

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Luiz Alberto Melo de Souza  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Luiz Alberto Melo de Souza  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

3

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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 Alfenas



## Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 3

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Luiz Alberto Melo De Sousa  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

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

162      Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Luiz Alberto Melo De Sousa, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0454-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.545220208>

1. Ciências agrícolas. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Sousa, Luiz Alberto Melo De (Organizador). III. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

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

O processo que decorre sobre a investigação científica ocorre concomitantemente a necessidade de solucionar problemas e encontrar respostas para métodos que necessitam ser validados junto a fenômenos que requerem explicações assertivas e com bases sólidas. Desta forma, a importância do método científico está assegurada à uma constante carência de respostas e confirmações não sustentadas apenas pelo empirismo.

Existe uma grande necessidade de soluções que possam solucionar a demanda por alimentos, criada com o crescente aumento populacional. Uma das principais preocupações para os próximos anos será aumentar a produtividade sem aumentar o espaço produzido, tornando a agricultura mais sustentável e isto será fruto de investigações científicas, por exemplo.

Por isso, é inevitável notar que grandes são os desafios para tornar a agricultura mais pujante e eficaz, respeitando o meio ambiente e conseguindo suprir as demandas da sociedade. Para isso, há muito tempo pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de colaborar para o aprimoramento das atividades agrícolas, em busca de um equilíbrio constante entre os elos.

Desta forma, nota-se a importância do questionamento dentro do processo investigativo. As respostas obtidas através destes métodos são de suma importância, pois, muitas vezes, acabam por derivar elucidações significativas para as demandas existentes.

Portanto, a presente obra traz em sua composição pesquisas inovadoras com o intuito de difundir ideias relevantes para o cenário agrícola mundial, com informações de considerável valor para leitores, no que se refere a inovações tecnológicas e outros assuntos.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Luiz Alberto Melo De Sousa

Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ÁCIDOS ORGÂNICOS PARA MELHORAR A GERMINAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA *Fusarium* sp**


Yareni Anaya Flores  
Jesus Magallon Alcazar  
Mariana Corona Márquez  
Jessica Guadalupe Zepeda García  
Gabriela Espinoza Gálvez  
Isaac Zepeda Jazo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202081>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **ACTIVIDAD ANTAGÓNICA *IN VITRO* DE UN AISLADO DE *Bacillus subtilis* CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS**


Paul Edgardo Regalado-Infante  
Norma Gabriela Rojas- Avelizapa  
Rosalía Núñez Pastrana  
Daniel Tapia Maruri  
Gabriela Lucero Cuatra Xicalhua  
Régulo Carlos Llarena Hernandez  
Luz Irene Rojas-Avelizapa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202082>

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### **ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE POLIEXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES EN BACTERIAS ASOCIADAS A INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS)**

Rosa Iris Mayo Tadeo  
Mónica Espinoza Rojo  
Javier Jiménez Hernández  
Flaviano Godinez Jaimes  
Agustín Damián Nava  
Dolores Vargas Álvarez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202083>

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **CAMBIOS EN LA FERTILIDAD DEL SUELO POR EFECTO DE MONOCULTIVOS EN UN SUELO REGOSOL**

Alejandro Otlica Rosario  
Antonio Elvira Espinosa  
José Felipe Fausto Juárez Cadena  
Adriana Moreno Crispín  
Juan Contreras Ramos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202084>

**CAPÍTULO 5..... 46**

CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS QUE INTEGRAN LA RED DE MERCADOS AGROECOLÓGICOS CAMPESINOS DEL VALLE DEL CAUCA – REDMAC

Carlos Arturo Aristizábal-Rodríguez

Diego Iván Ángel Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202085>


**CAPÍTULO 6..... 51**

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LABORES AGRÍCOLAS MECANIZADAS ENTRE AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y MANEJO CONVENCIONAL EN GRANJAS DE TOLIMA Y HUILA

Juan José Ortiz-Rodríguez

Juan Gonzalo Ardila-Marin

Diana Carolina Polania-Montiel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202086>

**CAPÍTULO 7..... 68**

COMPORTAMIENTO ESTRAL EN CABRAS ANÉSTRICAS ALOJADAS INDIVIDUALMENTE O EN GRUPO DURANTE EL PRIMER CONTACTO CON EL MACHO FOTO-ESTIMULADO EN MARZO

Fernández García., I. G.

González Romero., F. J.

Sifuentes Meléndez., L. A.

Duarte Moreno., G.

Ulloa Arvizu., R.

Fitz Rodríguez., G.

Martínez Alfaro., J. C.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202087>

**CAPÍTULO 8..... 71**

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE HOJAS DE *Thitonia diversifolia*

Carlos Augusto Martínez Mamian

Sandra Lorena López Quintero

Ximena Andrea Ruiz Erazo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202088>

**CAPÍTULO 9..... 82**

EFFICIENCY EVALUATION OF DIFFERENT COAGULANT AGENTS ASSOCIATED WITH A DIRECT FILTRATION SYSTEM IN WATER TREATMENT

Higor Aparecido Nunes de Oliveira

Edilaine Regina Pereira

Mariana Fernandes Alves

Dandley Vizibelli

Fellipe Jhordã Ladeia Janz

Julio Cesar Angelo Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202089>

**CAPÍTULO 10..... 90**

EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN XY EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS Y SU EFECTO EN LA GANANCIA DE MASA MUSCULAR

Ávila-Cisneros; R.

González-Avalos; R.

Castro-Aguilar; C.

Rocha-Quifiones; J.L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020810>

**CAPÍTULO 11 ..... 99**

ESTUDIO GENÓMICO COMPARATIVO DE CEPAS ATENUADA Y VIRULENTE DE *Babesia bigemina*

Bernardo Sachman Ruiz

Luis Lozano Aguirre

José Juan Lira Amaya


Rebeca Montserrat Santamaría Espinosa

Grecia Martínez García

Jesús Antonio Álvarez Martínez

Carmen Rojas Martínez

Julio Vicente Figueroa Millán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020811>

**CAPÍTULO 12..... 111**

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y DETERMINACIÓN DE LA EDAD A LA PUBERTAD DE MACHOS Y HEMBRAS DE YAQUE (*Leirius marmoratus*) BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Eduardo Castillo-Losada

Nubia Estella Cruz-Casallas

Tatiana María Mira-López

Juan Antonio Ramírez-Merlano

Víctor Mauricio Medina-Robles

Pablo Emilio Cruz-Casallas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020812>

**CAPÍTULO 13..... 133**

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HARINA OBTENIDA DE LA TORTA RESIDUAL DE SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L.) PARA SU POTENCIAL USO EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Leidy Andrea Carreño Castaño

Cristian Giovanni Palencia Blanco

Mónica María Pacheco Valderrama

Ana Milena Salazar Beleño

Héctor Julio Paz Díaz


Dally Esperanza Gáfaró Álvarez

Miguel Arturo Lozada Valero

Sandra Milena Montesino Rincón

Olga Cecilia Alarcón Vesga

Seidy Julieth Prada Miranda  
Adriana Patricia Casado Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020813>

**CAPÍTULO 14..... 147**

**IDENTIFICACION BIOQUÍMICA Y MOLECULAR DE BACTERIAS DE IMPORTANCIA EN SUELOS AGRÍCOLAS**


Martha Lidya Salgado-Siclán  
Guadalupe Milagros Muzquiz Aguilar  
Ma. Magdalena Salgado- Siclán  
Ana Tarín Gutiérrez-Ibañez  
José Francisco Ramírez-Dávila  
Martín Rubí Arriaga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020814>

