

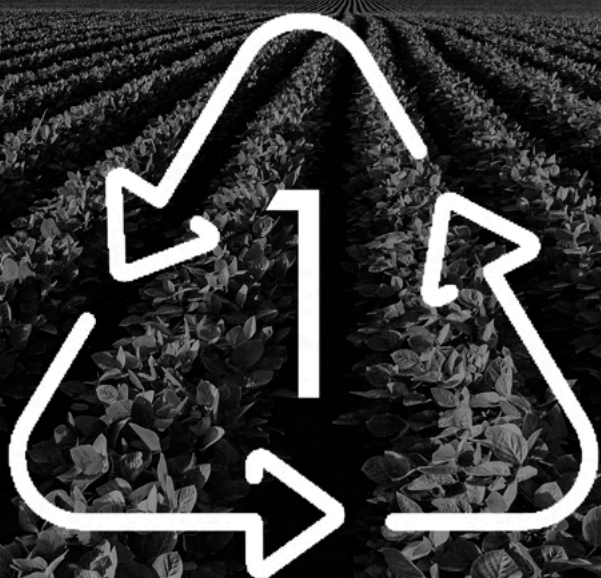
# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo 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).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

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

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-700-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.007212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste primeiro volume estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas como: agroecologia, sistemas agroflorestais e de integração lavoura-pecuária-floresta, controle biológico de pragas e outros temas correlacionados a sustentabilidade na agricultura.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**


#### **AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO BAIXO PARNAÍBA-MA**

James Ribeiro de Azevedo

Maria da Conceição da Costa de Andrade Vasconcelos

Gênesis Alves de Azevedo

Mauricio Marcon Rebelo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129111>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **CULTIVO DE BACABIZEIRO EM SISTEMA AGROFLORESTAL NA AMAZÔNIA**

Alef Ferreira Martins

Jaqueline Araújo da Silva

Jaqueline Lima da Silva

Tainara Monteiro Nunes

Graziele Rabelo Rodrigues

Thalia Maria de Sousa Dias

Tinayra Teyller Alves Costa


Sinara de Nazaré Santana Brito

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Layse barreto de Almeida

Gabriela Ribeiro Lima

Antônia Benedita da Silva Bronze

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129112>

### **CAPÍTULO 3..... 20**


#### **FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA. UM ESPAÇO PARTICIPATIVO E REFLEXIVO NA CARREIRA DE GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE NACIONAL DE ROSARIO**

Marcelo Milo Vaccaro

Silvia Cechetti

Marcelo Larripa

Claudia Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129113>

### **CAPÍTULO 4..... 29**


#### **VIABILIDADE ECONOMICA DE UM PROJETO AGROECOLÓGICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FATORES DETERMINANTES E FATORES COADJUVANTES DE SUCESSO**






Sandro César Salvador

Elaine Makishi

Beatriz Micai

Daniel Fábio Salvador


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129114>

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>41</b>
ANÁLISE DA PAISAGEM NO ENTORNO DE PROPRIEDADES COM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO GOIANO	
Daniela de Lima	
Manuel Eduardo Ferreira	
Samantha Salomão Caramori	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115</a>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>64</b>
COMO OS PARÂMETROS CINÉTICOS DE ENZIMAS PODEM INDICAR A QUALIDADE DE SOLOS DE CERRADO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA	
Ana Flávia de Andrade Lopes	
Malu da Costa Santana	
Leciana de Menezes Sousa Zago	
Isabella Cristina Ferreira de Lima	
Samantha Salomão Caramori	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>76</b>
VIABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE ENGAJADA NO SISTEMA SILVIPASTORIL: ESTUDO DE CASO	
Hadassa Landherr Friske	
Débora Natália Brumati	
Jaíne da Silva	
Marcos Adriano Martello	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>87</b>
PRODUCCIÓN DE NARANJA ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA A PEQUEÑOS PRODUCTORES ORGANIZADOS EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
Brisa Guadalupe Gómez Ochoa	
Alejandro Hernández Carlos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118</a>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>98</b>
O CRÉDITO E OS TÍTULOS DE CRÉDITO RURAL COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL DA PROPRIEDADE	
Domingos Benedetti Rodrigues	
Tamara Silvana Menuzzi Diverio	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119</a>	

**CAPÍTULO 10..... 110**

**POTENCIAL DE USO DO FUNGO ENTOMOPATHOGENICO *Isaria spp.***


Ingrid de Araujo Reis  
Edna Antônia da Silva Brito  
Thayná da Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291110>

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

**MERCADO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL**


Thayná Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Edna Antônia da Silva Brito  
Indyra Ingrid de Araújo Reis  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291111>

**CAPÍTULO 12..... 134**

**NANOTECNOLOGIA VERDE E SUAS APLICAÇÕES NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA**


Micheline Thais dos Santos  
Tale Lucas Vieira Rolim  
Viviane Ferreira Araújo  
Maria Ercília Lima Barreiro  
Elizabeth Simões do Amaral Alves  
Breno Araújo de Melo  
Sybelle Georgia Mesquita da Silva  
Romero Marcos Pedrosa Brandão – Costa  
Juanize Matias da Silva Batista  
Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291112>

