

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

2020 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis  
**Edição de Arte:** Bruna Bejarano  
**Diagramação:** Elisangela Abreu  
**Revisão:** Os autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

**Editora Chefe:**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora Executiva:**

Viviane Carvalho Mocellin

**Organizador:**

Eduardo Eugênio Spers

**Bibliotecário:**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College, USA

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros



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 Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
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 Mauriceia 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. 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. 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. 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 [recurso eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo IV / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Edição bilíngue  
ISBN 978-65-87396-25-5  
DOI 10.37572/EdArt\_255311220

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

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## APRESENTAÇÃO

A inovação na área de ciências agrárias no Brasil é reconhecida em nível global. Para mostrar essa diversidade, esta obra apresenta uma coletânea de pesquisas realizadas em e sobre diversas áreas que compõem o agronegócio nacional.

Com uma linguagem científica de fácil entendimento, a obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** mostra como é possível gerar avanços significativos e conseqüentemente vantagem competitiva para o setor e para o país, com exemplos e casos, tanto no contexto da produção animal quanto da vegetal, abrangendo aspectos técnicos, econômicos, sociais, ambientais e de gestão.

Este Volume IV, cujo eixo temático é **Produtividade Vegetal e Animal**, traz dez artigos sobre produtividade vegetal e sete sobre produtividade animal.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### PRODUTIVIDADE VEGETAL E ANIMAL

#### PARTE 1: PRODUTIVIDADE VEGETAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

##### VALORIZACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES NATIVOS

Teresa Avila Alba

Ximena Reyes Colque

Noemí Aguilar Vasquez

Ariel Choque Siles

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112201**

#### **CAPÍTULO 2..... 14**

##### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MILHO QUANTO À *EXSEROHILUM TURCICUM* AGENTE CAUSAL DA QUEIMA DE *TURCICUM* NA REGIÃO SUDOESTE DO MATO GROSSO

Cristiani Santos Bernini

Marcello José de Arruda

Luciana Coelho de Moura

Marco Antônio Aparecido Barelli

Valvenarg Pereira da Silva

Raphael Felipin Azevedo

Fernando André Silva Santos

Zulema Netto Figueiredo

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112202**

#### **CAPÍTULO 3..... 23**

##### ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS DE PLANTAS COLETADAS NO CERRADO SOBRE LAGARTAS DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797)

Danielle Beatriz de Lima

Ana Caroline de Sousa Barros

Arielly Lima Padilha

Camila Francielli Vieira Campos

Elias Leão de Figueiredo

Felipe Henrique de Sousa Mendes

Fernando carvalho de Araújo

Júlia Maria Mello Becker

Mariana Moreira Lazzarotto Rebelatto

Raphael Daltro Solano

Winy Louise da Silva Carvalho

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112203**

**CAPÍTULO 4 .....32**

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE CULTIVARES DE MILHO CONVENCIONAIS E  
TRANSGÊNICAS NAS REGIÕES NORTE E OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Fernando Bergantini Miguel  
Aildson Pereira Duarte  
Rogério S. Freitas  
Ivana Marino Bárbaro - Torneli  
Marcelo Ticelli

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112204**

**CAPÍTULO 5.....39**

EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA, PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE TRANSICIÓN  
SUSTENTABLE EN FINCAS

Gustavo Adolfo Alegría Fernández

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112205**

**CAPÍTULO 6 .....46**

APLICACIÓN DE TOMOGRAFIA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA ESTUDIAR EL  
COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE UN SUELO DESCOMPACTADO

Javier Alejandro Grosso  
Pablo Ariel Weinzettel  
Juan Manuel Ressia  
Carlos Vicente Bongiorno  
Sebastián Dietrich

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112206**

**CAPÍTULO 7 .....55**

INSETICIDAS PARA CONTROLE DO BICUDO DO ALGODOEIRO - EFICIÊNCIA,  
PERÍODO RESIDUAL E PERDAS POR ESCORRIMENTO

Fernando Camilo Silvério Quintão  
Jordana Dias Da Silva Furtado  
Bruna Mendes Diniz Tripode  
José Ednilson Miranda

