

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

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 Cremona

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-Não-Derivativos 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 bibliografía  
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>

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

*Data de aceite: 19/07/2022*

### Jaime Vente Garces

Administración de Empresas Agropecuarias,  
Fundación Universitaria de Popayán  
Popayán, Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0003-4492-8540>

### Derly Tatiana Marin Tosne

Administración de Empresas Agropecuarias,  
Fundación Universitaria de Popayán  
Popayán, Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-2219-1042>

### Damar Daniela Valencia Hernández

Administración de Empresas Agropecuarias,  
Fundación Universitaria de Popayán  
Popayán, Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-4941-0874>

**RESUMEN:** El artículo describe la caracterización de agro-cadenas paneleras del Cauca, mediante la revisión de innovaciones desarrolladas en la cadena productiva colombiana. La investigación se desarrolla en tres etapas, inicialmente, se describen las problemáticas en los distintos eslabones; como la producción, prácticas culturales que realizan los productores de caña de azúcar, la transformación que hace énfasis en los trapiches paneleros artesanales y la comercialización donde se puntualiza en la presentación de la panela al consumidor final. En la segunda parte, se dan a conocer las nuevas tecnologías e innovaciones en la producción de panela, respecto al manejo del cultivo, mejoras en los trapiches, aprovechamiento de los residuos,

instrumentos utilizados en el proceso, los cuales facilitan al productor mejorar su productividad y calidad de la panela. Finalmente, se plantean los retos que debe asumir el sector panelero referente a la capacitación de los productores, esto con el fin de permitirles hacer uso de las nuevas tecnologías, así mismo, la conformación de redes y fomento de la asociatividad para mejorar la inversión en aspectos productivos, sociales y ambientales, generando un desarrollo económico óptimo a los productores de panela del Cauca.

**PALABRAS CLAVE:** Cadena productiva, panela, innovación, tecnologías, competitividad

### CHALLENGES OF INNOVATION IN THE PRODUCTIVE CHAIN OF THE PANELA

**ABSTRACT:** The article describes the characterization of agro-chains paneleras of Cauca, through the review of innovations developed in the Colombian productive chain. The research is developed in three stages, initially, the problems are described in the different links; such as production, cultural practices carried out by sugarcane producers, the transformation that emphasizes the artisanal panelling trapiches and the commercialization where it is specified in the presentation of the panela to the final consumer. In the second part, new technologies and innovations in panela production are presented, regarding crop management, improvements in trapiches, waste management, instruments used in the process, which facilitate the producer to improve its productivity and panela quality. Finally, there are the challenges that the panelist sector must face in terms of training producers, in order

to enable them to make use of new technologies, Likewise, the formation of networks and the promotion of associations to improve investment in productive, social and environmental aspects, generating optimal economic development for panela producers in Cauca.

**KEYWORDS:** Production chain, panela, innovation, technologies, competitiveness.

## INTRODUCCIÓN

La panela es un producto obtenido por la deshidratación de jugos de caña de azúcar, de carácter artesanal comúnmente clasificado como azúcar de caña no-centrifugado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), destacando que no incluye la etapa de centrifugación en donde se retiran compuestos fenólicos, minerales, vitaminas y micronutrientes, los cuales permanecen en ella confiriéndole ventajas nutricionales (ALARCÓN, 2017).

En la actualidad, la India es el primer productor de panela del mundo con 7,5 millones de toneladas, en el segundo lugar se encuentra Colombia, generando 1.5 millones de toneladas por año con mano de obra campesina, igualmente, brinda cerca de 25 millones de jornales, vinculando en alrededor de 350.000 personas, es decir, el 12 % de la población rural económicamente activa, siendo el segundo renglón generador de empleo después del café, y su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) es del 7,3 % del total aportado por el sector agrícola y Colombia destaca como el primer consumidor, con un promedio de 34.2 kg al año por persona (COBOS, et al. 2014, p. 18-23).

La producción de panela en el país es a pequeña escala con fincas que pueden variar entre 1 a 3 hectáreas, aproximadamente con 20.000 trapiches establecidos, alrededor de 70.000 familias productoras, integradas por grupos familiares y comunitarios; aunque, la operación de estos trapiches no ha logrado grandes variaciones tecnológicas a lo largo de los años, los productores, han pretendido solucionar las pérdidas en la extracción de jugo, clarificación del jugo, incrementar la eficiencia en la evaporación del jugo, mejorar la calidad en empaque y presentación del producto final (RAMÍREZ y RODRÍGUEZ, 2016).

Actualmente, en el sector panelero se evidencian problemas de gestión y mejoras tecnológicas para propiciar y dinamizar el proceso productivo, incrementar la competitividad de la empresa apoyada en la calidad, desarrollo científico, tecnológico, administrativo y social. Pero busca establecer y desarrollar plataformas para la exportación, mediante procesos de capacitación, asistencia técnica, investigación de mercados, alianzas y negociación con compradores potenciales. Lo cual permitirá producir más y con mejor calidad en el campo, incorporando segmentos cada vez mayores a la cadena de valor para mejorar sus ingresos. Sin lugar a dudas, este sector no podrá desarrollarse sino se fortalece el principal punto débil, la tecnología. En este sentido, se busca desarrollar procesos seguros y eficientes, en equilibrio con el medio ambiente (QUEZADA et al, 2017).