**CAPÍTULO 13..... 144**

**EMBALAGEM POLIMÉRICA AGRÍCOLA REPELENTE**


Cesar Tatari  
Adelcio Cleiton de Almeida Carneiro  
Antony Victor Fernandes  
Douglas Cunha Silva  
Márcio Callejon Maldonado  
Ricardo Alexandre Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291113>

**CAPÍTULO 14..... 158**

**ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO CONTAMINADO BIORREMEIDIADO CON BIOSÓLIDOS**


Hernán Kucher  
Silvana Irene Torri  
Erika Pacheco Rudz  
Ignacio van oostveldt  
Adelia González Arzac

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291114>

**CAPÍTULO 15..... 167**

**ABORDAGEM QUANTITATIVA, UTILIZANDO OS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, DURANTE O PERÍODO ENTRE 2003 À 2018**


Educélio Gaspar Lisbôa  
Ionara Santos Siqueira  
Cinthia de Oliveira Rodrigues  
Érico Gaspar Lisbôa  
Leonardo Augusto Lobato Bello  
Heriberto Wagner Amanajás Pena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291115>

**CAPÍTULO 16..... 182**

**MODELO HIDRÁULICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SUBUNIDADES IRREGULARES DE RIEGO POR GOTEO**


Jorge Cervera Gascó  
Jesús Montero Martínez  
Amaro del Castillo Sánchez-Cañamares  
Santiago Laserna Arcas  
José María Tarjuelo Martin-Benito  
Miguel Ángel Moreno Hidalgo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291116>

**CAPÍTULO 17..... 190**

**PLANO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DA SUB-BACIA DE TEJALPA-TERRERILLOS NO NEVADO DE TOLUCA**

Marcia Adriana Yáñez Kernke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291117>

**CAPÍTULO 18.....209**

MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM  
CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS - PA

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros

Flávio Henrique Santos Rodrigues

Adriano Anastácio Cardoso Gomes

Ermano Prévair

Peola Reis de Sousa


Wellington Leal dos Santos

Keila Aparecida Moreira

Luciana da Silva Borges

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291118>


**CAPÍTULO 19.....223**

RESERVADO PRODA D'ÁGUA: ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO PARA BOMBEAMENTO  
DE ÁGUA NO ASSENTAMENTO SERRA VERDE EM BARRA DO GARÇAS - MT

Ivo Luciano da Assunção Rodrigues

Martha Tussolini

Enzo Negri Cogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291119>

**CAPÍTULO 20.....228**

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE NINFAS DE LÍBELULAS (ODONATA) EM LARVAS DE  
*Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Lays Laianny Amaro Bezerra

Rafael Pereira da Cruz

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291120>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....237**

**ÍNDICE REMISSIVO.....238**

# CAPÍTULO 14

## ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO CONTAMINADO BIORREMEDIADO CON BIOSÓLIDOS

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 19/08/2021

### Hernán Kucher

Cátedra de Química General e Inorgánica,  
Departamento de Recursos Naturales y  
Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad  
de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Buenos  
Aires, Argentina (C1417DSE)  
<https://orcid.org/0000-0001-5561-0744>

### Silvana Irene Torri

Cátedra de Química General e Inorgánica,  
Departamento de Recursos Naturales y  
Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad  
de Buenos Aires.  
Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina  
(C1417DSE).  
<https://orcid.org/0000-0001-7424-2289>

### Erika Pacheco Rudz

Cátedra de Química General e Inorgánica,  
Departamento de Recursos Naturales y  
Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad  
de Buenos Aires.  
Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina  
(C1417DSE).  
<https://orcid.org/0000-0003-2054-7129>

### Ignacio van oostveldt

Cátedra de Química General e Inorgánica,  
Departamento de Recursos Naturales y  
Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad  
de Buenos Aires.  
Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina  
(C1417DSE).

### Adelia González Arzac

Departamento de Métodos Cuantitativos  
y Sistemas de la Información, Facultad de  
Agronomía, Universidad de Buenos Aires  
Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina  
(C1417DSE).

Departamento de Ecología y Evolución,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Buenos Aires.  
Intendente Güiraldes 2160, Buenos Aires,  
Argentina (C1428EGA)

**RESUMEN:** Los efluentes industriales que se vuelcan en cursos de agua ocasionan, aguas abajo, la contaminación de los suelos adyacentes con elementos potencialmente tóxicos (EPT). La incorporación de enmiendas orgánicas (como los biosólidos) a los suelos contaminados puede disminuir la movilidad y fitotoxicidad de los EPT, a la vez de incrementar su fertilidad, constituyéndose en una alternativa de bajo costo para su “remediación”. La actividad microbiana es un parámetro muy utilizado para evaluar la calidad del suelo y puede ser cuantificada por medio de la producción de CO<sub>2</sub> resultante de la respiración de los microorganismos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la incorporación de distintas dosis de biosólidos provenientes de una planta de tratamiento local de aguas residuales (PTAR) sobre la actividad microbiana de un suelo contaminado de la ribera del arroyo Morón. Se efectuó un ensayo de incubación por un término de 80 días en el cual se midió periódicamente la producción de C-CO<sub>2</sub>. La incubación de los biosólidos presentó



una respiración microbiana significativamente mayor que la del suelo. Al ser incorporados los biosólidos al suelo, se observó que la menor dosis (3% P/P de biosólidos) tuvo una producción total de C-CO<sub>2</sub> significativamente mayor que el tratamiento con mayor dosis (6% P/P de biosólidos). Se concluye que los biosólidos estudiados (en las dosis utilizadas) mejoran o no afectan la actividad microbiana de los suelos y, en ese aspecto, son factibles de ser aplicados al suelo de la ribera del arroyo Morón con los fines de remediación propuestos.