**CAPÍTULO 15..... 159**

**MORFOFISIOLOGIA DE FEIJÃO-MUNGO EM RESPOSTA À SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**


Antônio Aécio de Carvalho Bezerra  
Romário Martins da Costa  
Marcos Renan Lima Leite  
Sâmia dos Santos Matos  
José Valdenor da Silva Júnior  
Kathully Karoline Brito Torres  
Francisco Reinaldo Rodrigues Leal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020815>

**CAPÍTULO 16..... 171**

**PERSPECTIVAS DEL CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CULTIVO DE CHILE**


Omar Jiménez-Pérez  
Gabriel Gallegos-Morales  
Juan Manuel Sanchez-Yañez  
Miriam Desiree Dávila-Medina  
Francisco Castillo-Reyes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020816>

**CAPÍTULO 17..... 190**

**RETOS DE INNOVACIÓN EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA**

Jaime Vente Garces  
Derly Tatiana Marin Tosne  
Damar Daniela Valencia Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020817>

**CAPÍTULO 18..... 204**

**REVISÃO: BIOINSUMOS NA CULTURA DA SOJA**

Luiz Alberto Melo de Sousa

Fernando Freitas Pinto Junior  
Janine Quadros Castro  
Fabiola Luzia de Sousa Silva  
Karolline Rosa Cutrim Silva  
João Lucas Xavier Azevedo  
Igor Alves da Silva  
Maria Raysse Teixeira  
Lidia Ferreira Moraes  
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020818>

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>219</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>220</b>

## COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LABORES AGRÍCOLAS MECANIZADAS ENTRE AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y MANEJO CONVENCIONAL EN GRANJAS DE TOLIMA Y HUILA

*Data de aceite:* 19/07/2022

### Juan José Ortiz-Rodríguez

Ingeniero Agrícola, Universidad Surcolombiana. Ingeniero de apoyo a proyectos de ingeniería, FUNDISPRO  
Neiva, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0001-7227-1553>

### Juan Gonzalo Ardila-Marin

Magíster en Gestión Energética Industrial, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM. Docente de Planta, Universidad Surcolombiana – USCO  
Neiva, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0003-4461-7195>

### Diana Carolina Polania-Montiel

Magíster en Geomática, Universidad Nacional de Colombia – UN. Docente de Planta, Universidad Surcolombiana – USCO  
Neiva, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0001-5306-6431>

**RESUMEN:** Los agricultores colombianos, especialmente los pequeños y medianos, se encuentran rezagados en implementación de tecnologías, muchos desconocen la agricultura de precisión. El objetivo de este proyecto fue fomentar la implementación de buenas prácticas agrícolas, enfocadas en la mecanización agrícola con equipos de agricultura de precisión (Agricultural Management Solutions – AMS®), a través de la comparación en el rendimiento en el uso de maquinaria de forma convencional contra el uso de nuevas tecnologías para el beneficio

agronómico, económico, y ambiental. Gracias al apoyo de CasaToro S.A. (Ibagué), con su línea agrícola John Deere®, fue posible implementar los equipos StarFire TM6000®, Monitores 4240®, Auto Track 200® JDLink® en Tractores 6110M®, 6175M® y 6603® y cosechadoras 6300® Mecánica y 1175® Hidro, y el uso del software T3RRA CUTTA® y la JDLink Mobile APP®; se realizaron pruebas en campo y para el tratamiento de los datos recolectados se utilizó el software SISVAR®, encontrando diferencias significativas en el trazado de curvas de nivel con ahorros de hasta el 30% del tiempo necesario, y en la labranza con rastra de hasta el 13% de rendimiento en ha<sup>-1</sup>; en las pérdidas de grano en las cosechadoras se obtuvo 336 kg ha<sup>-1</sup> y 600 kg ha<sup>-1</sup> en la Mecánica, contra 288 kg ha<sup>-1</sup> y 560 kg ha<sup>-1</sup> para la Hidro, en plataforma y en zaranda, respectivamente, aunque se determinó que las diferencias no eran significativas. Se concluyó que, en Tolima y Huila, con extensas áreas de producción agrícola, la implementación de AMS® puede mejorar rendimientos y disminuir costos.

**PALABRAS CLAVE:** Producción agrícola; Mecanización agrícola; Agricultural Management Solutions (AMS).

## 1 | INTRODUCCIÓN

La agricultura al ser la principal fuente de producción de alimento en el mundo, necesita contar con nuevas tecnologías que ayuden con los procesos de producción, antes, durante y después de la cosecha, la agricultura de precisión ha demostrado ser de mucha ayuda en

el manejo y uso adecuados de los suelos y los cultivos establecidos en el, teniendo presente la variabilidad presente en el mismo, esto gracias a que agricultura de precisión (AP) involucra tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, satélites e imágenes aéreas junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones (Díaz & Pérez, 2007; Marote L, 2010; Castellanos & Perez Morales, 2016). La literatura ha hecho énfasis en los amplios beneficios de la AP, desde el punto de vista económico como medioambiental (Zhang, et al., 2002).

Cuando se incentive la aplicación de la Agricultura de Precisión y se generalice a los principales cultivos del país sembrados en grandes extensiones de tierra, los cuales requieren de labores mecanizadas, se lograrán ahorros importantes a la economía y se reducirán las afectaciones medioambientales, al controlar el uso de fertilizantes químicos y limitarlos sólo a aquellas zonas en que por su carencia sea necesaria su aplicación (Quevedo, et al., 2006), a su vez aplicando una cantidad exacta de fertilizantes los rendimientos de los cultivos pueden duplicarse o más aun triplicarse (FAO, 2002), teniendo en cuenta que estamos sujetos al cambio climático con posibles efectos negativos sobre los cultivos en algunas regiones (Wheeler & Von Braun, 2013). Los estudios frente a la adopción de AP resaltan que, si se pretende generar altos ingresos con estas tecnologías, se debe implementar en grandes extensiones de área (Cullen, et al., 2013), esto manifiesta la capacidad de adaptarse a algunos riesgos en la inversión de tecnologías más nuevas y grandes (Paustian & Theuvsen, 2017).

En los departamentos del Huila, Tolima, Caquetá y Putumayo, los estudios realizados con agricultura de precisión son muy pocos y no se encuentran registro de ellos, y por lo tanto no es muy implementada, estos departamentos por su gran producción agropecuaria son potenciales usuarios de estas tecnologías. Actualmente el Sena tiene en su oferta académica, carreras técnicas como agricultura de precisión y mecanización agrícola (SENA, 2020), lo cual ayudaría a la implementación de estas tecnologías en el agro en estos departamentos, otras entidades privadas como CasaToro S.A., Jhon Deere y Fomenta, se encuentran de lleno trabajando en la aplicación de estas nuevas tecnologías, dictando cursos de mantenimiento, calibración y operación de estos equipos a personas que se encontrarán en constante contacto, para lo cual deben tener un conocimiento amplio de su funcionamiento. Al implementar esta nueva forma de agricultura el operador tendrá que aumentar su conocimiento cultural, científico y técnico, con el propósito de realizar una buena manipulación de estas modernas técnicas altamente sensibles (Quevedo, et al., 2006).