Los productores de panela deben optar por introducir nuevas tecnologías e incorporar la innovación para mejorar los procesos tradicionales y disminuir la contaminación

ambiental, implementar sistemas agroindustriales de asociatividad, el desarrollo de productos diferenciados, la promoción del consumo de panela y sus derivados, así mismo el enfoque de esfuerzos a favor de una evolución en el mercado además de tener mayores avances en investigación, desarrollo, la innovación, transferencia tecnológica (GUTIÉRREZ et al, 2018).

En este contexto, el objetivo del artículo es realizar una revisión de las innovaciones desarrolladas en la cadena productiva de la panela en Colombia, dando a conocer las necesidades de innovación en los diferentes eslabones de producción, transformación y comercialización, donde se plantean retos que el sector panelero debe asumir para ser competitivo.

## **NECESIDADES DE INNOVACIÓN EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA**

### **La caña de azúcar para producción de panela en Colombia**

Actualmente, India, Colombia, Pakistán y China, son países líderes en su producción de panela, en Colombia existen cerca de 70.000 unidades cultivadas y 22.000 productoras, que generan 1.5 millones de toneladas de panela por año (ALARCÓN, 2017).

La producción de panela es una de las principales actividades agrícolas de la economía colombiana, entre otras razones, por su participación significativa en el producto interno bruto (PIB) (LEGUIZAMON y YEPES, 2013), la mayor producción proviene de departamentos como Santander, Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño, y en porcentaje bajo en el resto del territorio nacional, de allí que este producto se constituye en la economía básica de 236 municipios, pertenecientes a 12 departamentos (AMADO y PINZÓN, 2016).

Actualmente el sector panelero en Colombia presenta problemas relacionados con bajos niveles tecnológicos y estándares de calidad, débil cultura organizativa y asociativa, baja capacidad de articulación de actores en organización gremial y acceso precario a mercados, la estacionalidad de la producción y la competencia con el azúcar como producto sustituto que inciden en los precios de venta, igualmente, la comercialización de la panela falsificada y el contrabando (RAMÍREZ y RODRÍGUEZ, 2016).

En Colombia la panela es generada por economía campesina en unidades de pequeña escala, con alto uso de mano de obra y bajos niveles de inversión tecnológica, simultáneamente, existen explotaciones medianas con mayor grado de tecnificación y algunas de mayor escala que tienen índices de productividad, beneficios más altos (FLÓREZ, 2018). Así mismo, los productores tienen un nivel de escolaridad bajo y pocos cuentan con estudios de secundaria o profesional (CUEVA et al. 2017, p. 481 – 501).

El sector panelero colombiano adolece de un sistema de información básico en tiempo real, sobre la estructura de las fincas, trapiches paneleros, el desempeño técnico y

socioeconómico de los productores de caña de azúcar y de panela (RAMÍREZ y ARENAS, 2016), por consiguiente, los trapiches de pequeña y mediana escala, implementan el proceso tradicional que tiene como fuente de calor, humos de combustión del bagazo en hornillas, mientras que, los de gran escala han implementado el proceso de capacidad calorífica de evaporización del agua en evaporadores (ALARCÓN, 2017).

### La cadena productiva de la panela

La panela en términos generales, es un producto obtenido por la deshidratación de jugos de caña de azúcar, es artesanal y comúnmente clasificado como azúcar de caña no-centrifugado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), destacando, por tanto, que no incluye la etapa de centrifugación en donde se retiran compuestos fenólicos, minerales, vitaminas y micronutrientes, los cuales permanecen en ella confiriéndole ventajas nutricionales (ALARCÓN, 2017).

Dentro de la cadena productiva de la panela se identifican cinco eslabones: proveedores, cultivadores, procesadores, comercializadores y clientes. El tercer eslabón está integrado mayoritariamente, por pequeñas unidades agroindustriales, trapiches cooperativos, organizados en empresas asociativas de trabajo, y algunas empresas maquiladoras, del mismo modo, que ocurre en India (GUERRERO y ESCOBAR, 2015).

La producción incluye procesos que van desde la preparación del terreno hasta la cosecha de la caña de azúcar (preparación, siembra, fertilización, limpia, aporca y corta, respectivamente). Estas prácticas se realizan tanto en forma mecánica como manual (ARIAS y VALENCIANO, 2017), en este sentido, también se presenta ineficiencia en prácticas de manejo y aprovechamiento de residuos, lo cual se traduce en pérdidas energéticas, desaprovechamiento de los recursos naturales e impactos nocivos sobre el medio ambiente (GUERRERO y ESCOBAR, 2015).

Los cultivos de caña de azúcar destinados a la producción de panela en Colombia, utilizan variedades denominadas tradicionales o de vieja introducción, por la escasa disponibilidad de semilla de calidad, la baja adopción de tecnología en la producción de material vegetal de propagación, el desconocimiento de la normatividad, la deficiencia de programas y políticas de fomento (MURCIA y RAMÍREZ, 2017). Respecto a la preparación de suelos se eliminan las malezas y crean las condiciones para el posterior desarrollo de la plantación, las características se determinan en función del relieve, el clima y los suelos. En torno a este panorama, surge la necesidad de desarrollar estrategias que mejoren la sostenibilidad de los cultivos para la disminución de las dosis de fertilizantes o mejorar la disponibilidad de nutrientes a base de productos orgánicos (RODRÍGUEZ et al, 2014).