**PALABRAS CLAVE:** remediación, respiración, incubación, biosólidos, suelos contaminados

## MICROBIAL ACTIVITY OF A CONTAMINATED SOIL BIOREMEDIATED WITH BIOSOLIDS

**ABSTRACT:** Industrial effluents discharged into watercourses cause the contamination of adjacent soils with potentially toxic elements (PTS). The incorporation of organic amendments (such as biosolids) to contaminated soils can reduce the mobility and toxicity of the PTS and increase their fertility, becoming a low-cost alternative for their remediation. Microbial activity is a widely used parameter to evaluate soil quality and can be quantified through the production of CO<sub>2</sub> resulting from the microorganisms' respiration. The objective of this research was to determine the effect of the incorporation of different doses of biosolids from a local wastewater treatment plant (WWTP) on the microbial activity of a contaminated soil from the Moron stream bank. An 80 days incubation test was carried out during which the production of C-CO<sub>2</sub> was measured periodically. The incubation of the biosolids presented microbial respiration significantly higher than that of the soil. When the biosolids were incorporated into the soil, the lowest dose (3% of biosolids, dry matter basis) had a total production of C-CO<sub>2</sub> significantly higher than the treatment with the highest dose (6% of biosolids, dry matter basis). It is concluded that the biosolids studied (in the doses used) improve or do not affect the microbial activity of the soils, and, in this regard, they are feasible to be applied to the soil of the Moron stream bank for the proposed remediation purposes.

**PALABRAS CLAVE:** remediation, respiration, incubation, biosolids, contaminated soils

## 1 | INTRODUCCIÓN

El Ordenamiento Territorial propicia el uso inteligente y justo del territorio, aprovechando oportunidades, reduciendo riesgos, protegiendo los recursos en el corto, mediano y largo plazo (MAGyP, 2012). Bajo este esquema resulta clave pensar soluciones a los problemas regionales mediante la incorporación de recursos locales, optimizando los procesos de integración de las componentes del sistema socio-ecológico.

Este modelo puede aplicarse para integrar dos problemáticas concretas que existen en el partido de Tres de Febrero (Buenos Aires, Argentina) y descubrir una solución común. Por un lado, las aguas superficiales del Arroyo Morón (perteneciente a la cuenca media del río Reconquista) poseen un alto grado de contaminación orgánica e inorgánica ocasionada por la descarga de efluentes industriales (Kuczynski, 1994; de Cabo et al., 2000; Garay, 2007; Barsky, 2012). Entre los contaminantes inorgánicos se encuentran los elementos potencialmente tóxicos (EPT). Estos elementos suelen hallarse en bajas concentraciones en

tejidos vegetales, pero si su concentración se eleva por encima de un valor umbral pueden originar problemas de fitotoxicidad, afectando el crecimiento u originando mortandad de especies (Torri et al., 2015). Los EPT pueden trasladarse desde el cuerpo de agua a los suelos adyacentes provocando degradación química de los suelos, afectando no sólo el funcionamiento del ecosistema, sino también la salud y la calidad de vida de las personas (Ratto et al., 2004). Por otra parte, el creciente volumen de “biosólidos” (producto generado durante el proceso de depuración de aguas cloacales) constituye un serio problema para la plantas de tratamiento local de aguas residuales (PTAR), acumulándose progresivamente en sus espacios ociosos.

El punto de encuentro entre estas dos problemáticas radica en la posibilidad de incorporar enmiendas orgánicas (como los biosólidos) a los suelos para disminuir la movilidad y fitotoxicidad de los EPT presentes, a la vez de incrementar su fertilidad (Rate et al., 2004). Los biosólidos generados en las PTAR presentan un elevado contenido de materia orgánica estable (Torri y Alberti, 2012), y han sido propuestos como una alternativa de bajo costo para la “remediación” de suelos contaminados (Torri, 2001; Ginocchio et al., 2013).