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112207**

**CAPÍTULO 8.....66**

ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CINCO VARIEDADES DE  
MIRTILO CULTIVADOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO DO ALTO  
VALE DO ITAJAÍ/SC

Laiana Neri de Souza  
Leonardo de Oliveira Neves  
Flávia Queiroz de Oliveira

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112208**

**CAPÍTULO 9 .....71**

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA UTILIZADAS NO ESTADO DE MATO GROSSO

Magda da Fonseca Chagas

Renato Mendes Guimarães

Wanderlei Dias Guerra

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112209**

**CAPÍTULO 10..... 80**

RIZOBACTÉRIA KLUYVERA ASCORBATA: UMA NOVA ALIADA PARA O MANEJO DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Raul Duarte Diamantino

Robson Thomaz Thuler

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122010**

**PARTE 2: PRODUTIVIDADE ANIMAL**

**CAPÍTULO 11.....89**

SEGURANÇA ALIMENTAR NOS SISTEMAS AGRÁRIOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE TRÊS PASSOS/RS-BRASIL

Iran Carlos Lovis Trentin

Darlan Weber da Silva

Alessandro Kruel Queresma

Endrio Rodrigo Webers

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122011**

**CAPÍTULO 12.....109**

FARELO DO CAROÇO DO AÇAÍ COMO ADITIVO EM SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

Anderson da Silva Peixoto

Edileusa de Jesus dos Santos

Ewerton Abreu da Silva

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122012**

**CAPÍTULO 13.....116**

USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO NA ATIVIDADE LEITEIRA: UM ESTUDO MULTICASO, EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Camilla Birenbaum NOBILE

Francisco Lopes DANTAS

Agnes de Souza LIMA

Eduardo Mitke Brandão REIS

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122013**

**CAPÍTULO 14..... 130**

DE LOS HUMEDALES INMERSOS EN POTREROS A LA CRIANZA BAJO  
CONDICIONES CONTROLADAS DEL *PROCAMBURUS* (AUSTROCAMBARUS)  
LLAMASI EL CAMARÓN DE POPAL

José Padilla-Vega

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122014**

**CAPÍTULO 15..... 138**

VIABILIDADE ECONÔMICA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NA PRODUÇÃO DE  
TILÁPIAS (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Valesca Schardong Villes

Emerson Guiliani Durigon

Elson Martins Coelho

Rafael Lazzari

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122015**

**CAPÍTULO 16..... 152**

CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA E OS IMPACTOS NA BIOCLIMATOLOGIA  
ANIMAL PARA O ESTADO DO RS

Zanandra Boff de Oliveira

Eduardo Leonel Bottega

Alberto Eduardo Knies

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122016**

**CAPÍTULO 17..... 166**

CONTROL DE PARASITOSIS EQUINAS: SOSTENIBILIDAD VS. FARMACOLOGÍA

María Vilá Pena

Cándido Viña Pombo

Mathilde Voinot Meissner

María Isabel Silva Torres

Rami Salmo

Antonio Miguel Palomero Salinero

José Ángel Hernández Malagón

Rodrigo Bonilla Quintero

Adolfo Paz Silva

Rita Sánchez-Andrade Fernández

María Sol Arias Vázquez

Cristiana Filipa Cazapal Monteiro

**DOI 10.37572/EdArt\_25531122017**

**SOBRE O ORGANIZADOR.....177**

**ÍNDICEREMISSIVO.....178**

# CAPÍTULO 6

## APLICACIÓN DE TOMOGRAFIA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE UN SUELO DESCOMPACTADO

Data de submissão: 20/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### Javier Alejandro Grosso

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
Email: grossojavier52@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-6219-171X>

### Pablo Ariel Weinzettel

Comisión de Investigaciones Científicas (CIC); Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina  
<https://orcid.org/0000-0002-9816-0082>

### Juan Manuel Ressia

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0002-6284-4984>

### Carlos Vicente Bongiorno

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0002-1815-4660>

### Sebastián Dietrich

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0001-7937-4061>

El artículo fue publicado en actas del XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Archivo digital. ISBN 978-987-46870-0-5. <https://drive.google.com/file/d/1NcZLQMTpz9ZQ3FhEaANay8uRPtbez-GV/view>

