



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

Ibagué - Tolima
Agosto
12 al 15 de 2019



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

Editoras

María Bianney Bermúdez Cardona

Angélica Piedad Sandoval Aldana

Ibagué, agosto de 2019



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO / María Bianney Bermúdez Cardona, Angélica Piedad Sandoval Aldana Editores Académicos. Ibagué: Gobernación del Tolima, Universidad del Tolima, 2019. 91p

ISSN 2711-0982

Descriptores: Ciencia; Tecnología; Investigación; Aguacate Hass; Cacao.

© **Gobernación del Tolima**

Gobernador

Oscar Barreto Quiroga

© **Universidad del Tolima**

Rector

Omar Alberto Mejía Patiño

Editorial

Universidad del Tolima

Barrio Santa Helena Parte Alta

Teléfono: +57(8)2771212 - 018000181313

Código Postal Nro. 730006299

Ibagué - Tolima. Colombia

cctropico@ut.edu.co

www.ut.edu.co

<http://facultadingeneriaagronomica.ut.edu.co>

Textos, imágenes y fotografías

Comité Organizador CICT.

Diseño, diagramación

Universidad del Tolima

Corrección de estilo

Angélica Piedad Sandoval Aldana

Impresión

Fundación País Humano



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

COMITÉ ORGANIZADOR

MARIA BIANNEY BERMUDEZ

PhD. Fitopatología, Vicerrectora Académica, Universidad del Tolima.

ANGÉLICA PIEDAD SANDOVAL ALDANA

PhD. Ingeniería con Énfasis en Alimentos, Directora Maestría en Ciencia y Tecnología Agroindustrial, Universidad del Tolima.

SIMON HARRISON BUSTOS TORRES

Ingeniero Forestal, Gobernación del Tolima.

JUAN MANUEL ROJAS ROJAS

Ingeniero Mecánico, Director Administrativo de la Dirección de Competitividad, Productividad e Innovación, Gobernación del Tolima

EDWIN YEPEZ GALINDO

Ingeniero Agrónomo, Gobernación del Tolima

ELIZABETH MONTES FAJARDO

Administradora de Empresas Agropecuarias, Gobernación del Tolima

JULIAN OCTAVIO MURILLO TOVAR

Economista, Universidad del Tolima

GUSTAVO ADOLFO GALLARDO OLAYA

Profesional en Ciencias Sociales, Universidad del Tolima

LEONEL FERNANDO AREVALO AVILA

Ingeniero Agrónomo, Universidad del Tolima

JUAN CAMILO GARCÍA

Ingeniero Agroindustrial, Universidad del Tolima

HEIDY HORTA TELLEZ

Ingeniera Agroindustrial, Universidad del Tolima

DEICI VIVIANA REINA ZULUAGA

eMs. Ciencia y Tecnología Agroindustrial, Universidad del Tolima

ANGIE KATHERINE HOMEZ JARA

eMs. Ciencia y Tecnología Agroindustrial, Universidad del Tolima

SALOMÉ DAYANA LÓPEZ CORCHO

eMs. Ciencia y Tecnología Agroindustrial, Universidad del Tolima

MIGUEL ANGEL MONTEALEGRE GUZMAN

Ingeniero Agroindustrial, Universidad del Tolima

ANDREE STEVEN ÁLVAREZ GONZÁLES

eMs. Ciencia y Tecnología Agroindustrial, Universidad del Tolima



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

COMITÉ CIENTIFICO

JONH JAIRO MENDEZ ARTEAGA

PhD. Ciencias Químicas, Director Oficina de Investigaciones, Universidad del Tolima.

JAIRO GARCÍA LOZANO

PhD. Ciencias Agrarias, Decano Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

ISABEL CRISTINA PAZ ASTUDILLO

PhD. Ingeniería – Automática, Profesora Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

JAQUELINE CHICA LOBO

cPhD. Agroecología, Profesora Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

WALTER MURILLO ARANGO

PhD. Ciencias Químicas, Profesor Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima.

MARTHA DEL PILAR LOPEZ HERNANDEZ

MSc. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Investigadora AGROSAVIA

ANGELICA NATHALIE GUARNIZO PUENTES

cPhD. Ciencias Agrarias, Investigadora, Universidad del Tolima

JAIME DANIEL BUSTOS VANEGAS

PhD. Ingeniería Agrícola, Profesor Catedrático e Investigador, Universidad del Tolima

LUISA FERNANDA QUIROGA

cPhD. Ciencias Agrarias, Universidad del Valle

CLAUDIA PATRICIA VALENZUELA REAL

MSc. Ingeniería Agrícola, Profesora Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

DAVID SANTIAGO RIVEROS GALÁN

cPhD. Bioingeniería, Universidad de Lovania Catedrático e Investigador, Universidad del Tolima

LUIS DANIEL DAZA RAMIREZ

MSc. Ciencia de los Alimentos, Profesor Catedrático e Investigador, Universidad del Tolima.