La actividad microbiana es un parámetro muy utilizado para evaluar la calidad del suelo (Acuña et al., 2006). Los suelos son sistemas que cuentan con una flora microbiana propia, la cual dependiendo de su actividad metabólica puede contribuir a la remediación de sitios que poseen contaminación orgánica (Fernández Linares et al., 2006). Por otro lado, la presencia de numerosas sustancias o elementos traza puede generar una disminución en la biomasa microbiana, junto con una alteración en la diversidad y en la estructura de las comunidades del suelo contaminado (Dai et al., 2004). De esta manera, la aplicación de biosólidos a los suelos puede tener distintos efectos sobre su actividad biológica. Por un lado, podría estimularla al incrementar la disponibilidad de fuentes carbonadas y nutrientes, o al incorporar una nueva carga de microorganismos al sistema. Por el otro, la misma podría verse disminuida al incorporar una enmienda con proporciones variables de ETP u otros contaminantes (Baath, 1989; Ros et al., 2006).

La actividad metabólica de los microorganismos aerobios y de algunos anaerobios del suelo puede ser cuantificada por medio de la respiración. La respiración microbiana se define como la absorción de oxígeno o la liberación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por bacterias, hongos, algas, protozoos y nematodos saprófagos, siendo resultado de la degradación de la materia orgánica. Este parámetro puede estar estrechamente relacionado con la degradación de la materia orgánica lábil y/o de los contaminantes orgánicos del suelo (Fernández Linares et al., 2006). Por lo tanto, la evolución de  $\text{CO}_2$  de un suelo es una medida de la actividad biológica total del mismo. Nuestro objetivo en este trabajo fue determinar el efecto de la incorporación de distintas dosis de biosólidos provenientes de una PTAR local sobre la actividad microbiana de un suelo contaminado de la ribera del arroyo Morón. Nuestra hipótesis es que la incorporación de biosólidos a los suelos contaminados origina una mayor actividad microbiana al mejorar las condiciones edáficas para la proliferación de microorganismos.

## 2 | MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de suelo contaminado recolectadas en distintos sectores cercanos a la ribera del arroyo Morón, Partido de Tres de Febrero, Provincia de Buenos Aires, Argentina (34°34'4.79"S 58°37'36.42"O). La vegetación dominante es de tipo riparia y el clima es templado húmedo. En el mes de agosto se tomaron muestras compuestas del horizonte superficial (0-20 cm) con implementos adecuados para evitar su contaminación. Las muestras se secaron, molieron y tamizaron con malla de 2mm para luego ser homogeneizadas.

Los biosólidos utilizados fueron provistos en estado parcialmente deshidratado por la cooperativa de saneamiento local, COMACO (Cooperativa de Obras y Servicios Públicos Martín Coronado). Se secaron, molieron y tamizaron con malla de 2mm.

Se efectuó un ensayo de incubación en frascos de vidrio cerrados, por un término de 80 días. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, efectuándose cuatro tratamientos con cinco réplicas cada uno:

- I. C: suelo contaminado;
- II. CB3: suelo contaminado + 3% (P/P) biosólidos;
- III. CB6: suelo contaminado + 6% (P/P) biosólidos;
- IV. B: biosólidos puros.

Los sustratos se humedecieron al inicio del ensayo e incubaron en condiciones de invernáculo a temperatura ambiente. Se midió la respiración microbiana según el método de Alef y Nannipieri (1995) en forma periódica durante todo el ensayo. Se determinó el pH y la conductividad eléctrica de los biosólidos con una relación biosólido:agua 1:2,5. Además, se midió la biodisponibilidad (fracción soluble e intercambiable) de seis EPT (Cadmio, Cobre, Cromo, Níquel, Plomo y Zinc) en el suelo y en los biosólidos, de acuerdo a la metodología propuesta por Novozamsky et al. (1993).

Se realizó un análisis estadístico de los resultados mediante análisis de la varianza (ANOVA) con el programa InfoStat (versión 2014). Las diferencias entre medias de tratamientos fueron determinadas mediante el test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Se estudiaron la normalidad y la homogeneidad de varianzas. Para la variable "Producción acumulada de C-CO<sub>2</sub>" fue necesario modelar la varianza con varIdent.

## 3 | RESULTADOS

Los biosólidos utilizados presentaron un pH de 6,62 y una conductividad eléctrica de 4,42 mS/cm. En la Tabla 1 se muestra la biodisponibilidad de los EPT presentes en los biosólidos y en el suelo.

Metal	Concentración en Biosólidos (mg.kg <sup>-1</sup> )	Concentración en suelo de la ribera del arroyo Morón (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>Cu</b>	<LOD*	<LOD*
<b>Zn</b>	60,8057	2,4054
<b>Cr</b>	<LOD*	<LOD*
<b>Ni</b>	0,1386	<LOD*
<b>Cd</b>	0,0251	0,2568
<b>Pb</b>	0,0856	0,1842

Tabla 1. Biodisponibilidad de elementos potencialmente tóxicos (mg.kg<sup>-1</sup> sustrato) en las muestras de biosólidos y del suelo proveniente de la ribera del arroyo Morón.

\*Valores por debajo del límite de detección.

En la Figura 1 se presentan los datos de respiración para los distintos tratamientos a lo largo del período de incubación. El análisis estadístico de la respiración microbiana en el día 5 se muestra en la Figura 2. En el mismo se observa que el tratamiento B presentó una producción de C-CO<sub>2</sub> significativamente mayor que el resto de los tratamientos. La incorporación de 3 o 6 % (P/P) de biosólidos al suelo no generó diferencias significativas respecto al suelo control. Por el contrario, se observaron diferencias significativas en la respiración correspondiente a los tratamientos CB3 y CB6, presentando un menor nivel de respiración el tratamiento con mayor dosis de biosólidos.