La fitosanidad en zonas paneleras está afectada por la presencia esporádica de insectos comedores y chupadores de follaje; normalmente se encuentran en poblaciones bajas, ya que, tienen numerosos enemigos naturales, pero los barrenadores del género (*Diatraea Saccharalis*) actúan como el principal causante de daños en la producción de la

caña en Colombia (LÓPEZ, 2015).

Existen diferencias de producción en las zonas paneleras de Colombia, derivadas de las prácticas de manejo, sistemas de siembra, planes de fertilización, control de plagas, enfermedades, manejo de arvenses, renovación de lotes y sustitución de variedades tradicionales, lo cual, ha incidido en los rendimientos por unidad de área tanto en caña como en panela (LEAL, 2017).

La cosecha se inicia con el corte, y existen dos tipos: por parejo, donde la caña de azúcar es cortada con maquinaria y utilizada en cultivos tecnificados que realizan la siembra a chorrillo (RESTREPO, 2013), mientras que, el entresaque o desguíe consiste en un corte manual, con base en el criterio del agricultor para identificar cañas maduras, por otro lado, en el alce y transporte se recogen los tallos cortados y se llevan al sitio de recepción mediante animales de carga o camiones (SANTÍN, 2018).

En el proceso de transformación se utiliza, de una parte, el sistema de trapiche tradicional, que constituye unidades de extensión de caña propia y procesan principalmente cañas provenientes de sus sembradíos y de los vecinos, estos poseen dotación física tradicional. Y, de otra, el sistema de trapiche avanzado, el cual se compone únicamente por una unidad productiva, en función de la moderna dotación de recursos físicos, tecnología de producción e innovadores procesos agroindustriales y de administración (RAMÍREZ y ARENAS, 2016).

En la extracción de jugos se inicia con la molienda de la caña, la cual es pasada a través de una serie de rodillos para extraer su jugo, como residuo se obtiene bagazo, que por tratarse de trapiches tradicionales debe ser secado, para luego ser utilizado como combustible, puesto que, en la mayoría de las fincas paneleras se quema en hornos artesanales, debido al gran poder calorífico del bagazo (ORDOÑEZ y RUEDA, 2017).

Uno de los elementos que afecta la calidad de la caña es el desfase, esto indica que, la caña cosechada no ha llegado o ha sobrepasado el momento de su madurez óptima, lo que afecta la composición del jugo en cuanto a calidad para proceder al moldeo (DELGADO et al. 2016, p. 59 - 65).

Procedimiento donde las mieles son trasladadas a celdas de madera, en los cuales se lleva a cabo su solidificación y obtención del producto final. Una vez solidificado, el producto se desmolda y se empaqueta en cajas de cartón, madera o en bolsas plásticas; para proceder a su almacenamiento y posterior venta (ORDOÑEZ y RUEDA, 2017).

La agroindustria panelera, por lo tanto, desempeña un papel trascendente en el desarrollo rural y es la de mayor tradición en América Latina y el Caribe (QUEZADA et al, 2016), cabe agregar que la caña es un cultivo de largo plazo, que puede durar de 8 a 12 años y se pueden realizar entre 8 a 12 cosechas (JURADO, 2015).

En el proceso de comercialización, es fundamental el proceso de empaquetado, este depende de su destino final, por lo general, el mercado se realiza de manera local como en tiendas y supermercados, donde es empaquetada en bolsas de papel y asegurada con cabuya

para evitar que la bolsa quede suelta, el principal inconveniente es que la panela queda propensa a deteriorarse por golpes o efectos de la lluvia (RESTREPO, 2013).

Respecto a la presentación para mercado, se destaca que tradicionalmente se encuentra de forma redonda y cuadrada, de esta manera, las características del producto comercial (panela cuadrada) no responden a los requerimientos de los consumidores finales (nacionales e internacionales), quienes buscan productos de fácil disolución y preparación rápida y/o instantánea (PALACIOS et al. 2016, p. 34)

Sin embargo, la panela granulada ha sido la más aceptada, la justificación es porque el ritmo de vida actual acelerado no permite la preparación convencional de la panela, puesto que, gran parte de los consumidores buscan productos de buena calidad y de fácil preparación (ROJAS, 2014).

Una de las problemáticas identificadas en la cadena productiva es el desconocimiento de los costos de producción por parte de los agricultores, quienes conocen el proceso técnico, como cantidad de los distintos materiales o insumos necesarios por cada unidad producida, pero se dificulta dar un precio acertado del producto (VALERO, et al 2014), esto afecta la evaluación de productividad y competitividad del producto frente al mercado.

## **TECNOLOGÍAS E INNOVACIONES EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA**

La innovación está relacionada con crear o adaptar un producto o proceso e introducirlo exitosamente en el mercado, de forma que, aporte soluciones prácticas a las necesidades nacionales y regionales. Siendo este uno de los principales motores de desarrollo y aplicable a todas las actividades económicas (ROLDÁN et al. 2017, p. 15-28).