Los estudios sobre la adopción de AP enfatizan que los adoptantes tienden a operar un área agrícola más grande y posteriormente generan un ingreso más alto. Por otro lado, los efectos que tiene la maquinaria sobre el medio ambiente no han sido los mejores, las máquinas son las unidades energéticas para el trabajo agrícola, estas producen un impacto negativo sobre el entorno ambiental sobre los suelos, las aguas y la atmósfera

(Hunt, 1983), con la implementación de equipos AP, se pretende optimizar el uso de los recursos naturales, bajar costo de producción, disminuir la contaminación ambiental, la degradación de los suelos agrícolas y aumentar la producción, disminuyendo la utilización de plaguicidas y fertilizantes en la actividad agrícola para obtener una disminución en la contaminación de suelos y fundamentalmente del agua, tanto superficial (ríos, lagos) como subterránea (acuíferos) (Martino, et al, 2009).

El proceso de transición de labranza convencional con máquinas cien por ciento mecánicas a máquinas con tecnología es complejo, ya que la mayoría de los operarios son personas de edad y algunos son reacios a estas tecnologías, con demostraciones en campo, capacitaciones se podrá disminuir ese sentimiento de escepticismo por parte de los operarios respecto a los avances tecnológicos, como el piloto automático y otros equipos AP y Agricultural Management Solution (AMS). En lo que respecta a la edad del agricultor, los agricultores jóvenes tienen una mayor capacidad para decodificar nueva información y buscar la herramienta adecuada para apoyar la producción (Barnes, y otros, 2019) por ende se necesitan personas con los conocimientos necesarios, la capacidad de transmitir esta información e incentivar a las personas directamente involucradas con la producción, se podría obtener un agro vanguardista con una agricultura moderna. En este sentido, la aplicación de AP puede mejorar la sostenibilidad y la competitividad de la agricultura colombiana, teniendo un plus frente al mercado internacional.

En la presente experiencia, durante 6 meses, se realizaron pruebas, demostraciones y capacitaciones a operadores con equipos de agricultura de precisión, se seleccionaron algunas granjas específicas que contaban con maquinaria adecuada y tiempo suficiente para la realización de estas actividades que se detallan en las Tablas 1 y 2.

1	Instalación de Autotrack 200, Monitor 4240 y JDLink (Agrícola Fonseca)
2	Proceso de levantamiento con equipos de AMS (Agrícola Fonseca)
3	Instalación de equipos de nivelación iGrade (Hacienda Pajonales)
4	Instalación de equipos de control de flota Auteq 3200 (Hacienda Pajonales)
5	Capacitación a operadores en operación Auteq 3200 (Hacienda Pajonales)
6	Instalación Autotrack hidráulico (Espinal)

Tabla 1. Actividades realizadas

1	Curvas de nivel con equipos AMS Vs curvas de nivel convencional
2	Labranza con rastra con equipos AMS Vs labranza convencional
3	Perdidas de semilla en siembra con AMS Vs siembra convencional
4	Pruebas de pérdidas de cosechadoras John Deere 1175 Hydro y 6300 Mecánica (Purificación)

Tabla 2. Pruebas realizadas



## 2 | METODOLOGÍA

### 2.1 Instalación de Autotrack 200, Monitor 4240 y JDLink (Agrícola Fonseca)

Se viaja hasta el municipio Puerto Boyacá, que se encuentra a 4 horas aproximadamente de la ciudad de Ibagué. Una vez allí se desplaza hasta una vereda del municipio de Puerto Boyacá, donde será el lugar de trabajo.

Una vez en el sitio, se consiguió acomodación ya que la estancia en la vereda sería poco más de una semana, el proceso de instalación se realizó en dos días, en el primero se preparó el tractor en el cual se instalaron todos los equipos, ese mismo día se desmontó parte de la cabina para poder trabajar mejor y se alistaron todos los equipos, herramientas y demás elementos necesarios para la instalación. Al día siguiente, se comenzó con las instalaciones:

#### 2.1.1 *Starfire6000 (receptor):*

Este equipo se debe instalar en la parte superior de la cabina, y centrado respecto a los ejes, esto se realiza con ayuda de un bastidor que se instala encima del tractor con dos tuercas, dos tornillos y algunos suplementos para darle altura y nivel al bastidor. Seguidamente se ajusta el soporte del StarFire6000 que se instala en el bastidor, este se ajusta en la parte central del mismo bastidor y del mismo tractor, finalizando este proceso, se procede al ajuste del StarFire6000 en su respectivo soporte. Este equipo funcionaría como receptor ya que recibirá la señal de otro StarFire6000 que estará como base.

#### 2.1.2 *StarFire6000 (emisor):*

Este equipo es configurado como base y fue el encargado de enviar la señal al StarFire6000 que se encuentra en el tractor. Para la configuración de este se debe conectar al tractor. Una vez conectado en el monitor se configura la señal del equipo como si fuera base de estudio rápido, ya que, si este equipo se estuviese moviendo, tendría que modificar su posición GPS, realizada esta acción, se monta el StarFire6000 en un trípode, su ubicación debe ser preferiblemente en una parte alta, donde se logre observar todo el terreno a trabajar, esto con el objetivo de que no haya obstáculos que puedan interferir con la señal y comunicación entre los equipos. Este StarFire6000 debe estar alimentado con una batería de corriente constante (12 Voltios), en este caso la alimentación se realizó con una batería de moto.

#### 2.1.3 *AutoTrack 200 o piloto automático:*

Para la instalación de este, se retira el volante original del tractor y se reemplaza por el nuevo equipo. Este se encaja con la caña del tractor y se ajustan las tuercas que se encuentran en el equipo, esto con el objetivo de que cuando el motor del AutoTrack 200 no

gire cuando este comience a funcionar, ya que se quiere que solo gire el volante y no todo el equipo.

#### *2.1.4 Monitor 4240:*

Es una pantalla de 8,4 pulgadas, esta se instala en la parte izquierda de la cabina, con antelación se realizó un soporte para el monitor, se hizo el montaje del soporte y el monitor con ayudas de unas mariposas que se encuentran en la parte trasera de los monitores.

#### *2.1.5 Arnés Universal:*

A este conjunto de cables se empalma el AutoTrack 200, Monitor 4240 y StarFire6000, estos se conectan entre sí para su correcto funcionamiento. La alimentación de estos equipos es obtenida de la batería del tractor, por lo tanto, el arnés es conectado desde la batería, este arnés pasa por un lado del motor conectándose una derivación al alternador, entra a la cabina por la parte inferior de la misma y dentro de la misma se reparten las conexiones de los equipos, para su posterior alimentación y funcionamiento.

#### *2.1.6 JDLink:*

Es una computadora que se instala dentro de la cabina, su ubicación no es exacta, por lo tanto, se puede montar en cualquier parte de esta, preferiblemente no muy visible. Este equipo es alimentado directamente de la batería, el cual se puede conectar al arnés universal o conectando directamente a una la batería junto al bloque de empalme del suiche del tractor.

Todas estas instalaciones se realizaron en un tractor 6603 de 125 HP.

## **2.2 Proceso de levantamiento con equipos de AMS (Agrícola Fonseca)**

Finalizado el proceso de instalación de los equipos de precisión se realizó a una breve explicación al operario de cómo se deben operar los quipos, principalmente el monitor 4240 y el AutoTrack 200, como se describe a continuación:

Para el inicial el levantamiento del terreno se debe configurar en el monitor y seleccionar la función de campos y contornos, allí se comenzará a delimitar el lote, el tractor debe ir por todo el límite del lote grabando todo su recorrido, para finalizar el límite, el tractor debe llegar donde comenzó a realizar el recorrido para que los equipos cierren el área. Una vez hecho el límite se hace el levantamiento del terreno, para este acción se debe configurar en "labor a realizar", allí se selecciona la actividad de levantamiento y se procede inicialmente a recorrer el lote de extremo a extremo, antes de realizar este recorrido se selecciona "iniciar trazada" allí se tomarán dos puntos, uno inicial, el cual será uno de los extremos del lote y el punto final será el otro extremo del lote y se trazará

una línea recta entre estos puntos y aparecerán varias líneas a una distancia determinada por nosotros, el tractor debe recorrer todas estas líneas marcadas en el monitor, ya que mientras las recorreré los equipos van tomando punto de altimetría en todo el lote.