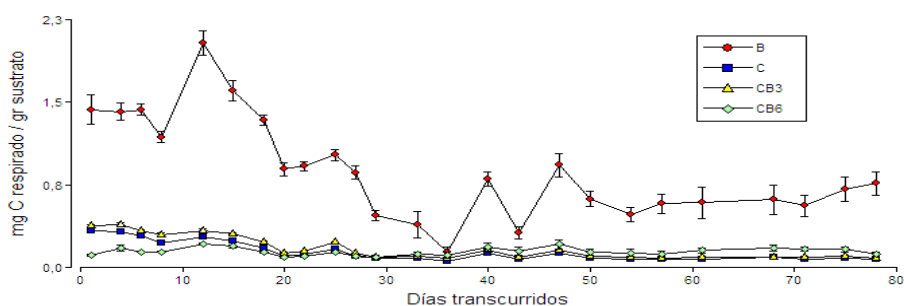


Figura 1. Producción media de C-CO<sub>2</sub> (mg C. g<sup>-1</sup> sustrato; Media + Error estándar) durante el período de incubación de los suelos. Suelo contaminado (C); Suelo contaminado + 3% (P/P) biosólidos (CB3); Suelo contaminado + 6% (P/P) biosólidos (CB6); Biosólidos puros (B).

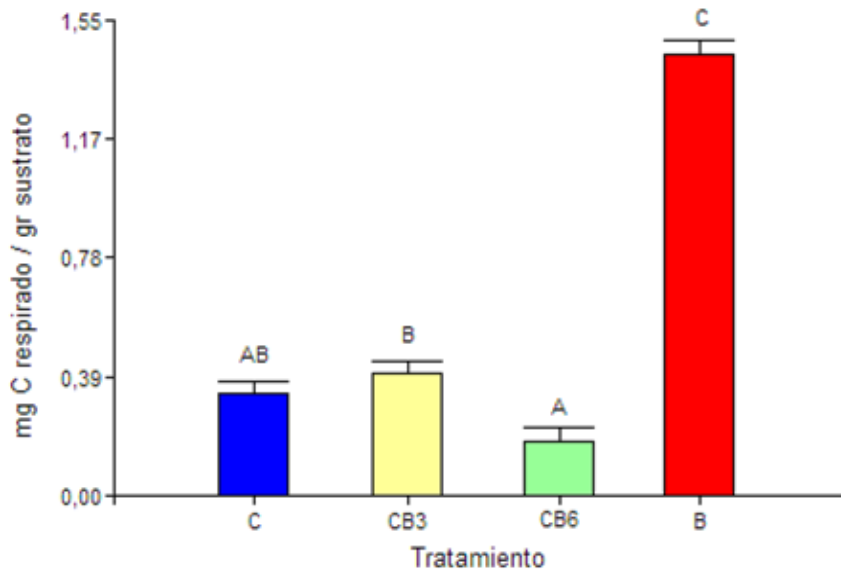


Figura 2. Producción media de C-CO<sub>2</sub> (mg C. g<sup>-1</sup> sustrato; Media + Error estándar) transcurridos 5 días de incubación. Suelo contaminado (C); Suelo contaminado + 3% (P/P) biosólidos (CB3); Suelo contaminado + 6% (P/P) biosólidos (CB6); Biosólidos puros (B). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha=0,05$ ).

En la Figura 3 se observa la producción acumulada del C-CO<sub>2</sub> para cada uno de los tratamientos a lo largo del período de incubación. Se puede apreciar una elevada actividad metabólica de los microorganismos en el tratamiento B.

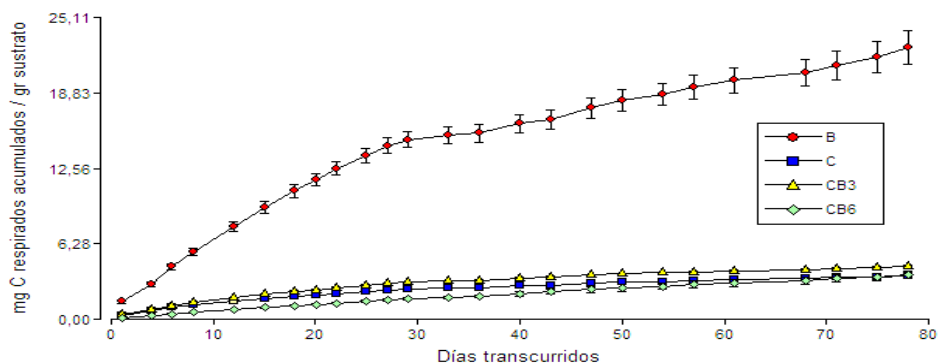


Figura 3. Producción acumulada de C-CO<sub>2</sub> (mg C. g<sup>-1</sup> sustrato) durante el período de incubación de los suelos. Suelo contaminado (C); Suelo contaminado + 3% (P/P) biosólidos (CB3); Suelo contaminado + 6% (P/P) biosólidos (CB6); Biosólidos puros (B).