**RESUMEN:** En este trabajo, se presentan los resultados preliminares de una serie de tomografías de resistividad eléctrica realizadas en un suelo con cultivo de maíz en la región centro de la provincia de Buenos Aires. El ensayo se realizó en un lote con dos tratamientos: suelo sin remoción (SR), bajo siembra directa continua durante varios años y suelo con remoción (CR). La humedad del suelo fue medida con sondas de registro continuo y complementariamente, se instalaron tensiómetros para observar la dirección del flujo de agua. La humedad volumétrica de la sección de estudio, se determinó a partir de muestras tomadas periódicamente. La resistividad del suelo fue determinada con un tomógrafo AGI USA R1/IP e interpretada con el programa Earthimager 2D. A partir de las variaciones de resistividad en los distintos estadios del cultivo, mediante la función lapso de tiempo se definieron los cambios en la humedad del suelo. Esta función permitió observar las diferencias de resistividad en una transecta de 16,5 m de longitud y relacionarlas con la variación de la humedad, manifestando un secado más profundo en el tratamiento sin remoción.

**PALABRAS-CLAVES:** Humedad del suelo, tomografía de resistividad eléctrica, descompactación

**ABSTRACT:** In this work, the preliminary results of a series of electrical resistivity tomographies in soil with maize crop in the central region of the province of Buenos Aires, are presented. The trial was carried out in a field with two treatments: soil without remotion (SR) under continuous direct sowing for several years compacted soil, and with removal soil (CR). Soil moisture was measured with continuous recording probes, and additionally, tensiometers were installed to observe the water flow direction. The volumetric humidity of the study section, was determined from samples taken periodically. The soil resistivity was determined with an AGIUSAR1/IP tomograph and interpreted with the Earthimager 2D program. Variations in resistivity in the different stages of the crop were used for defined changes in soil moisture with the time-lapse function. This function showed resistivity differences in one 16,5 m long transect and related them with the variation in humidity, showing a deeper drying in the treatment without remotion.

**KEYWORDS:** Soil moisture, electrical resistivity tomography, decompaction

## 1. INTRODUCCIÓN

La tomografía de resistividad eléctrica (ERT) ha sido utilizada en los últimos años para observar distintas propiedades de los suelos como la presencia de horizontes petrocálcicos (Weinzettel *et al.*, 2009), flujos preferenciales de agua (Dietrich *et al.*, 2014), extracción de agua por las raíces (Michot *et al.*, 2003; Srayeddin & Doussan, 2009), variaciones en la humedad del suelo (Schwartzet *al.*, 2008) entre varios casos más (Samouelian *et al.*, 2005). Las ventajas principales del método se basan en que el suelo no se altera y que tiene la capacidad de considerar las variaciones de resistividad laterales y en profundidad. De acuerdo a la cantidad de electrodos disponibles en superficie y con los potentes programas de inversión aplicables a los datos, se puede obtener una interpretación en general con bajo error.

La descompactación mecánica de suelos es una práctica recomendada en lotes agrícolas que presentan capas compactadas (Grosso *et al.*, 2014), generalmente asociada a la agricultura continua. Si bien los beneficios en las propiedades físicas del suelo son notables, los efectos sobre el rendimiento de los cultivos son variables (Sadras *et al.*, 2005).

En este trabajo se ha utilizado la ERT para observar el desarrollo de un cultivo de maíz que se sembró en dos condiciones de suelo, bajo siembra directa durante varios años y descompactado a través de labranza vertical. Interesa conocer la disponibilidad de agua para cada condición de suelo y observar si se presentan diferencias significativas que impliquen variaciones en el rendimiento del cultivo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ensayo de descompactación

Se realizó un ensayo en un establecimiento ubicado en el partido de Azul, provincia de Buenos Aires (Latitud Sur 36° 49' 49", Longitud Oeste 59° 53' 18"). El lote cuenta con un suelo Argiudol Petrocálcico (Soil Survey Staff, 2014), con una larga historia agrícola. A través de una caracterización previa, se detectó una capa compactada entre los 150 y 200 mm de profundidad, con valores de resistencia a la penetración cercanos a 1500 kPa, medidos con una humedad gravimétrica próxima a capacidad de campo para dicho suelo. A partir de esta información se definieron dos tratamientos: a) Testigo, sin descompactar (SD) y b) descompactado a 23 cm de profundidad (CD). Las parcelas que se utilizaron fueron de 15 m de ancho y 240 m de longitud. Para el tratamiento de descompactación se utilizaron 6 cuerpos escarificadores separados a 535 mm con una reja alada en el extremo inferior.