Por consiguiente, el cambio hacia tecnologías limpias en la producción, representa una innovación global en el proceso del cultivo y el procesamiento con importantes implicaciones para la conservación del medio ambiente y para la rentabilidad del proceso productivo (SÁNCHEZ, 2016).

Inicialmente se presentan innovaciones respecto a la forma de presentación de la panela, resaltando el cambio en la naturaleza del producto final, de ser sólida a granulada, mezcladas con leche en polvo, con quinua, avena siendo esta de mayor valor en el mercado lo cual permite generar mayor rentabilidad de la panela (CASTELLANO et al. 2016, p. 15-28).

En la producción primaria, una de las principales innovaciones encontradas, es la tecnología de producción de plantas a partir de la extracción de yemas desarrolladas en Cenicaña y ajustada en la sede Cimpa de Agrosavia, para las condiciones del subsector panelero de Colombia, el cual se implementó, en primera instancia, en la zona productora conocida como la hoya del río Suárez en Boyacá y Santander (LÓPEZ et al. 2016, p. 41-45).

Los controladores biológicos utilizados en países como la India que se caracteriza por manejar cultivos extensivos, están enfocados innovadoramente

al uso de aves rapaces, y responden a un problema fitosanitario que afecta al cultivo, como los roedores, que atacan principalmente la base del tallo de las plantas, ocasionando pérdidas significativas (LÓPEZ et al. 2017, p. 23-49).

Respecto al aprovechamiento de los subproductos, se destacan los tratamientos con presencia de cachaza, enriquecidos con micorrizas y Azotofos con o sin adición de roca fosfórica, evidenciando reservas de P en suelos, que pueden solubilizarse y estar a disposición de las plantas de caña (PALMA et al. 2016, p. 29-34).

La producción mundial del bagazo de caña en 2016 fue de 234 millones de toneladas, este estudio demostró la posibilidad de obtener celulosa a partir de desechos agroindustriales de bagazo de caña de azúcar, aplicando un tratamiento químico de hidrólisis ácida (sulfúrica) a las fibras de celulosa (LÓPEZ et al. 2016, p. 41-45).

Otros subproductos obtenidos del proceso, son la cachaza y la ceniza, los cuales son adecuados para ser utilizados como materia prima en la elaboración de compost, ya que, muestran indicadores positivos de calidad en la fertilización orgánica de cultivos (LÓPEZ et al. 2017, p. 23-49). De igual forma, se están utilizando residuos agroindustriales de la caña de azúcar mezclados con diferentes tipos de estiércol para la obtención de sustratos orgánicos por medio del vermicompostaje, en condiciones semi controladas, utilizando la lombriz roja californiana (PALMA et al. 2016, p. 29-34). También, se están empleando mucílago naturales tales como el de corteza de cacao y de muyuyo (*Cordia Lutea*) durante el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar para disminuir los residuos del proceso agroindustrial (DEMERA et al. 2015, p. 51-61).

En las pruebas realizadas con poliamida para empacar panela pulverizada, se encontró que dicho material permite conservar todas las propiedades, pues sus características de barrera favorecen alta impermeabilidad ante los gases y organismos microbiológicos; e incluso es resistente a la perforación, soportando entornos calurosos mayores a la temperatura ambiente en el proceso de comercialización de la panela (LIZARAZO et al, 2014).

Con respecto a la maquinaria, el cambio más notable es la sustitución de los molinos de madera o de piedra movidos por tracción animal, por molinos movidos por motores de combustión interna o eléctrica (MORALES et al, 2017). En este sentido el modelo CIMPA comprende el trapiche mecánico movido por motor eléctrico o combustible (gasolina-ACPM), hornilla mejorada que agiliza el proceso de evaporación y utiliza como combustible el bagazo de la misma caña (TENORIO, 2016). Debido a que, la panela es un producto que se elabora de forma artesanal, se han implementado pailas que constan de dos partes: el fondo y las falcas. El fondo contiene el jugo, y las falcas aseguran que la espuma de los jugos producto de la ebullición no se (SANTÍN, 2018).

En la producción de panela se han implementado materiales e instrumentos como el pH-metro para la medida de la acidez en los jugos durante el procesamiento, termómetro para la medida de la temperatura del jugo en las pailas, higrómetro para registrar la

temperatura y la humedad relativa, cronómetro digital, porta-muestras esterilizados para jugos, mieles y panela granulada, cooler para el transporte de las muestras con bolsas refrigerantes congeladas (SANTÍN, 2018). Adicionalmente, se utiliza batidora utilizada para obtener panela pulverizada o granulada donde el envasado se realiza mecánicamente (TENORIO, 2016), con referencia a lo anterior, las tecnologías actuales de granulación han dado respuesta a los requerimientos de nichos de mercado por el creciente interés de obtener endulzantes naturales en polvo (ROJAS, 2014), de la misma manera se usa la tecnología de elaboración de cubos saborizados (ESCOBAR, 2014).