Al finalizar el ensayo, la producción acumulada de C-CO<sub>2</sub> fue significativamente mayor en B que en el resto de los tratamientos. La aplicación de una dosis del 6% de

biosólidos no generó un aumento significativo en la actividad microbiana acumulada respecto del suelo incubado solo, aunque sí lo hizo la dosis de 3% (Figura 4).

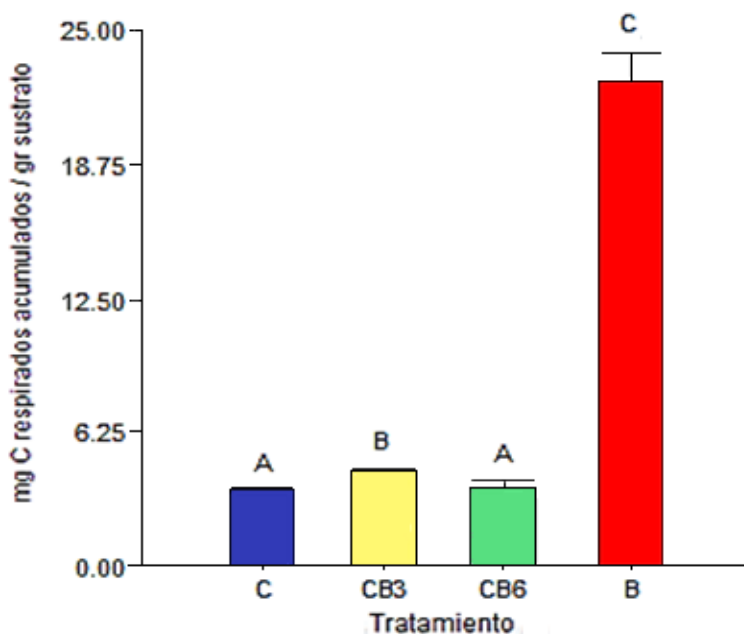


Figura 4. Producción total de C-CO<sub>2</sub> (mg C. g<sup>-1</sup> suelo; Media + Error estándar) en cada tratamiento al finalizar el ensayo. Suelo contaminado (C); Suelo contaminado + 3% (P/P) biosólidos (CB3); Suelo contaminado + 6% (P/P) biosólidos (CB6); Biosólidos puros (B). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha=0,05$ ).

#### 4 | DISCUSIÓN

La producción de C-CO<sub>2</sub> fue significativamente mayor en los biosólidos puros, lo que insinúa una mayor población microbiana, además de una elevada disponibilidad de carbono y nitrógeno para los microorganismos heterótrofos presentes. La respiración microbiana en el suelo contaminado no se vio significativamente afectada al comienzo del ensayo por la incorporación de biosólidos. Esto puede deberse a un contenido de materia orgánica inicial elevado en los suelos contaminados de la ribera del Arroyo Morón. Sumado a esto, dado que los procesos de contaminación de estos suelos comenzaron hace décadas, pueden haberse desarrollado comunidades microbianas tolerantes a las condiciones de contaminación actuales de la zona, garantizando un nivel de actividad microbiana aceptable. El aumento de la abundancia de organismos tolerantes en ambientes contaminados puede ser debido a cambios genéticos, adaptaciones fisiológicas que no implican alteraciones en el genotipo o el reemplazo de las especies sensibles a los metales por especies que ya son tolerantes a los mismos (Baath, 1989).



La menor actividad microbiana total medida en el suelo enmendado con 6% P/P de biosólidos respecto al de 3% P/P de biosólidos puede atribuirse a la incorporación de una mayor concentración de compuestos contaminantes, aumentando el período de retraso o lag de los microorganismos presentes en el suelo, o generando efectos tóxicos en ellos (Baath, 1989).

Durante el lapso que duró el ensayo, la actividad microbiana en el suelo contaminado no correlacionó positivamente con el agregado de biosólidos. Se observó que la producción total de CO<sub>2</sub> en el tratamiento con 3% P/P de biosólidos produjo un aumento significativo de la actividad microbiana con respecto al control. Sin embargo, una dosis mayor de biosólidos (6% P/P) no generó variaciones significativas con respecto al control. Esto implica la importancia de estudiar la dosis óptima de aplicación de biosólidos para cada suelo.

Este trabajo es un avance significativo para comprender el impacto que tendría la incorporación de los biosólidos producidos en la PTAR de COMACO sobre los microorganismos de los suelos contaminados de la ribera del Arroyo Morón. A priori, se concluye que los biosólidos estudiados (en las dosis utilizadas) no afectan o mejoran la actividad microbiana de los suelos, y en ese aspecto son factibles de ser aplicados al suelo de la ribera del arroyo Morón con los fines de remediación propuestos.