### 2.2 Siembra y fertilización del cultivo

Se sembró un híbrido de maíz de alto potencial, DEKALB 73-20 VT 3P, el 5 de diciembre de 2017, con una separación entre líneas de 0,53 m y una densidad lograda de 67000 plantas/ha.

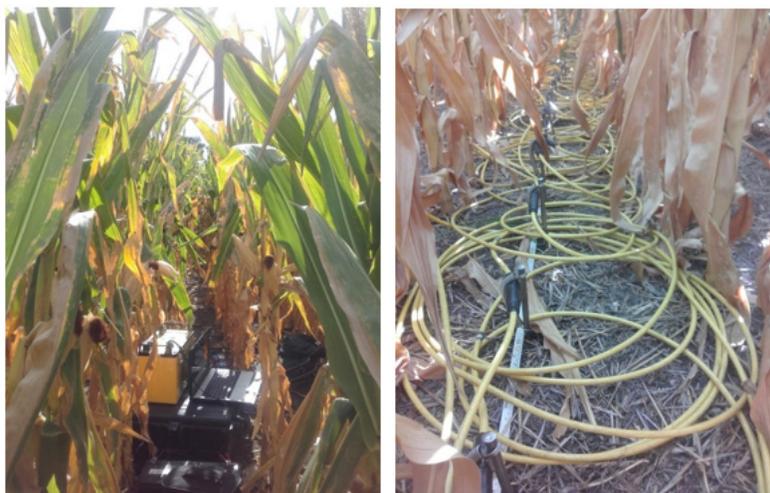
A la siembra se aplicó fosfato diamónico junto con la semilla, a razón de 91 kg/ha y cuando el cultivo alcanzó las 5 hojas totalmente desplegadas se aplicó fertilizante líquido "Solmix" al 28 % de N, con una dosis equivalente a 100 kg de N/ha.

### 2.3 Tomografía de resistividad eléctrica

Durante el período de crecimiento del maíz se realizaron cinco ERT de las cuales se seleccionaron tres, que se incluyen en este trabajo. El equipo utilizado es un resistivímetro AGI R1/IP con 56 electrodos. La separación electródica fue de 0,3 m con lo cual se cubrió una transecta de 16,5 m de longitud con una profundidad de investigación de 3,9 m. El dispositivo utilizado fue dipolo-dipolo y la interpretación se realizó con el programa Earthimager 2D (AGI, 2005) con el módulo de lapso de tiempo (time lapse). El procesamiento de las tomografías permitió observar el secado del perfil del suelo durante el crecimiento del cultivo, ya que las precipitaciones fueron muy escasas y solamente humectaron la primera parte del suelo. Las mediciones fueron laboriosas debido a la altura de las plantas y la separación entre las mismas, lo cual hizo que se tenga especial cuidado en colocar los electrodos en los mismos lugares sin dañar las plantas. En la Figura 1, se muestran dos fotografías del dispositivo durante las mediciones. La línea de las tomografías se ubicó a 16 surcos desde la periferia del sembrado colocando los

electrodos 1 al 28 en el sector descompactado y el resto en la zona sin descompactar. Se agregó una pequeña cantidad de agua a cada electrodo para mejorar el contacto y se midió la temperatura del suelo a lo largo de la transecta.