Finalizado los procesos de levantamiento, se extrae la información del lote en una USB para la transformación de los puntos de altimetría tomados en un mapa de elevación, esto se realiza mediante el programa T3RRA design (T3D), hecho el mapa de levantamiento se realizan las curvas de nivel de acuerdo con la topografía del terreno, la distancias entre las curvas o las pendientes, puede ser modificada y así determinar el mejor diseño de curvas.

En casos donde los lotes no son uniformes, se puede realizar el diseño de las curvas, dividiendo el lote en sub-lotes y así hacer diferentes diseños dentro del mismo lote para un mejor manejo del recurso hídrico.

Realizado el diseño de las curvas de nivel se introducen en un USB y la misma se ingresa en el monitor para extraer la información, hecho este pasó, se desplaza hasta el lote, se seleccionan las curvas de nivel y se procede a la realización de estas en el lote con ayuda de la Taipa

### **2.3 Instalación de equipos de nivelación iGrade (Hacienda Pajonales)**

Se instalan 4 equipos de nivelación John Deere iGrade, estos equipos se instalan en los 4 tractores 6110M, dos equipos nuevos y otros dos equipos que estaban en la hacienda.

Inicialmente se mandaron hacer 2 soportes para monitor y 2 soportes de suiche para los nuevos equipos, estos se construyeron en el taller de la misma hacienda con las especificaciones dadas, en el montaje de estos soportes de pantalla se retira la tapa plástica del soporte lateral de la cabina, a la tapa retirada se le abre un agujero para montar un tornillo que servirá como seguridad al soporte, se monta nuevamente la cobertura plástica con el tornillo y el soporte, para posteriormente realizar el montaje de la Tablet.

El montaje de los suiches se realizó en la parte lateral del asiento del conductor debajo del apoyabrazos, para que este quedará al alcance del operador sin necesidad de realizar demasiados movimientos.

Para la instalación de los arnés, se desmonta la cubierta del control de mandos que se encuentra en la parte derecha del operador, también se retira la tapa que cubre el bloque de empalme de los fusibles, allí en esa parte se retira un tapón en el cual se introduce el arnés que controla el movimiento de la pala, una vez conectados los arnés y montados los soportes de conexiones que se instalan en la parte trasera, se procede a la conexión de los equipos, suiche, Tablet, y bloque de empalme que se encuentra en la parte trasera del asiento del operador, de allí es donde se toma la energía que alimenta estos equipos y envía la información desde la Tablet hasta el sistema hidráulico del tractor para que este realice su trabajo.

## 2.4 Instalación de equipos de control de flota Auteq 3200 (Hacienda Pajonales)

Los equipos de control de flota se instalaron en toda la nueva flota adquirida por la hacienda los cuales fueron 7 tractores 5055E, 2 tractores 5090J, 4 tractores 6110M y 5 tractores 6175M, la instalación de estos se realizó con el objetivo de automatizar la flota, control de actividades y eficiencia del operador.

El control de flota cuenta con un monitor (PC) Auteq 3200, antenas GPS, GRPS y SIM, con su respectivo arnés de alimentación, el cual se conecta de la batería y del alternador para tomar información respecto a las revoluciones del motor, todo esto conectado por medio inalámbrico a una plataforma GF Explore.

En los tractores 5055E, se destapó el capó para trabajar más cómodo, la conexión del mando de cables de alimentación se realizó directamente de la batería, este mismo arnés o mando de cables se distribuyó desde la parte delantera del tractor, donde se encuentra la batería hasta la parte trasera del asiento del conductor, en la trayectoria del arnés se divide un cable el cual se conecta al alternador. Para el montaje del Auteq3200 se les pidió el favor a los de taller que realizaron unas láminas en forma de L como soporte, el cual estaría ubicado en la parte derecha del soporte lateral del techo, para protegerlo de la lluvia, terminado el montaje del soporte, se instaló el equipo en el soporte para su conexión con el arnés de alimentación y posterior montaje de una alarma en la parte de abajo del asiento del conductor, esta alarma servirá como aviso cuando el operario este realizando alguna actividad mal. A los tractores 5090J se les realizó el mismo procedimiento para la instalación del equipo de control de flota.

Para los tractores 6110M y 6175M los cuales con cabinados, el montaje el Auteq 3200 fue diferente y un poco más fácil, ya que se instaló en la parte inferior del monitor 4600 que se encuentran instalados desde fábrica en los tractores. Para la instalación se elevó el capó del tractor para trabajar más cómodo, se realizó la conexión del arnés de alimentación a la batería y al alternador, el arnés se distribuyó desde la batería hasta la parte inferior de la cabina, en la cual pasaron el arnés por unos agujeros que se encontraban allí, hasta sacar una parte del arnés por la parte de adelante del volante y otra por el tapete. Los cables que se sacaron por la parte delantera del volante son los que conectan con la alarma y los cables de salieron por el tapete se conectan a la Auteq 3200. Este procedimiento se les realizó a todos los tractores cabinados 6110M y 6175M.

Para lo referente a la plataforma GF Exploret, allí se realizó toda la parametrización de las activadas que realizarán cada uno de los tractores, operadores, implementos, tiempos de actividades y área donde realizarán el trabajo. Esta actividad se realizó en dos semanas en los computadores de Pajonales, ya que son los encargados de manejar las plataformas y permisos de los equipos. Terminada la parametrización en la plataforma se procede a la actualización y configuración de los equipos Auteq 3200, estas actividades se realizan directamente desde la plataforma GF Exploret, con ayuda de cables de comunicación

se configura el equipo con toda la información ingresada en la plataforma y el cable de configuración se encarga de la actualización de los Auteq 3200.

Actualizados y configurados los equipos se montan en sus respectivos tractores, ya que cada tractor tiene sus actividades configuradas con su respectivo operario.

## **2.5 Capacitación a operadores en operación Auteq 3200 (Hacienda Pajonales)**

Debido a la pandemia se realizaron tres capacitaciones con sus respectivos protocolos de bioseguridad y distanciamiento social. Las capacitaciones se realizaron en grupos de 7, 6 y 5 respectivamente, los primeros operarios de tractores 5055E, luego 5090E y 6110M por último los operarios de 6175M, ya que cada máquina realizará actividades y operaciones diferentes.

En las capacitaciones se les informó temas como:

- Reconocimiento del equipo Auteq 3200.
- Cómo introducir la información principal al equipo tales como: nombre del operador, actividad a realizar, labor a realizar e implemento a usar.
- Se les informó que cada vez que realicen un cambio de labor o actividad deben ingresar esa información en el equipo, de lo contrario seguirá registrando todo el día como si solo estuviera haciendo una labor.
- Información básica de los parámetros de cada labor, como tiempo de espera, revoluciones del motor y velocidad de cada labor, ya que cada una tendrá parámetros de operación diferentes.