Se han implementado bolsas de poliolefina para empacar panela de exportación, de manera individual, las cuales son cerradas por acción de la máquina de sellado y posteriormente, introducidas al túnel de termoencogido, donde son rotuladas y con la envoltura que cumple con la normatividad exigida (PALACIOS, et al. 2016, p. 34).

Igualmente, se ha logrado establecer un flujograma de corte para la cosecha mecanizada en campos de alta humedad, dando información necesaria para realizar el corte de manera organizada y con mejores resultados, partiendo de la planificación de la estrategia de corte, las producciones y rendimientos cañeros por bloques y mediante la utilización de un sistema de información geográfico (MAPINFO) (DAQUINTA et al, 2018).

El cultivo de caña de azúcar, también, se constituye como el producto de biomasa y biocombustibles de mayor importancia en términos de energía renovable (bagazo y puntas de tallo) (DEBERNARDI et al, 2016), para la producción de etanol a través de los carbohidratos solubles de los tallos de la caña y a partir de los biopolímeros del bagazo, en combinación de tecnologías 1G y 2G (ROLZ, 2017). En este mismo orden, a partir de la cera de caña de azúcar se ha obtenido el D-003, ingrediente farmacéutico activo purificado con efectos como reductor del colesterol y antioxidante (MARRERO et al. 2013, p. 389-399).

En este contexto, el cambio de tecnología permite implementar trapiches sostenibles con el medio ambiente y que cumplan con los requerimientos indicados en la Normatividad Sanitaria, lo cual contribuye a obtener producción constante y de excelente calidad, siguiendo los parámetros establecidos por el Invima (CAMPOS y ENRÍQUEZ, 2018). Sin embargo, el factor económico impide la financiación para realizar actividades agrícolas y de transferencia de tecnología (ALARCÓN, 2017), en consecuencia, es necesario optar por la producción orgánica, con su debida certificación, a pesar del alto costo del sello por parte de organizaciones internacionales reconocidas especialmente europeos, pero es este uno de los requerimientos de los compradores internacionales en términos de calidad y especialmente de volumen (SÁNCHEZ, 2016).

Otro aspecto importante en la producción de panela, es el escaso control de desempeño en los empaques en la calidad requerida para la comercialización, donde ha surgido la necesidad de optar por soluciones basadas en nuevas tecnologías de materiales

y estrategias de promoción de la panela, que debe incluir el estudio e implementación de presentaciones innovadoras, por ejemplo, uso de empaques atractivos que resalten la panela, información nutricional, beneficios, formas de consumirla, recetas, procedencias y denominaciones (VALERO, et al 2014).

Las tecnologías e innovaciones en la cadena productiva de panela, permiten que la producción sea más rápida y eficiente; con el uso de maquinaria mejorada e infraestructura que cumple con la normatividad sanitaria, de igual manera, facilita mejorar la calidad del producto (CAMPOS y ENRÍQUEZ, 2018). En este sentido, uno de los principales aspectos de resaltar en torno a la evolución tecnológica de la agroindustria panelera en Colombia ha sido la creación del Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de la Industria Panelera –CIMPA, el cual ha desarrollado investigaciones referentes a innovaciones anteriormente mencionadas (VALLEJO, 2014). Cabe agregar que estas innovaciones implican riesgos debido al desconocimiento de los productores en aspectos claves para la producción primaria, el procesamiento y la comercialización del producto, como en la utilización de sistemas tecnológicos integrados que permite asimilar operativamente las técnicas, y consolidar los conocimientos y la organización necesaria para el manejo de la producción y comercialización (SÁNCHEZ, 2016).

## RETOS EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA

El reto principal del desarrollo de las cadenas agroalimentarias, es el reconocimiento del potencial humano de la necesidad de aplicación de la filosofía de la integración en redes, para la mejora en los niveles de satisfacción de los clientes (AHUMADA, 2015).

A pesar de las innovaciones encontradas en la cadena productiva de la panela, respecto a los trapiches paneleros, estos no han logrado grandes variaciones tecnológicas a lo largo de los años, los principales retos tecnológicos han pretendido solucionar eventos como las pérdidas en la extracción de jugo, limpieza y clarificación del jugo, incrementar la eficiencia energética en el sistema de evaporación del jugo, mejorar calidad y empaque (SABLÓN et al. 2016, p. 128-135).

La introducción de nuevas tecnologías permitirá el mejoramiento de los tradicionales procesos productivos; el desarrollo de productos innovadores y diferenciados que permitan una mayor competitividad; la consolidación de un tejido social de la cadena, que procure la focalización de esfuerzos adelantados en las regiones paneleras y evite la atomización de oferta y demanda, con condiciones inequitativas entre los diferentes eslabones de la cadena (FLÓREZ, 2013).

De igual manera, es fundamental posibilitar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación - TIC en la conservación de estas formas tradicionales para las nuevas generaciones y el desarrollo de procesos para el fortalecimiento de la identidad cultural local y regional (ARANA et al. 2015, p. 25-32).

El reto en la dimensión ambiental, es lograr una producción de panela sostenible y amigable con el medio ambiente, la cual genere diversos productos que aporten ingresos que favorezcan al pequeño productor mejorando su calidad de vida y el desarrollo de la región (BECERRA et al, 2016).