**Figura 1.** Disposición del resistivímetro y electrodos durante el desarrollo del ensayo



En cada tratamiento se excavó una calicata para observar la densidad de las raíces y al mismo tiempo realizar la medición de humedad con toma de muestra y sensor FDR, paralelamente se procedió a la medición de la resistividad del suelo a las profundidades de 20, 40 y 60 cm. Para la medición de la resistividad en la calicata se procedió a insertar cuatro electrodos separados una distancia de 10 cm entre sí, luego se aplicó la ecuación de Wenner que tiene en cuenta la profundidad de inserción de los electrodos en el suelo. En este trabajo no se ha utilizado la función para el pasaje de las resistividades a humedad, ya que se necesita de mayor cantidad de datos. Por este motivo se presentan las tomografías en valores de resistividad en ohm m y luego las operaciones de diferencias, mediante la función de lapso de tiempo en porcentaje de la variación de la resistividad.

## 2.4 Humedad y tensión del suelo

Se instalaron en el suelo cuatro sensores FDR (Decagon 10 HS), uno en cada tratamiento, a dos metros de la transecta, los cuales midieron humedad volumétrica a los 25 cm y 40 cm de profundidad durante todo el ciclo del cultivo. Adicionalmente, en cada tratamiento se realizaron mediciones de humedad por el método gravimétrico hasta el metro de profundidad. También se instalaron seis tensiómetros tres en cada uno de los tratamientos con longitudes de 25, 45 y 75 cm, los mismos se ubicaron a 1,6 m de la transecta. La instrumentación se completó con la colocación de dos lisímetros, uno

en cada sector, a una profundidad de 0,4 m para coleccionar agua de drenaje del suelo. Un detalle del equipamiento instalado puede observarse en la Figura 2.

## 2.5 Pluviometría y freaticimetría

La instrumentación se completó con un pluviómetro emplazado a unos 40 m de la transecta, para la medición de la profundidad de la zona saturada se contó con una perforación en la cual se midió semanalmente las variaciones del acuífero.



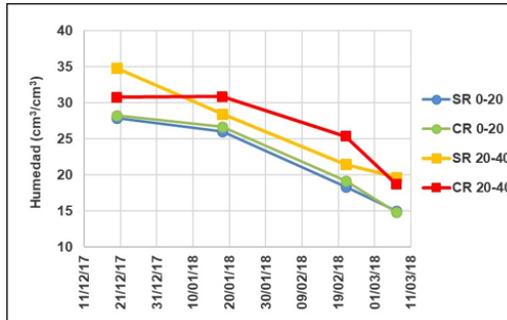
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Variación de la humedad y tensión del suelo

Durante el período considerado se observa un progresivo secado del perfil debido a la extracción de agua por las raíces de las plantas y también debido a que la época estival fue tórrida y con escasas lluvias, durante el período precipitaron 147 mm en seis eventos, de los cuales el mayor fue de 37 mm el 27 de febrero de 2018.

En la Figura 3 puede verse la evolución de la humedad del suelo, la misma muestra un mayor secado del nivel superior, levemente mayor para el sector sin remoción. En el caso de la medición a 40 cm se produce una marcada diferencia con mayor secado del sector sin remoción.

**Figura 3.** Evolución de la humedad volumétrica durante el ensayo.



La tensión matricial del suelo a 25 y 45 cm de profundidad fue menor en la zona con remoción con respecto a la no removida lo cual indicaría una absorción más rápida, por parte de las plantas con mayor evapotranspiración de este sector cuando el suelo se encontraba con buena disponibilidad de agua. Este comportamiento se verifica en los dos primeros meses, luego la ausencia de lluvias de importancia, hicieron que las tensiones

lleguen a valores muy bajos cercanos al límite de medición de los tensiómetros en los dos tratamientos. El sector sin remoción tuvo un descenso de la tensión matricial más paulatina al comienzo del ciclo.

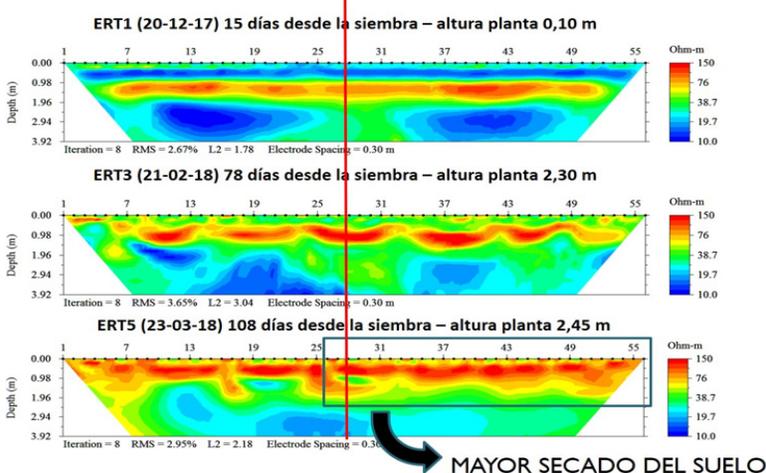
### 3.2 Tomografías de resistividad eléctrica