## **2.6 Instalación Autotrack hidráulico (Espinal)**

En el municipio de Espinal en el Tolima, se instaló el primer Piloto automático hidráulico de la región, según especificaciones de fábrica, estos pilotos no son compatibles con tractores con circuito hidráulico cerrado, para la instalación de piloto automático se realizó una serie de modificaciones e intervenciones al sistema hidráulico del tractor para poder realizar la instalación de este sistema de guiado en un John Deere 6125E, el cual cuenta con circuito hidráulico abierto.

Para lograr que este sistema de guiado funcionará, se intervino el sistema hidráulico desde el depósito principal, hasta cada uno de los depósitos de aceite hidráulico en los ejes, conectando todos estos directamente con la electroválvula ubicada en la parte trasera, a un lado de las válvulas de mando a distancia VDM, esto con ayuda de manguera hidráulica de alta precisión y racores de 1", ½" y ¾" para las conexiones. Esta actividad de instalación se realizó con ayuda de un técnico encargado que labora en la empresa Casatoro SA, este procedimiento de instalación hidráulica duro 2 días, esto debido al inconveniente a la hora de encontrar mangueras hidráulicas, racores, uniones y T necesarias para la instalación en el municipio. Culminada la actividad hidráulica se procedió a montaje e instalaciones eléctricas, arneses con su respectivo volante Autotrack. Se encendió el tractor para verificar

el reconocimiento del Autotrack en el monitor y su conexión.

### 3 | RESULTADOS

#### 3.1 Curvas de nivel con equipos AMS Vs curvas de nivel convencional

El tiempo de realización de las curvas de nivel se disminuye hasta un treinta por ciento, dependiendo del micro relieve del terreno, temperatura y velocidad de operación del tractor a la hora de hacer las curvas, dichos tiempos se registran en las Tablas 3 y 4.

PRUEBAS CURVAS DE NIVEL						
CLIENTE	TIEMPO POR 5 HECTÁREAS (H/HA)					
	Banderillero			John Deere AMS		
Agrícola Fonseca	7	7	6.8	5	5	4.4
Hacienda Pajonales	6	5.5	6	4.7	4.4	4.5
El Espinal (Independiente)	6	5	5	5	4.6	4.5

Tabla 3. Hectáreas labradas por hora con banderillero vs Equipos de agricultura de precisión.

PRUEBAS CURVAS DE NIVEL			
CLIENTE	TEMPO POR 5 HECTÁREAS (H/HA)		
	PROMEDIO		% DE AHORRO EN TIEMPO
	Banderillero	John Deere AMS	
Agrícola Fonseca	6.9	4.8	30
Hacienda Pajonales	5.8	4.5	22
El Espinal (Independiente)	5,3	4.7	11

Tabla 4. Porcentaje de tiempo de ahorro utilizando equipos de agricultura de precisión.

De todas las pruebas, las que obtuvieron un mejor resultado respecto al rendimiento por hectárea fueron Agrícola Fonseca con un ahorro en tiempo del 30% utilizando los equipos de agricultura de precisión, seguidamente la Hacienda Pajonales con un 22% y por último el cliente del El Espinal con un 11%. Se observó una variación en los resultados obtenidos, estos pueden variar significativamente considerando el micro relieve de los lotes, si el terreno es muy quebrado, el rendimiento utilizando el banderillero, el porcentaje de error en la precisión de las curvas de nivel aumenta. Este 30% de ahorro en tiempo que se obtuvo en Agrícola Fonseca se refleja en la dificultad en el diseño de las curvas, ya que estas eran demasiado agresivas y en algunos casos el tractor realizaba un giro en 8 para retomar la curva y es tiempo que se pierde, debido a este inconveniente cuando se diseñaron las curvas se suavizaron de tal manera que las curvas muy cerradas quedarán aún más suaves y no se perdiera tiempo en la realización de maniobras extras para retomar la curva. Los resultados pueden apreciarse en la Imagen 1.



Imagen 1. Curvas de nivel realizadas con piloto automático en el municipio de Puerto Boyacá

En los terrenos de la Hacienda Pajonales y El Espinal (Independiente), la realización de las curvas no precisó de mucho esfuerzo, gracias a que el micro relieve de estos lotes poseía características homogéneas en todo el terreno, por ello las curvas eran un poco más suaves. Gracias al micro relieve de estos lotes el tiempo que se ahorró con el guiado automático disminuyó respecto al resultado obtenido en Agrícola Fonseca. El trazado en software puede apreciarse en la Imagen 2.

Analizados cada uno de los tiempos obtenidos por cliente, se observó que existen diferencias significativas en los clientes Agrícola Fonseca y Hacienda Pajonales, mientras que el cliente El Espinal (Independiente) no tiene diferencias significativas en los tiempos registrados, este resultado es reflejo del porcentaje de ahorro en tiempo, ya que el cliente con menor porcentaje de ahorro en tiempo es El Espinal (Independiente) y en este no se encuentra diferencias significativas. Este hecho puede deberse al micro relieve del terreno como se explicó anteriormente.

### **3.2 Labranza con rastra con equipos AMS Vs labranza convencional**

Las pruebas de rendimiento con piloto automático para la realización de labores de labranza primaria con arado de disco se llevaron a cabo en tres diferentes fincas, tratando de que el implemento usado para esta labor sea el mismo. El tiempo de la prueba fue de una hora, calculando el área labrada en ese mismo tiempo, usando piloto automático comprándolo con el área labrada sin piloto en ese mismo tiempo. Las Imágenes 3 y 4 permiten comparar el escenario con piloto automático y sin traslape y el escenario sin piloto automático y con traslape.