En el eslabón de comercialización es prioritario abordar con urgencia, la trazabilidad interna, atributo conectado a las características de composición y manipulación del producto, las operaciones de producción, las máquinas, técnicas y demás factores de la producción (RUGE y PÉREZ, 2017). Respecto a este tema, para expandir el acceso a mercado, se pueden utilizar estrategias como el análisis del comportamiento del consumidor, la exploración de receptores sensoriales, emociones y esquemas mentales que estimulan el proceso de decisión de compra de un consumidor (PARDO, 2016). De igual manera, estar preparados frente a la caída de precios de la panela, ya que, genera niveles poco rentables, ocasiona un desestímulo al cultivo de nuevas áreas, o que los cultivos de caña para panela no sean mantenidos en forma adecuada, que finalmente, provoca la disminución del rendimiento y de la producción (LEGUIZAMON y YEPES, 2013).

Para realizar cambios en la matriz productiva, es necesario que el sector agroindustrial realice esfuerzos adicionales para reducir en alto grado la dependencia de las exportaciones de productos primarios y se trabaje en un proceso de innovación y tecnología (VILLAREAL, 2017). Por esta razón, el sector panelero debe aprovechar los diversos recursos territoriales (saber-hacer), condiciones locales óptimas de clima y suelo, y también, procesos de innovación tecnológica y organizacional, con base a las acciones colectivas, formas de relacionamiento local y territorial, conformación de redes y fomento de asociatividad, que contribuyan en la construcción de visiones compartidas en busca de soluciones grupales, para competir y unir esfuerzos en pro de fortalecer la unidad productiva (CARDONA et al, 2015).

## CONCLUSIONES

Para mejorar la competitividad de la cadena productiva de la panela, es necesario realizar investigación, desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías en los diferentes eslabones de la cadena, principalmente al eslabón de producción y transformación, los cuales presentan mayores retos. En este sentido, la innovación permitirá entrar en nuevos mercados que exigen competitividad y trabajo articulado, y puede lograrse por medio de la integración de redes agroempresariales que fortalezcan la organización de los productores y puedan tener ventaja competitiva.

El eslabón de comercialización es el cuello de botella para la mayoría de las cadenas productivas del país, lo que no es ajeno a la cadena productiva de la panela en la región; que también, presenta una amplia cadena de intermediación, generado por el bajo poder de negociación de los productores y la baja capacidad organizativa de los actores que

confluyen en la misma.

## REFERENCIAS

AHUMADA GONZÁLEZ, J. **Efectos de la tecnología utilizada en la producción panelera en las transformaciones ambientales de la hoya del río Suárez.** Tesis para obtener el título de Magister en medio ambiente y desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombia, 143p, 2015

ALARCÓN RODRÍGUEZ, A. **Estudio del comportamiento de propiedades fisicoquímicas, reológicas y térmicas de jugos y mieles de caña panelera.** Tesis para optar por el título de Magister en Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 127 p., 2017

AMADO SANTAMARÍA, C., PINZÓN PERÉZ, J. **Diseño de la implementación de una adaptación tecnológica basada en energía solar para la producción sostenible de panela en un trapiche del municipio de San Benito Santander.** Tesis para la especialización en gestión de proyectos de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia, 66 p., 2016.

ARANA BERNAL, W., DONCEL LÓPEZ, G., CARDOZO, E., *et al.* **Rescate de la identidad y la memoria cultural asociada a la molienda de caña y la producción de panela, en la provincia del Gualivá, Villeta.** Revista Tecnología y Productividad, 2 (2), 25-32 p., 2015

ARIAS RAMÍREZ, J., VALENCIANO SALAZAR, J. **La cadena de valor de la panela y el fortalecimiento de la agricultura familiar en Costa Rica.** Abra, 37 (55), 1-13 p., 2017.

BECERRA QUIROZ, A., BUITRAGO COCA, L., PINTO BAQUERO, P. **Sostenibilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia.** *Ingeniería Solidaria*, 12 (20), 133-149 p., 2016.

CAMPOS VICTORIA, J., ENRIQUEZ PABON, J. **Criterios de implementación ISO 14000:2015.** Caso Estudio Sector Producción Panela. *Padlet*, 1-7 p, 2018.

CARDONA HENAO, J., HERNÁNDEZ VILLANUEVA, C., MOSQUERA RODAS, J. **Análisis sobre desarrollo administrativo y tecnológico de asociaciones agroindustriales, de servicios y financieras en municipios del departamento de Risaralda.** *Colección Académica de Ciencias Estratégicas*, 2 (2), 1-19 p., 2015.

CASTELLANOS GONZÁLEZ, L., ABREUS JIMÉNEZ, M., SILVA CAMPOS, C., *et al.* **Efecto de la adición de cachaza, roca fosfórica y biofertilizantes en el suelo sobre el contenido de fósforo y el desarrollo de plántulas de caña de azúcar.** *Cultivos Tropicales*, 37 (4), 145-151 p., 2018.

COBOS RAMÍREZ, L., APARICIO QUIÑONEZ, M., SOLANO, H., *et al.* **Diseño de un sistema de instrumentación y monitoreo de las variables en el proceso de dosificación de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) para la producción de panela.** *Revista Matices Tecnológicos*, 6, 18-23 p., 2014.