En las tres tomografías que se presentan en la Figura 4 donde, puede observarse, en primer lugar, que el error en la inversión fue muy bajo lo cual permite tener mayor confianza en la interpretación y procesamiento de los datos de campo. Para una mejor comparación entre los registros se ha utilizado la misma escala de resistividades de 10 a 150 ohm m. Los sectores con resistividades menores a 20 ohm m indican suelo con buena humedad.

A medida que la resistividad sube se interpreta que el suelo se encuentra más seco. Como la resistividad es una combinación del tipo de material, contenido de humedad y cantidad de sales del agua, se debe tener en cuenta que, en partes del perfil, la resistividad está mostrando cambios de las características de los materiales presentes. Es así que entre 1,3 y 1,5 m de profundidad se encuentra un horizonte petrocálcico que en las tomografías es señalado con altas resistividades aun cuando este se encuentra con cierto grado de humedad.

La primer ERT realizada luego de 15 días de la siembra muestra un suelo homogéneo en cuanto al estado hídrico, con buena humedad en todo el perfil hasta el metro de profundidad. Luego se observan resistividades mayores a 70 ohm m que corresponden al nivel petrocálcico ya mencionado. Se pueden ver variaciones en la resistividad debido a diferencias en la estructura y continuidad del nivel de tosca y la diferente humectación de la misma. Por debajo, luego de los dos metros, se presenta la zona no saturada, la cual también muestra buen contenido de humedad.

**Figura 4.** Resultado de las tomografías realizadas en valores de resistividad (ohm m).

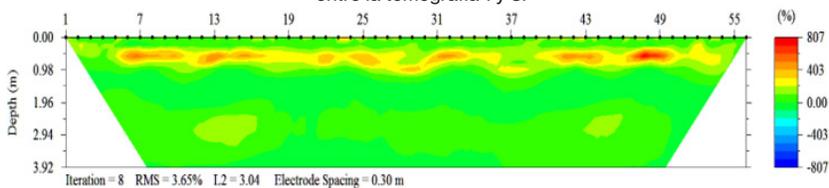


El acuífero se encuentra a unos 4 m de profundidad. La siguiente tomografía, después de 78 días de la siembra y con plantas de 2,30 m de alto, permite observar el profundo secado del suelo coincidente con los contenidos de humedad mostrados en la Figura 3. La última ERT muestra un profundo secado del perfil, en principio se ve que este ha sido más profundo en el sector sin descompactar es decir la zona entre los electrodos 28 y 56. Esto está respaldado por las mediciones de humedad y tensiometría realizadas en la transecta. Mejores definiciones se tendrán cuando las resistividades sean convertidas a humedad luego de haber obtenido las correspondientes funciones.

Para mejorar la interpretación anterior basada en tomografías individuales, estas se procesaron por diferencia en el lapso de tiempo obteniendo los resultados mostrados en las Figuras 5, 6 y 7.

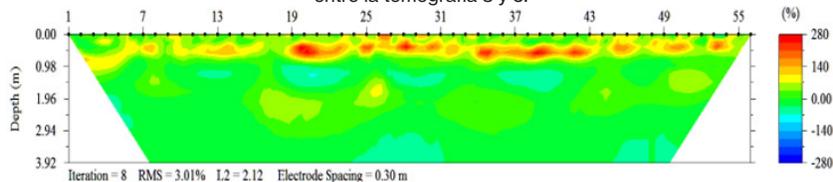
Las tomografías 1 y 3 (Figura 5) indican un mayor secado del perfil debido a que la primera tomografía, mostraba buen almacenamiento de humedad del suelo, después de 78 días el suelo se secó por lo cual se observa un fuerte cambio en el porcentaje de la variación de la resistividad para el momento inicial e intermedio.