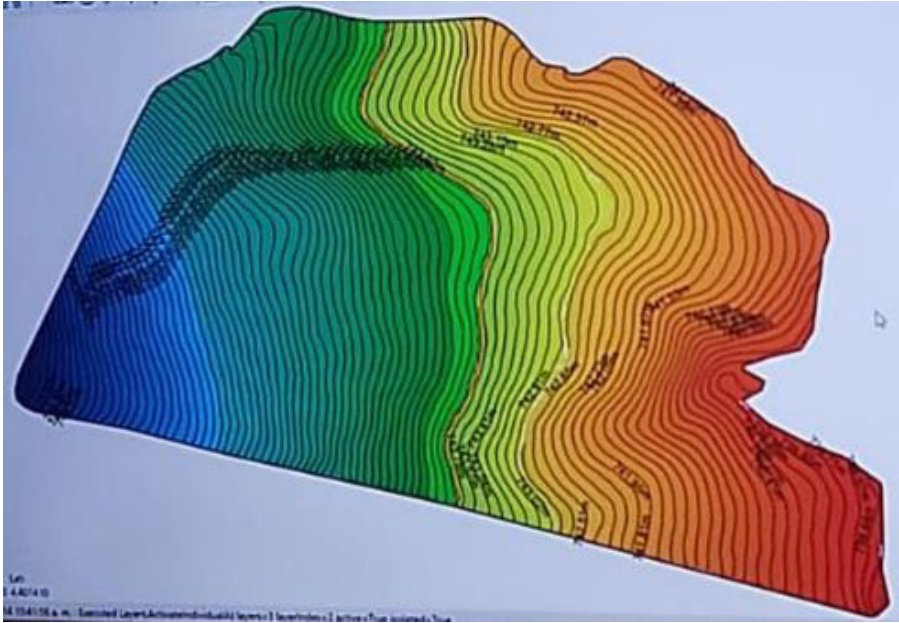


Imagen 2. Curvas de nivel del lote 112 en Hacienda Pajonales

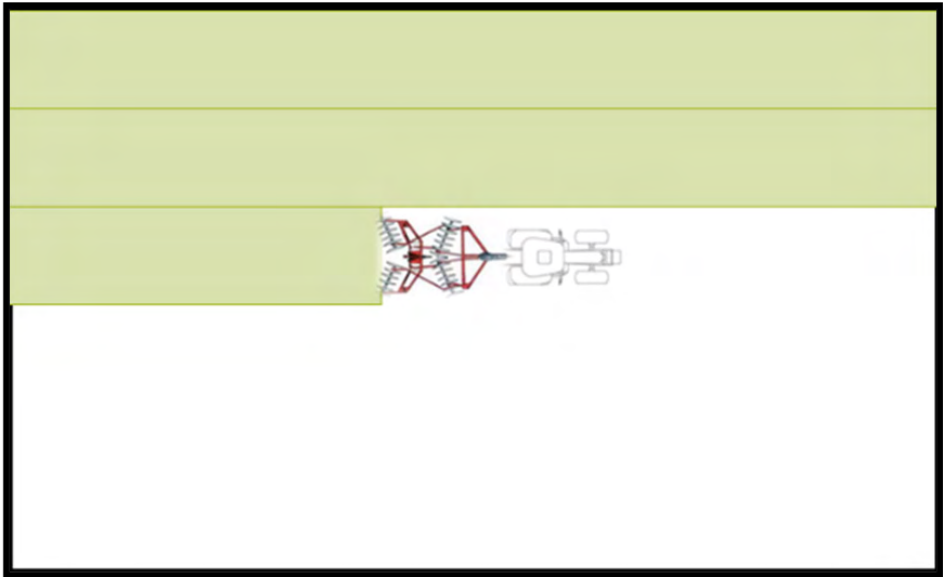


Imagen 3. Actividad de rastra con piloto automático y sin traslape



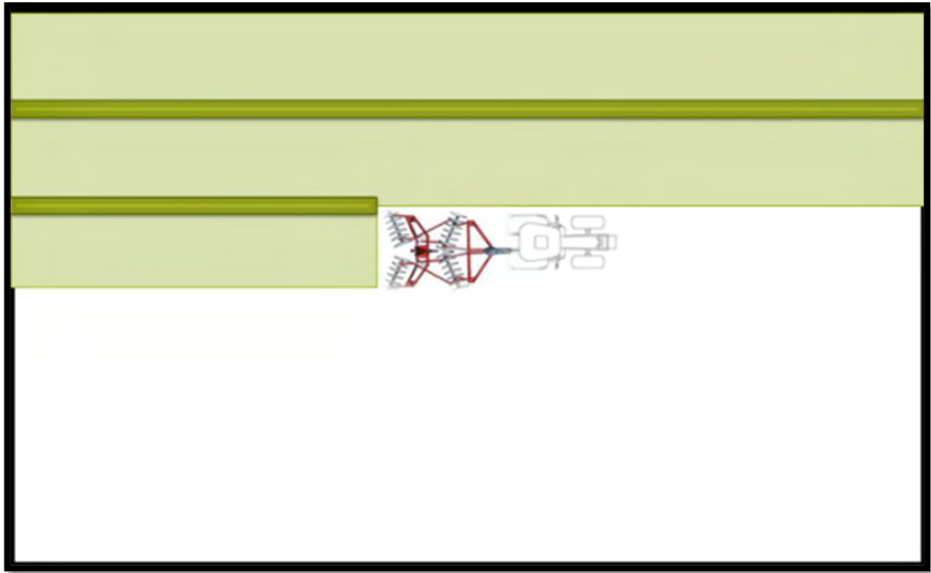


Imagen 4. Actividad con rastra sin piloto automático y traslape

En la Tabla 5 se encuentran los resultados arrojados en las pruebas de rastra con sus respectivos tiempos, implementando mecanización convencional comparando estos tiempos con los obtenidos aplicando agricultura de precisión. Se ejecutaron 6 pruebas por cada cliente, 3 sin Autotrack y 3 con Autotrack, para un total de 18 pruebas. Se evidenció el aumento de las hectáreas trabajadas implementando el guiado automático (AutoTrack), respecto al área trabajadas sin este.

PRUEBA DE LABRANZA CON RASTRA						
CLIENTE	RENDIMIENTO EN 1 HORA (HA/H)					
	Sin AutoTrack			Con AutoTrack		
Hacienda pajonales	2,2	2,3	2,2	2,5	2,5	2,7
Hacienda El Escobal	2,3	2,2	2,4	2,4	2,5	2,6
El Espinal (Independiente)	2	2,2	2,1	2,4	2,5	2,4

Tabla 5. Hectáreas labradas por hora sin AutoTrack Vs con AutoTrack

Los promedios de las tres pruebas realizadas con y sin guiado automático se reflejan en la Tabla 6, evidenciando un mayor rendimiento en área trabajada con el guiado automático, comparando las áreas trabajadas con y sin guiado, el cliente de El Espinal obtuvo un rendimiento de 13% de más en el área trabajada utilizando el guiado automático, seguido de la Hacienda Pajonales con 12% y, por último, la Hacienda El Escobal con el menor porcentaje de 6%.

PRUEBAS DE LABRANZA CON RASTRA			
CLIENTE	RENDIMIENTO EN 1 HORA (HA/H)		
	PROMEDIO		% DE RENDIMIENTO DE MAS CON AUTOTRACK
	Sin Autotrack	Con AutoTrack	
Hacienda Pajonales	2,2	2,5	12
Hacienda El Escobal	2,2	2,4	6
El Espinal (Independiente)	2,1	2,4	13

Tabla 6. Porcentaje de rendimiento de más utilizando AutoTrack

Se observó diferencias significativas en los clientes Hacienda Pajonales y Hacienda el Escobal, mientras que el cliente El Espinal (Independiente) no obtuvo diferencias significativas en las hectáreas registradas, este resultado es reflejo del porcentaje de rendimiento de más con AutoTrack, este cliente en las pruebas registró menos porcentaje de rendimiento respecto a los otros clientes.

### 3.3 Perdidas de semilla en siembra con AMS Vs siembra convencional

En esta prueba se tomaron las 588,23 líneas de siembra que se realizan en una hectárea, los operarios tradicionalmente remontan algunas líneas para no dejar espacios sin sembrar, en este caso se tomaron dos líneas de solape por cada pasada que se haga en campo, se calcula el número de líneas que el operador dejó de hacer por remontar, se determinan las pasadas necesarias para cubrir ese número de líneas que dejó de hacer el operador.

Para el cálculo de pérdidas de semilla se tomó el dato de peso por sucos 223,88 gr de la Tabla 16, en la determinación del tiempo de siembra por hectárea la velocidad de operación es de 7 km/h. Los resultados de estos cálculos se reportan en la Tabla 7.

CÁLCULO DE AHORRO DE SEMILLA		
	Sin Autotrack	Con AutoTrack
Número de líneas por ha	588,23	588,23
Líneas de Solape	2	0
Líneas de más a causa del solape	92	0
Pasadas de más a causa del solape	4	0
Pasadas totales	38	34
Tiempo de siembra por ha	0,66 h	0,59 h
Ahorro en tiempo	0	10%
Perdida de semilla	15,22 Kg	0 Kg

Tabla 7. Cálculo de ahorro de semilla sin AutoTrack Vs Con AutoTrack

En la Tabla 7 se aprecia que la pérdida de semilla es debido al solape que realizan

los operadores durante la labor, aumentando el número de pasadas en el lote, esto también aumenta el tiempo de siembra.

