271, 272, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 328
Cultura da soja 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 249, 251, 252

D

Densidad 5, 12, 41, 46, 49, 50, 51, 52, 69, 72, 98, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 180, 181, 183, 184, 185, 187, 188, 328
Desenvolvimento rural sustentável 254, 261, 269, 270, 271
Detección de cambios 65, 66, 67, 69, 70, 72, 78
Dinámica de la vegetación 1, 2, 4, 9, 11, 12, 13
DRX 311, 312, 313, 314

E

Ebenaceae 168, 169, 170, 177, 178
Ecológico 4, 5, 8, 11, 13, 15, 221, 222, 237, 251, 254, 269
Educação ambiental 289, 290, 291, 292, 333
Eficiencia del uso del agua 55, 56
Energías renovables 84, 85
Erosión 16, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 52, 53, 230, 235
Estabelecimento de plântulas 194, 203
Evapotranspiración 56, 57, 58, 67, 96, 116
Extensão rural 238, 241, 246, 248, 254, 260, 261, 263, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 329, 331, 333, 338, 341

F

Fechas de siembra 180, 181, 184, 186, 187, 234, 236
Fertilización 48, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 236
Fitoquímica 169, 170

G

Germinação de sementes 194, 202, 206, 208, 209, 210, 212, 213, 214

Gestión 42, 44, 52, 63, 84, 85, 159, 163, 233

Grano 66, 69, 172, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

H

Herbácea 56, 57, 58, 62, 63, 182, 199

Heritage 280, 281, 282, 283, 287

Horticultura 124, 184, 213, 221, 227, 328

Huerta 131, 152, 153, 154, 155, 157, 158

I

Imágenes Landsat 65, 67, 68

Imágenes multitemporales 65, 69

Indicadores de sustentabilidad 228, 229, 231, 232, 233, 234

Índices de vegetación 65, 66, 67, 68, 69, 71

Inestabilidad climática 2, 5

Infiltración 16, 41, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 156

Insolación 96, 97, 98, 99, 115

Inteligencia computacional 95, 96

Investigación Acción Participativa 228, 229, 237

Irrigation water 24, 26, 27, 28, 29, 190

J

JBR 197, 289, 290, 291, 292, 293

L

Land change modeler 132, 136

Landsat 65, 67, 68, 73, 132, 133, 135, 142

Logística Reversa 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 338, 340, 341, 342, 343

M

Manejo do solo 121, 124

Manga 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317

Memória hídrica 194, 196, 198, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214

Mezquite 152, 153, 154, 155, 157, 158

Modelo 9, 12, 68, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 124, 142, 143, 145, 146, 152, 154, 157, 158, 163, 228, 230, 231, 242, 250, 255, 256, 257, 262, 267, 282, 301, 322

Montemuro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

O

Optimización 84, 101, 175, 177, 192, 299

Organo-argilominerais 311, 312, 313

P

Permeability 24, 26, 28, 35, 37, 178

Pesquisa 55, 122, 123, 124, 125, 129, 193, 196, 197, 198, 199, 240, 241, 243, 257, 261, 263, 264, 266, 267, 269, 270, 273, 274, 290, 291, 293, 294, 313, 320, 330, 335, 336, 344

“Picos de Europa” 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288

PLA 26, 29, 38, 311, 312, 313, 314, 315, 316

Plantio 143, 146, 147, 247, 255, 256, 257, 258, 260, 292, 318, 320

Polimérico, 312, 319, 321, 323, 324, 328

Política pública 160, 246

Predicción 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116

Produção de base ecológica 238, 249, 251, 252, 254

Protected area 132, 134, 138

R

Redes alimentarias alternativas 159, 160, 161

Relação E4/E6 121, 126, 129

Remote sensing 73, 132, 133, 135, 141

Restauração Florestal 144, 290

Riego 24, 25, 37, 38, 63, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 95, 101, 154, 156, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 189, 235, 308

S

Salinization and sodification 24, 26, 27, 29

Saúde 265, 277, 319, 320, 329, 330, 331, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343

Segmentación de Series Hidrometeorológicas 74, 75, 79

Seguridad alimentaria y nutricional 160, 162, 167

Sementes 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 250, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 292, 293

Silvestre 169, 171, 172, 175

Solos temperados 120, 121, 122, 124

Solos tropicais 120, 121, 123, 125, 126, 129

Sustainable management 24, 283

Sustancia coloidal 220, 221, 222

Sustentable 16, 25, 37, 63, 76, 82, 83, 152, 153, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 189, 230, 231, 233, 237

T

Teatro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Travel Cost Method 282, 284, 286, 288

V

Variabilidade 41, 42, 75, 79, 84, 89, 182, 183, 184

Z

Zapotillo 169, 171



**EDITORA
ARTEMIS**