## 5 | BIBLIOGRAFÍA

Acuña, O. et al. 2006. **La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos.** En: XVII Reunión Internacional para la cooperación en investigaciones sobre banano en el Caribe y América Tropical, ACORBAT, Joinville, Brasil, pp. 222-233

Alef, K.; Nannipieri, P. 1995. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry.** Academic Press.

Baath, E. 1989. **Effects of heavy metals in soil on microbial process and population: a review.** Water Air Soil Pollut. 47:335–379.

Barsky, A. 2012. **Buenos aires y su organización espacial. Caracterización de las situaciones ambientales asociadas a la dinámica de las cuencas hidrográficas que atraviesan un territorio metropolitano.** Agua y Territorio, Ed Ciccus-Universidad Nacional Gral. Sarmiento, Buenos Aires, Argentina, 171-207.

Dai, J. et al. 2004. **Influence of heavy metals on C and N mineralisation and microbial biomass in Zn-, Pb-, Cu-, and Cd-contaminated soils.** Applied Soil Ecology, 25:99-109.

de Cabo, L. et al. 2000. **Impact of the Morón stream on water quality of the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina).** Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie, 2(2), 123-130.

Fernández Linares, L.C. et al. 2006. **Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados.** (No. C/631.41 M3).

Garay, A. (dir.). 2007. **Lineamientos estratégicos para el área metropolitana de Buenos Aires**. Subsecretaría de urbanismo y vivienda de la provincia de Buenos Aires.

Ginocchio, R. et al. 2013. **Efficacy of fresh and air-dried biosolids as amendments for remediation of acidic and metal-polluted soils: A short-term laboratory assay**. Journal of soil science and plant nutrition, 13(4), 855-869.

Kuczynski, D. 1994. **Estudio Ambiental de un Curso de Agua Urbano Altamente Deteriorado por Acción Antropógena (Arroyo Morón, Provincia de Buenos Aires, Argentina)**. Revista de Ecología Médica y Salud Ambiental I: 1-14

MAGyP, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2012. **Bases para el ordenamiento del territorio rural argentino**. Buenos Aires, Argentina.

Novozamsky, I. et al. 1993. **A single extraction procedure of soil for evaluation of uptake of some heavy metals by plants**. Int. J. Environ. Anal. Chem. 51:47-58.

Rate, A., et al. 2004. **Application of biosolids in mineral sands mine rehabilitation: use of stockpiled topsoil decreases trace element uptake by plants**. Bioresour Technol 91:223–231

Ratto, S et al. 2004. **Evaluación de la contaminación orgánica e inorgánica en un suelo aluvial de la costa del Riachuelo, Buenos Aires, Argentina**. Ecología austral, 14(2): 179-190.

Ros, M.; et al. 2006. **Hydrolases activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different compost**. Soil Biol Biochem 38:3443-3452.

Torri, S.I. 2001. **Distribución y biodisponibilidad de Cd, Cu, Pb y Zn en un Hapludol típico, Natracuol típico y Argiudol típico fertilizados con biosólidos y biosólidos más cenizas**. Tesis de Magister Scientiae en Ciencias del Suelo, Escuela para Graduados, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Torri, S.I.; et al. 2015. **Micronutrientes. En: Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos**. García F y Echeverría H. Ediciones INTA, Balcarce, ISBN 978-987-521-565-8, 357-377. 908p.

Torri, S.I.; Alberti, C. 2012. **Characterization of organic compounds from biosolids of Buenos Aires City**. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(1):143-152.

Torri, S.I.; Lavado, R.S. 2002. **Distribución y disponibilidad de elementos potencialmente tóxicos en suelos representativos de la provincia de Buenos Aires enmendados con biosólidos**. Ciencia del suelo, 20(2): 98-109.

Zeng, L.S. et al. 2007. **Effects of lead contamination on soil enzymatic activities, microbial biomass, and rice physiological indices in soil-lead-rice (Oryza sativa L.) system**. Ecotoxicology and Environmental Safety 67:67-74.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem 7, 10, 98, 100, 167, 176, 230

Agricultura 3, 1, 2, 3, 6, 7, 17, 20, 21, 24, 29, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 65, 87, 89, 90, 91, 95, 97, 98, 99, 116, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 144, 145, 150, 151, 156, 157, 166, 183, 193, 199, 221, 222, 224, 227, 235

Agricultura familiar 1, 2, 3, 7, 29, 38, 39, 40

Agricultura orgânica 87, 89, 90, 91

Agricultura verde 135

Agroecologia 3, 4, 1, 3, 4, 6, 7, 19, 29, 35, 39, 131, 132, 236

Agronegócio 11, 40, 42, 78, 86, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 123

Agronomía 21, 158, 166

Agropecuária 43, 62, 63, 64, 74, 85, 102, 119, 133, 237

Agrossilvipastoril 41, 43

Agrotóxicos 4, 5, 30, 31, 35, 39, 120, 124, 125, 140, 145

Água 8, 1, 4, 12, 41, 52, 79, 114, 115, 120, 121, 136, 139, 145, 147, 148, 151, 152, 173, 209, 210, 211, 213, 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233

Amazônia 4, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 62, 110, 120, 167, 209, 234

### B

Biosólidos 7, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Bombeamento 8, 223, 224, 227