### 3.4 Pruebas de pérdidas de cosechadoras John Deere 1175 Hydro y 6300 Mecánica (Purificación)

Recolectados y separados los granos obtenidos mediante las pruebas de pérdidas por plataforma y zaranda, se pesan cada una de las muestras obtenidas y se realiza el cálculo de las pérdidas, este análisis se reporta en las Tablas 8 y 9.

PRUEBAS DE PÉRDIDAS PLATAFORMA DE CORTE						
Muestras	COSECHADORAS					
	1175 Hydro	6300 Mecánica	PERDIDAS POR M2		PERDIDAS POR Ha	
			1175 Hydro	6300 Mecánica	1175 Hydro	6300 Mecánica
1	10 gr	5 gr	40 gr	20 gr	160 kg	80 kg
2	18 gr	21 gr	72 gr	84 gr	288 kg	336 kg
3	11 gr	14 gr	44 gr	56 gr	176 kg	224 kg
4	4 gr	19 gr	16 gr	76 gr	64 kg	304 kg

Tabla 8. Pérdidas por plataforma de cada una de las cosechadoras.

PRUEBAS DE PÉRDIDAS ZARANDA						
Muestras	COSECHADORAS					
	1175 Hydro	6300 Mecánica	PERDIDAS POR M2		PERDIDAS POR Ha	
			1175 Hydro	6300 Mecánica	1175 Hydro	6300 Mecánica
1	4 gr	6 gr	16 gr	24 gr	160 kg	240 kg
2	14 gr	14 gr	56 gr	56 gr	560 kg	560 kg
3	10 gr	13 gr	40 gr	52 gr	400 kg	520 kg
4	9 gr	15 gr	36 gr	60 gr	360 kg	600 kg

Tabla 9. Pérdidas por zaranda de cada una de las cosechadoras.

La cosechadora John Deere 6300 Mecánica en las cuatro pruebas realizadas tanto en plataforma como zaranda, obtuvo más pérdida en comparación a la John Deere 1175 Hydro. La John Deere 6300 mecánica se obtuvo pérdidas máximas de 336 kg/ha por plataforma de corte y 600 kg/ha por zaranda, por su parte la John Deere 1175 Hydro obtuvo pérdidas máximas de 288 kg/ha por plataforma de corte y 560 kg/ha en zaranda.

Uno de los factores principales de las pérdidas en esta cosechadora es la mala calibración de la velocidad del ventilador en la limpieza, demasiado abertura en la zaranda, humedad excesiva del terreno, que influye considerablemente en estas pérdidas ya que

el atascamiento de esta cosechadora es bastante común, por lo que no cuentan con transmisión doble, por lo tanto el constante vaivén de dar reversa para tomar impulso y salir del atascamiento genera movimiento en las espigas de arroz, provocando el desprendimiento de los granos, de esta manera aumentado las pérdidas. Los modelos de las cosechadoras y las tecnologías en ellas inciden en el resultado de las pérdidas.

El resultado arrojado por el estudio estadístico muestra que tanto en las pérdidas por plataforma como en zaranda el valor P es mayor al valor Alpha, por lo tanto, se prueba la hipótesis nula aceptando que no existen diferencias significativas entre las pérdidas. Esto puede obedecer a la falta de datos adquiridos en la práctica por temas económicos de tiempo y disponibilidad de mano de obra para las pruebas, el análisis se basó en los valores máximos reportados anteriormente.

## 4 | CONCLUSIONES

- De acuerdo a todas las pruebas realizadas y los resultados obtenidos, se determina que la implementación de tecnología como la agricultura de precisión en el agro de Colombia es de vital importancia, si queremos que nuestros campesinos y productores agrícolas sean competitivos en cantidad, calidad y precio en los mercados internacionales que cada día son más exigentes, en los departamentos de Tolima, Huila, Putumayo y Caquetá que cuentan con extensas áreas de producción agrícola, la AP se muestra como una herramienta de mucha utilidad maximizando rendimientos, minimizando costos de producción en lugares en estos departamentos que pueden ser potencialmente viables.
- Mediante capacitaciones, demostraciones y pruebas en campo, los operadores captaron y asimilaron que la tecnología no suplirá la labor del operador completamente, por lo contrario que sin ellos estas labores no podrían ser posibles y por lo tanto es de suma importancia que se encuentren en la capacidad de operar estos equipos, ya que en un futuro será una extensión del tractor y herramienta fundamental para su trabajo.
- La disminución en consumo de combustible para 5 hectáreas implementando AP respecto a la agricultura convencional es de 30%, por lo tanto, el tiempo que el tractor estará encendido será menor y el tiempo de operación de cada actividad será menor, por lo que el tiempo del operador en el tractor y el desgaste de los implementos será menor, siendo así más eficientes, a su vez minimizando gastos. Lo que demuestra que la implementación de la AP es beneficioso económica y ambientalmente.
- Dentro del análisis de toda la información obtenida y suministrada se estableció una metodología para la implementación de AP en cultivos de mediana y grandes extensiones donde sea económicamente viable, para cultivos como arroz, maíz, forraje y caña de azúcar.
- De acuerdo con el objetivo principal planteado, es posible afirmar que la prác-

tica ha sido exitosa, ya que se logró fomentar la implementación de AP en algunos de los municipios de Tolima, se están haciendo prácticas en los otros departamentos con el mismo fin.

- En los resultados estadísticos realizados para las pruebas de porcentaje de ahorro en tiempo y porcentaje de rendimiento de más con autotrack, se observó que al menos un grupo no estaba dentro del promedio por lo tanto había diferencias significativas en estas pruebas y se aceptaba la hipótesis alterna, en la prueba de pérdidas de grano en las cosechadoras el P value es mayor al Alpha, por lo tanto, no existen diferencias significativas en esta prueba de pérdidas.

## LIMITACIONES

El manejo de los equipos en algunos casos fue lento ya que la edad avanzada de algunos operarios era limitante a la hora de captar la información suministrada, algunos de ellos nunca habían manejado uno un dispositivo táctil y les tomo tiempo familiarizarse con algunos de estos equipos, por otro lado la actitud de alguno operarios los cuales tenían la mentalidad de que estos equipos los iban a suplantar, por cual costo tiempo hacerles entender de que sin ellos estos equipos no funcionarían y estas labores no serían eficientes.

## REFERENCIAS

Barnes, A., Soto, I., Eory, V., Balafoutis, A., B, S., Vangeyte, J., Beck, B. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*, 163-174. doi: doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004

Castellamos, R. M., & Perez Morales, M. (2016). Analisis Critico Sobre La Conseptualización De La Agricultura De Precisión. *Ciencia en su PC*, 23-33.

Cullen, R., Forbes, S., & Group, R. (2013). Non-adoption of environmental innovations in wine growing. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41-48. doi: doi.org/10.1080/01140671.2012.744760

Díaz Rodríguez, N., & Pérez Guerrero, J. N. (2007). Metodología Para Evaluar El Impacto De Las Maquinas Agrícolas Sobre Los Recursos Naturales Del Medio Ambiente. *Revista Ciencia Holguín*, 3-4.

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture— a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 113-132. doi: doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1016/S0168-1699(02)00096-0.

Quevedo, H. I., Rodriguez, L. Y., Hernandez, A. P., & Freire, R. E. (2006). La Aplicación De La Agricultura De Precisión: Su Impacto Social. *Revista Científica Tecnicas Agropecuarias*, 44.

Marote L, M. (2010). Agricultura De Precisión. *Ciencia y Tecnología*, 143-166.