**Figura 5.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 1 y 3.



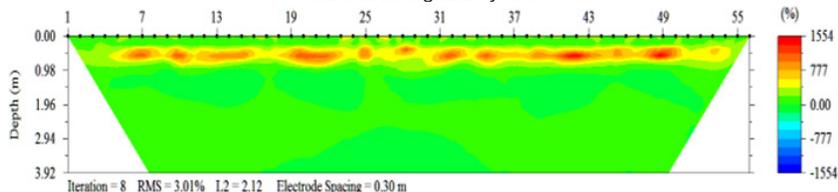
La diferencia entre las tomografías 3 y 5 (Figura 6) indica una menor variación porcentual de las resistividades porque el suelo se mantuvo seco con muy escasas precipitaciones con lo cual la extracción de agua fue menor que la observada entre las dos primeras tomografías. En este caso se puede ver que la zona sin descompactar muestra mayor diferencia de resistividad es decir un mayor secado.

**Figura 6.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 3 y 5.



Esta tendencia se observa también en la diferencia de resistividad entre la tomografía inicial y la última realizada a los 108 días de la siembra (Figura 7), las mayores diferencias de resistividad llegan a más de 1000 %. Como se expresó anteriormente estos resultados deberán ser corroborados con la conversión y procesamiento de las resistividades a humedad.

**Figura 7.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 1 y la 5.



#### 4. CONCLUSIONES

La metodología propuesta ha mostrado ser una interesante herramienta para discernir acerca de la conveniencia o no de la descompactación mecánica de un lote trabajado durante varios años con siembra directa. Las mediciones de humedad realizadas en ambos tratamientos tienen relación con los resultados arrojados por la tomografía con el módulo de diferencias en el lapso de tiempo. El sector no descompactado muestra un secado más profundo del suelo según lo muestran las tomografías y lo corrobora las determinaciones de humedad en el tiempo que duró el ensayo. Estos resultados son preliminares y deberán ser considerados nuevamente aplicando funciones de humedad-resistividad a las tomografías para de ese modo poder realizar un balance de masa del agua durante el ciclo del cultivo.

La mayor ventaja como se ha visto de la metodología aplicada radica en que se obtiene una visión de una transecta sin disturbar y la posibilidad de hacer un seguimiento en el tiempo del estado de humedad del suelo bajo diferentes tratamientos.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Alberto Lier, por colaborar permitiendo la realización del ensayo en su establecimiento y al Ing. Ricardo Fernández por proporcionar el híbrido de maíz.

#### REFERENCIAS

ADVANCED GEOSCIENCES, INC. EarthImager 2D, resistivity and IP inversion software, version 2.2.8. Instruction manual. Austin Texas. 135 p, 2005.

DIETRICH, S.; WEINZETTEL, P.; VARNI, M. **Infiltration and drainage analysis in a heterogeneous soil by electrical resistivity tomography.** Soil Sci Soc Am J 78:1153–1167, 2014.

GROSSO, J.A.; RESSIA, J.M.; BONGIORNO, C.V.; MENDIVIL, G.O.; DE PABLO, M.C.; BALBUENA, R. **Eficiencia energética de la descompactación de un suelo bajo siembra directa.** XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo. Trabajo: 0243 A. Pag. 6, 2014.

MICHOT, D.; BENDERITTER, Y.; DORIGNY, A.; NICOUILLAUD, B.; KING, D.; TABBAGH, A. **Spatial and temporal monitoring of soil water content with an irrigated corn crop cover using surface electrical resistivity tomography.** Water Resour. Res. 39:1138–1157, 2003.

SADRAS, V.O.; O'LEARY, G.J.; ROGET, D.K. **Crop responses to compacted soil: capture and efficiency in the use of water and radiation.** Field Crops Research, 91(2-3), 131-148, 2005

SAMOUËLIAN, A.; COUSIN, I.; TABBAGH, A.; BRUAND, A.; RICHARD, G. **Electrical resistivity survey in soil science: a review.** Soil and Tillage Res. 83:173-193, 2005.