### C

Colheita 9, 15, 16, 19, 36, 139

Contabilidade rural 76, 79, 80

Controle biológico 3, 4, 111, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 228, 230, 232, 233, 235

Crédito rural 5, 6, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Culturas 9, 13, 14, 16, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 46, 47, 57, 58, 65, 77, 78, 112, 115, 116, 126, 127, 128, 130, 211, 224

### D

Dengue 228, 229, 230, 233, 234, 235, 236

Desempenho 16, 18, 39, 65, 174, 176, 180, 209, 210, 211, 221

Desenvolvimento sustentável 7, 10, 19, 40, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Diversidade biológica 229

## E

Eficiência econômica 29

Efluentes industriais 158, 159

Embalagens 144, 145, 148, 150

Energia fotovoltaica 182, 184

Espécies 9, 10, 12, 13, 14, 18, 42, 51, 60, 61, 78, 79, 103, 111, 112, 114, 115, 116, 145, 146, 229, 230, 231, 232, 233

## F

Fungos entomopatogênicos 110, 111, 112, 113, 114, 116, 119

## G

Geoprocessamento 41, 43, 48, 54, 58

Gestão 7, 3, 6, 40, 62, 106, 109, 131, 135, 172, 180, 181, 190

## I

ILPF 41, 42, 43, 44, 45, 48, 53, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74

Impacto ambiental 32, 138, 144

Indicadores 2, 3, 7, 19, 23, 26, 27, 50, 64, 65, 66, 73, 74, 95, 167, 170, 171, 173, 174, 175, 180, 183

Inflação 167, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 180

Inseto-praga 121

## M

Manejo 5, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 43, 51, 62, 64, 66, 73, 74, 77, 79, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 125, 127, 128, 130, 131, 133, 137, 138, 139, 157, 182, 183, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 207, 211, 221, 232, 235, 237

Meteorológico 210

Método alternativo 228

## N

Nanotecnologia 6, 7, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Nanotecnologia ambiental 135

## P

Plantas 4, 5, 14, 15, 16, 18, 62, 65, 67, 76, 78, 79, 81, 84, 91, 92, 113, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 157, 160, 204, 210, 218, 222, 232

Polímero repelente 144, 145

Produção 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 51, 66, 71, 72, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 150, 151, 152, 171, 172, 174, 175, 179, 181, 211, 221, 222

Productores 5, 2, 5, 6, 19, 22, 26, 30, 32, 34, 37, 39, 41, 43, 64, 65, 66, 70, 73, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 116, 120, 122, 139, 150, 156, 169, 173, 175, 180, 200

## Q

Qualidade 64, 74

## R

Recursos hídricos 51, 52, 182, 190, 222, 223

Regressão linear 7, 167, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180

Remediation 143, 159, 166

Roda d'água 223, 224, 225, 226, 227

## S

Segurança alimentar 1, 2, 3, 5, 7, 9, 18, 19, 137

Silvipastoril 5, 43, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Sistema agroflorestal 4, 8, 9, 14, 16, 17, 18, 19, 66, 67

Solo 4, 9, 12, 13, 16, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 85, 95, 96, 102, 120, 121, 122, 127, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 164, 173, 204, 209, 210, 211, 218

Suelos contaminados 158, 159, 160, 164, 165

Sustentabilidade 3, 3, 14, 17, 29, 30, 33, 38, 40, 43, 76, 77, 78, 86, 115, 116, 125, 127, 135, 136, 144, 156, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 181, 232

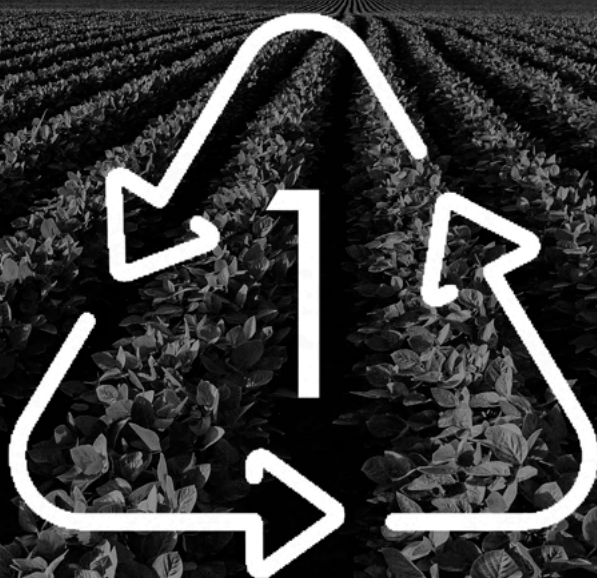
Sustentável 7, 9, 10, 19, 30, 36, 40, 61, 64, 65, 74, 76, 78, 84, 85, 108, 121, 123, 127, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 156, 157, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 190

## V

Vegetação 4, 13, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 210, 232

Viabilidade 4, 5, 10, 19, 29, 30, 35, 36, 38, 76, 77, 79, 80, 81, 85, 86, 104, 106, 113, 114, 172, 213

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
Ano 2021



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)