Martino, D., Methol, M., Oleaga, A., Pirelli, H., Rodríguez, L., & Vidal, L. (2009). Cambios En El Uso De La Tierra, Capitulo 2. En D. Martino, M. Methol, A. Oleaga, H. Pirelli, L. Rodríguez, & L. Vidal, Cambios En El Uso De La Tierra (págs. 56-117). Uruguay: Geo Uruguay.

FAO. (2002). Los Fertilizante y Su Uso. Paris: Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes (IFA).

Paustian, M., & Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agric*, 701-717. doi: doi.org/10.1007/s11119-016-9482-5

SENA. (1 de 5 de 2020). SenaSofiaPlus. Obtenido de <http://oferta.senasofiaplus.edu.co/sofia-oferta/>

Wheeler, T., & Von Braun, J. (2013). Impacto Del Cambio Climatico En La Seguridad Alimentaria Mundial. *Revista Science*, 508-513.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

A. chroococcum 147, 151, 152, 153, 154

Ácidos orgánicos 1

Actividad antagónica 8, 9, 13, 14, 18

Actividad antibacteriana 21, 23, 24, 25, 30, 32

Actividad antioxidante 21, 23, 29, 31

Agente biológico 205

Agricultura 2, 7, 10, 32, 34, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 59, 62, 65, 66, 72, 80, 81, 149, 157, 161, 185, 188, 191, 193, 200, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 216, 217

Agricultura de precisión 51, 52, 53, 59, 62, 65

Agricultura familiar 46, 47, 49, 50, 200

Agricultural Management Solutions (AMS) 51

Agroecología 43, 46, 47, 48, 49, 50

Alimentación alternativa 71

Alimentación de cerdos 90, 98

Análisis de correlación 90

Análisis microbiológico 134, 143

### B

*Babesia bigemina* 99, 100, 101, 105, 107, 108, 109, 110

*Bacillus* 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 30, 80, 137, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 158, 171, 179, 180, 181, 182, 185, 186, 187, 188, 189, 211, 213, 214, 216, 217

*Bacillus subtilis* 8, 9, 17, 18, 80, 147, 150, 156, 157, 158, 181, 182, 185, 213

Bacterias 2, 8, 9, 10, 13, 18, 21, 23, 25, 29, 30, 134, 142, 143, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 201

Bioestimulantes 205, 208, 209, 213, 217

Biofertilizantes 148, 157, 200, 205, 209, 214

Bioinsumos 204, 205, 206, 207, 211, 212, 214, 216, 217, 218, 219

*B.megaterium* 147

Botón de oro 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 81

*B.subtilis* 30, 147

### C

Cabras 68, 69, 70

Cabras anéstricas 68, 69, 70  
Cadena productiva 190, 192, 193, 195, 198, 199, 201, 203  
Caracterización 17, 32, 81, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 142, 146, 147, 157, 185, 186, 188, 190, 202  
Cautiverio 111, 112, 113, 126, 128, 129, 130  
Cepa atenuada 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107  
Cepas atenuada 99, 103, 104  
Cepa virulenta 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107  
Circuitos cortos de comercialización 46  
Coagulant agents 82  
Coagulantes 82, 83, 89  
Competitividad 53, 190, 191, 195, 198, 199, 201  
Comportamiento estral 68, 70  
Comportamiento productivo 71, 79  
Comportamiento reproductivo 111, 113, 116, 129  
Control biológico 10, 18, 157, 171, 179, 180, 188, 189  
Cultivo de chile 171, 172, 186  
Cultivos 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 52, 65, 159, 179, 193, 194, 195, 196, 199, 200, 201, 203, 214

## D

Defensivos agrícolas 204, 205

## E

Espectrofotometría 74, 134, 135, 140  
Estresse salino 159, 161, 163, 166, 167, 169  
Estudio genómico 99  
Evaluación fisicoquímica 133, 135, 144  
Extractos vegetales 21, 184, 189

## F

Familias 46, 47, 48, 49, 191, 203  
Feijão-mungo 159, 161, 163, 164, 165, 166, 167  
Fertilidad 34, 35, 38, 39, 43, 73, 148  
Fertilidad del suelo 34, 35, 38, 39, 43, 148  
Filtração 82, 83  
Filtration system 82



Fitopatógenos 2, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 147, 148, 158, 171, 173, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 188, 189, 209, 218

Fungi 1, 9, 157

*Fusarium* sp. 1, 3, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 174, 185

## G

Genes de virulencia 99, 100, 102, 104, 106

Germinação 1, 208, 213, 217

Gónadas 111, 112, 126, 127, 129

Granjas de Tolima 51

## H

Harina 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Harina obtenida 133, 134, 135, 139, 140, 142

Hembras de Yaque 111

Hongos fitopatógenos 2, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 148, 188, 189

Huila 51, 52, 65

## I

Inclusión de Harina 71, 75, 77, 78, 79, 80

Inducción hormonal 112, 113, 115, 119, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130

Infecciones respiratorias 21, 31

Inhibition 1, 7, 9, 168

Innovación 190, 191, 192, 195, 199, 203

Inoculantes biológicos 205, 210

*In Vitro* 1, 2, 5, 6, 8, 9, 77, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 176, 183, 184, 186, 187, 188, 189

Irrigação 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

## L

*Leiaris marmoratus* 111, 112, 130, 131

## M

Manejo convencional 51

Masa muscular 90, 93

Mecanización agrícola 51, 52

Mercados agroecológicos 46, 47, 49

Metabolitos secundarios 21, 33, 183, 184, 185, 187

Microorganismos antagonistas 19, 171, 179, 182, 183, 184  
Molecular 108, 147, 149, 150, 153, 157, 185, 188  
Monocultivos 2, 34, 37, 41  
Morfofisiología 159

## P

Panela 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203  
PCR 107, 147, 148, 150, 152, 153, 185  
*Plukenetia volubilis* 133, 134, 135, 137, 139, 145, 146  
Poliextractos de plantas 21  
Pollos de engorde 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 146  
Producción 2, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 65, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 90, 91, 92, 98, 101, 127, 128, 152, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 179, 180, 183, 185, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203  
Producción agrícola 10, 36, 38, 51, 65, 189  
Pruebas bioquímicas 9, 12, 17, 147, 148, 149, 151, 158  
Pubertad 111, 112, 114, 126  
Pubertad de machos 111

## Q

Quitosano 171, 179, 183, 184, 186, 187, 188

## R

REDMAC 46, 47, 49  
Rendimiento 2, 34, 39, 43, 44, 51, 59, 60, 62, 63, 66, 76, 92, 93, 105, 176, 185, 186, 199  
Resposta morfofisiológica 160  
Rotación 2, 34, 36, 39, 42, 44, 179

## S

Sacha inchi 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146  
Salinidade 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167  
Scarification 1, 7  
Secadera 171, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184  
Sector agroalimentario 133  
Silúridos nativos 112  
Soberanía alimentaria 46, 48

Soja 204, 205, 206, 207, 208, 213, 214, 215, 216, 217, 218

Suelo 2, 10, 11, 15, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 139, 147, 148, 156, 174, 175, 177, 179, 181, 186, 188, 199, 200

Suelo regosol 34

Suelos agrícolas 13, 41, 53, 147, 149

Sustentabilidade 161

## T

Tecnologias 206

*Thitonia diversifolia* 71

Tolerância à salinidade 160, 162, 166

Tratamento de água 82, 83

## V

Vigna radiata 159, 160, 167, 168, 169

## W

Water 1, 47, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 123, 132, 160, 168

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

3

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



Investigación, tecnología e innovación  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

**Atena**  
Editora  
Año 2022