CUEVAS REYES, V., BACA DEL MORAL, J., BORJA BRAVO, M., *et al.* **Agricultura familiar y tecnología para la elaboración de piloncillo granulado en la comunidad de Aldzulup Poytzén, San Luis Potosí.** *Nova Scientia*, 9 (19), 481 – 501 p., 2017.

DAQUINTA-G; PÉREZ-O; MENÉNDEZ-R, D; TERRY-S; & FERNÁNDEZ-S, M. **Flujograma de corte para la cosecha mecanizada.** *Revista Ingeniería Agrícola*, 18-24 p., 2018.

DEBERNARDI DE LA VEQUIA, H., ORTIZ LAUREL, H., ROSAS CALLEJA, D. **Energía disponible a partir de biomasa de residuos de caña de azúcar** (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*, 9 (7), 68-73 p., 2016.

DELGADO MORA, I., SUAREZ, H., VERA, A., *et al.* **Influencia de la edad y cultivar de caña de azúcar en el momento de la cosecha**. *Centro Agrícola*, 43 (2), 59-65 p., 2016.

DEMERA LUCAS, F., ALMEIDA VERA, A., MOREIRA PALACIOS, J., *et al.* **Clarificación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) mediante el empleo de mucílago naturales**. *Revista Alimentos Hoy*, 23 (36), 51-61 p., 2015.

ESCOBAR ARCOS, J. **Producción de cubos saborizados de panela y su incidencia en los ingresos económicos en el centro de acopio Tarqui de la asociación de cañicultores de Pastaza (Asocap)**. Tesis para obtener el título como magister en gestión de la producción agroindustrial. Universidad Técnica De Ambato. Ambato, Ecuador, 150 p., 2014.

FLÓREZ MARTÍNEZ, D. **Agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de la panela y su agroindustria**. *Tecnura*, 17 (36), 72-86 p., 2013.

FLOREZ MORENO, A. **Turismo cultural como detonante del desarrollo urbano de las ciudades medias. Ruta de la panela en Villeta Cundinamarca**. Tesis para optar por el título de arquitectura. Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia, 77 p., 2018.

GUERRERO USEDA, M., ESCOBAR GUZMÁN, J. **Eficiencia técnica de la producción de panela**. *Revista de Tecnología*, 14 (1), 107-116 p., 2015.

GUTIÉRREZ MOSQUERA, L., ARIAS GIRALDO, S., CEBALLOS PEÑALOZA, A. **Actualidad del sistema productivo tradicional de panela en Colombia: análisis de mejoras y alternativas tecnológicas**. *Ingeniería y Competitividad*, 20 (1), 107 - 123 p., 2018.

JURADO VALENCIA, J. **Rentabilidad económica, beneficios ambientales y sociales en el cultivo de caña de azúcar orgánica del proyecto Ebenezer en el municipio de Santander de Quilichao**. Tesis de Economía. Universidad del Valle, Cali, Colombia, 76 p., 2015.

LEAL MEDINA, G. **Selección de Bacterias Aerobias Formadoras de Endospora (BAFEs) con capacidad de promoción de crecimiento vegetal, provenientes de cultivos de caña panelera con manejos agronómicos contrastantes**. Tesis para optar por el título de Magister en Ciencias Microbiología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 131 p., 2017.

LEGUIZAMON SIERRA, G., YEPES GONZALEZ, N. **Estudio Descriptivo mediante Análisis Multicriterio de la Cadena Agroalimentaria de la panela**. *Revista Especializada en Ingeniería*, 161-182 p., 2013.

LIZARAZO RUIZ, J., GAMBOA CONTRERAS, W., LÓPEZ CHACÓN, L. **Estudio de materiales para empaque de panela**. *Revista Matices Tecnológicos*, 6, 11-17 p., 2014.

LÓPEZ BRAVO, E., ANDRADE RIVERA, A., HERRERA SUÁREZ, M., *et al.* **Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña**. *Centro Agrícola*, 44 (3), 23-49 p., 2017.

LÓPEZ LOPERA, J. **Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia.** Bogotá, Colombia, 131 p. ISBN 978-958-40-204-9. 2015.

LÓPEZ MARTÍNEZ, A., BOLIO LÓPEZ, G., VELEVA, L., *et al.* **Obtención de Celulosa a Partir de Bagazo.** *Agroproductividad*, 9 (7), 41-45 p., 2016.

MARRERO DELANGE, D., CORA MEDINA, M., LAGUNA GRANJA, A., *et al.* **Caracterización espectroscópica del D-003.** *Revista Cubana de Farmacia*, 47 (3), 389 – 399 p. 2013.

MORALES RAMOS, V., OSORIO MIRÓN, A., RODRÍGUEZ CAMPOS, J. **Innovaciones en el trapiche panelero la producción de panela granulada.** *Agroproductividad*, 10 (11), 10 p. 2017.

MURCIA PARDO, M., RAMÍREZ DURÁN, J. **Reconversión del sistema regional de producción de semilla de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander.** *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 18 (1), 75-87 p. 2017.

ORDÓÑEZ DÍAZ, M., RUEDA QUIÑÓNEZ, L. **Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander (Colombia).** *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 18 (2), 379-396 p. 2017.