SCHWARTZ, B.F; SCHREIBER, M.E.; YAN, T. **Quantifying field scale soil moisture using electrical resistivity imaging.** J. of Hydrology, 362, 234-246, 2008.

SOIL SURVEY STAFF. **Claves para la Taxonomía de Suelos.** Departamento de agricultura de los Estados Unidos. XII Edición. 399 p, 2014.

SRAYEDDIN, I.; DOUSSAN, C. **Estimation of the spatial variability of root water uptake of maize and sorghum at the field scale by electrical resistivity tomography.** Plant Soil 319:185-207, 2009

WEINZETTEL, P.; VARNI, M.; DIETRICH, S.; USUNOFF, E. **Evaluación de tres dispositivos de tomografía eléctrica para la identificación de horizontes petrocálcicos en el suelo.** Ci. Suelo 27(1):135-146, 2009.

## 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

Açaizeiro 109

Adaptabilidade 66, 67

Agroecologia 67, 89, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 106, 107, 108

### B

Bioclimatologia animal 152, 153, 164, 165

Bioflocos 138, 139, 142, 143, 145, 146, 147

### C

Caballos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Cangrejo de río 130

Capsicum 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13

Centla 130, 131, 132

Ciclo PDCA 116, 122, 123, 126

Control biológico 167

Controle biológico 30, 80, 88, 124, 125

Controle de pragas agrícolas 24

Crianza 130, 132

Cultivados 1, 7, 30, 66

Custo de produção 23, 32, 33, 37, 38, 144, 145, 146, 147

### D

Depredador 130

Descompactación 47, 48, 53

Diagrama de Ishikawa 116, 119, 121, 122, 124, 125, 128

Doenças foliares 15, 19, 20

Duddingtonia flagrans 167, 168, 170, 175, 176

### E

Ensilagem 109, 112, 115

Estrongilidos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

### F

Falsa-medideira 80, 82

Fincas cafeteras 39

## G

Germoplasma 1, 3

Glycine max 71, 72, 78, 81

Gossypium hirsutum 56

## H

Humedad del suelo 46, 47, 50, 52, 53

## I

Inseticidas 23, 24, 25, 30, 31, 34, 37, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 82, 87

Inseticidas botânicos 23, 24

## L

Lagarta-do-cartucho 23, 24, 25, 33, 36

Leite 97, 102, 106, 116, 117, 118, 119, 121, 124, 125, 126, 128, 129, 154, 164, 165

Lucratividade e cultivares 33

## M

Meio ambiente 24, 36, 58, 89, 93, 99, 100, 102, 121, 124, 147

Mudança climática 152, 153, 154, 155, 158, 159, 161, 163

## P

Patologia de Sementes 71, 73

Pecuária 63, 71, 78, 91, 116, 127, 128

Pellets 167, 168, 174, 175, 176

Pennisetum purpureum 109, 110, 112

Pesca 130

Piscicultura 138, 140, 150, 151

Plantas inseticidas 24

Políticas públicas 89, 92, 93, 99, 103, 104, 105, 106, 149

Pontos fracos 116, 118, 119, 120, 126, 127, 129

Produção animal 104, 116, 154, 165

Produtividade de grãos 14, 15, 18, 19, 33, 34, 72, 102

## R

Rabbiteye 66, 67

Resistência genética 15, 21

Rio do Sul 66, 67

Rutas de transición 41, 44

## S

Segurança alimentar 89, 91, 92, 93, 96, 97, 102, 104, 105

Silvestres 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 131

Simarouba versicolor 24, 25, 29, 30, 31

Sistemas cafeiros 41

Suinocultura 89, 90, 92, 94, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Sustentabilidade 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

## T

Tilápia 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151

Tomografia de resistividade eléctrica 46, 47

Toxicidade aguda 30, 56

Tratamento de sementes 80

## V

Valorización 1

Valor nutritivo 109, 110, 115

Variedade 66, 68, 69, 83

Viabilidade econômica 35, 138, 139, 140, 144, 145, 150, 151

Vigor 37, 71, 72, 76, 77

## Z

Zea mays L 15, 25, 33



**EDITORA  
ARTEMIS**