PALACIOS CORREDOR, L., ORJUELA, A., NARVÁEZ RINCÓN, P, *et al.* **Spray drying of sugarcane honeys (*Saccharum officinarum* L.) without additives.** *Agronomía Colombiana*, 34(1), 34 p., 2016.

PALMA LÓPEZ, D., ZAVALA CRUZ, J., CÁMARA REYNA, J., *et al.* **Uso de residuos de la agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) para elaborar abonos orgánicos.** *Agroproductividad*, 9 (7), 29-34 p. 2016.

PARDO SANTAMARÍA, J. **Aportes de la psicología del comportamiento del consumidor aplicadas a la industria panelera en el análisis de la campaña publicitaria, el efecto Panela.** Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 28 p. 2016.

QUEZADA, F., QUEZADA TORRES, W., MOLINA BORJA, F. **Agroindustria panelera: alternativa para su intensificación.** *KnE Engineering*, 19-27 p. 2017

QUEZADA MORENO, W., GALLARDO AGUILAR, I., TORRES, M. **El color en la calidad de los edulcorantes de la agroindustria panelera.** *Afinidad: Revista de química teórica y aplicada*, 73 (573), 26-30 p. 2016.

RAMÍREZ GÓMEZ, C, RODRÍGUEZ ESPINOZA, H. **Influencia de los recursos y las dinámicas del territorio en el sostenimiento de la agroindustria rural panelera de Supía, Caldas.** *Luna Azul*, 188-210 p. 2016.

RAMÍREZ SUÁREZ, A., ARENAS MEJÍA, L. **Tipificación técnica y socioeconómica de trapiches paneleros en el municipio de Ocamonte, Santander: una aplicación de análisis multivariado.** *Lebret*, 8, 243-261 p. 2016.

RESTREPO SALAS, M. **Empaque para comercialización de la panela redonda tipo exportación hacia los Estados Unidos.** Tesis de posgrado diseño industrial. Universidad Católica de Pereira, Pereira, Colombia, 123 p. 2013.

RODRÍGUEZ PÉREZ, B., CONTRERAS MOYA, A., DOMÍNGUEZ ROSA, E. **Comparación ambiental de la generación de energía eléctrica a partir del bagazo y fuel oil.** *ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar*, 48 (3). 70-79 p. 2014.

ROJAS ROJAS, W. **Modelo de negocio de exportación de panela orgánica a Italia.** Tesis para optar por el título de profesional en negocios internacionales. Universidad Piloto de Bogotá, Bogotá, Colombia, 189 p. 2014.

ROLDÁN SUÁREZ, E., RENDÓN MEDEL, R., CAMACHO VILLA, C., *et al.* **Gestión de la interacción en procesos de innovación rural.** *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 19 (1), 15-28 p. 2016.

ROLZ, C. **La producción de etanol del bagazo de la caña de azúcar: tecnología 2G.** *Revista 35 de la Universidad del Valle de Guatemala*, 33-40 p. 2017.

RUGE RUGE, I., PÉREZ HOLGUÍN, W. **Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela.** *Revista Tecnura*, 21 (52), 130-140 p. 2017.

SABLÓN COSSIO, N., PÉREZ QUINTANA, M., ACEVEDO SUÁREZ, J., *et al.* **La integración en la cadena agroalimentaria de panela en el Puyo-Ecuador.** *Cultivos Tropicales*, 37 (4), 128-135 p. 2016.

SÁNCHEZ SOTO, S. **Aves rapaces asociadas a linderos arbóreos adyacentes a cultivos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en la Chontalpa, Tabasco.** *Agroproductividad*, 9 (7), 3-7 p. 2016.

SANTÍN SÁNCHEZ, M. **Evaluación del contenido de acrilamida durante el procesamiento de panela granulada y propuesta de reducción.** Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura, Piura, Perú, 115 p. 2018.

TENORIO DAGUA, D. **Proyecto, mejoramiento de la cadena de la agroindustria panelera, con 25 familias de productores del resguardo indígena de Munchique los tigres, municipio de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.** Tesis para optar por el título en Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomas. Cali, Colombia, 55 p. 2016.

VALERO-A, J; ÁVILA-T, A; MORENO-L; & MONTES-B, D. **Costo de producción de panela en un trapiche artesanal.** Red Nacional de Semilleros de Investigación, 2177-2182. 2014.

VALLEJO TELJIS, J. **Promover al mercado consumidor mediante un estudio de factibilidad para la implementación de una fábrica de panela purificada con diseños innovadores ubicada al noroccidente del distrito metropolitano de Quito.** Tesis para obtener el título de Tecnólogo en Administración Bancaria y Financiera. Instituto Tecnológico Cordillera. Quito, Perú, 201 p. 2014.

VILLARREAL YÉPEZ, Y. **El fortalecimiento de la cadena productiva de la caña de azúcar y sus derivados de las parroquias Chical y Maldonado y el fomento a las exportaciones.** Tesis para optar por el título de ingeniera en comercio exterior y negociación comercial internacional. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador, 168 p. 2017.

## 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](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



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

3

**Atena**  
Editora  
Año 2022