HERNAN JAIR ANDRADE CASTAÑEDA

PhD. Agroforestería Tropical, Profesor Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

PRESENTACIÓN

Durante los últimos años la Gobernación del Tolima en convenio con la Universidad del Tolima han desarrollado proyectos financiados por el Fondo de Ciencia y Tecnología del Sistema General de Regalías en dos especies que presentan una alta apuesta exportadora: Aguacate Hass y Cacao; “DESARROLLO DE CONOCIMIENTO PARA LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN Y POSCOSECHA DEL AGUACATE HASS EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA” y “DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL CACAO EN EL TOLIMA” resultados de investigación que se presentaron a todos los sectores interesados, con el fin de mostrar los avances desarrollados en el departamento y el acompañamiento de investigadores internacionales de alta y reconocida trayectoria.

La cita fue en Ibagué entre el 12 y 15 de agosto de 2019, una semana dedicada a la ciencia y tecnología, los primeros dos días la temática estuvo centralizada en desarrollos para aguacate Hass, posteriormente se desarrolló para cacao, de acuerdo a las siguientes líneas temáticas:

Aguacate Hass

- Estrés biótico y abiótico
- Floración y fenología
- Poscosecha y procesamiento
- Nuevas tecnologías

Cacao

- Cambio climático y resiliencia
- Riego y nutrición
- Poscosecha y procesamiento
- Manejo integrado del cultivo

El evento contó con conferencistas expertos de distintos países del mundo, entre ellos: Brasil, Colombia, México, Perú, Francia y Reino Unido y estuvo dirigido a productores, técnicos, comunidad científica y público en general, nacional e internacional, que actualizaron su conocimiento sobre estas especies de interés mundial.



Este congreso fue un primer encuentro entre academia, sector productivo e instituciones gubernamentales para el reconocimiento de varios trabajos realizados en estas especies cultivadas en el trópico, sin embargo, esperamos continuar realizando encuentros periódicos que permitan:

- Identificar los principales retos y oportunidades presentados en el sector productivo, poscosecha y de transformación de productos tropicales.
- Generar una red de intercambio de conocimiento y experiencias entre la comunidad científica, el sector productivo, la industria y las entidades gubernamentales en torno a la solución de problemáticas derivadas de la producción en el trópico.
- Evidenciar la tecnología de vanguardia usada en los diferentes ejes de la cadena productiva de especies tropicales con el fin de plantear tendencias y conocimientos futuros del sector.
- Incrementar la visibilidad de los productos del trópico.



El éxito del evento fue evidente pues se superó el número de participantes esperados, más de 800 asistentes estuvieron durante la jornada completa, de diferentes lugares del país, de todos los sectores productivos, asistentes técnicos, agroindustria, investigadores, académicos, entre otros. Para fortalecer los conocimientos de todos los asistentes, se efectuaron quince conferencias magistrales y se socializaron más de 60 trabajos de investigación elaborados por distintas instituciones de carácter nacional e internacional.

Esta oportunidad fue posible gracias a la inversión en Ciencia y Tecnología realizada por la Gobernación del Tolima, durante el trienio 2017.- 2019 con un aporte de recursos por valor aproximado de cinco mil millones, lo cual permitió el desarrollo de grandes avances en investigación, el fortalecimiento en equipos y la transferencia de tecnología al sector productivo.

CONTENIDO

AGUACATE HASS	13
PROGRAMACIÓN.....	14
<i>Lunes 12 de agosto de 2019.....</i>	<i>14</i>
<i>Martes 13 de agosto de 2019.....</i>	<i>15</i>
CONFERENCIAS	16
<i>Modelos de predicción del desarrollo floral y fruto del aguacate</i>	<i>17</i>
<i>Removedores de etileno para prolongar la vida poscosecha del aguacate</i>	<i>18</i>
<i>Aprovechamiento de residuos del sector agrario.....</i>	<i>19</i>
<i>Desarrollo y Maduración de Frutas: Una perspectiva molecular.....</i>	<i>20</i>
<i>Fisiología reproductiva y comportamiento del Aguacate Hass bajo condiciones tropicales</i>	<i>21</i>
<i>Heterogeneidad en la madurez de los frutos de aguacate en el árbol y avances para su medición con imágenes híper-espectrales</i>	<i>22</i>
PONENCIAS ORALES	23
<i>Plataforma informática para manejar la nutrición del aguacate ‘Hass’ y ‘Méndez’ en México</i>	<i>24</i>
<i>Estimación de parámetros de calidad poscosecha a partir de imágenes hiperespectrales en aguacate Hass (Persea americana Mill)</i>	<i>25</i>
<i>Efecto del incremento en las concentraciones de Caseinato de Sodio sobre las propiedades reológicas interfaciales de espumas obtenidas a partir de emulsiones de aceites de aguacate (Persea americana)</i>	<i>26</i>
<i>La logística de poscosecha en la agrocadena del aguacate en el Tolima: diagnóstico y alternativas de mejora</i>	<i>27</i>
<i>Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguacate Hass de la zona de Quindío sometidos a pretratamiento con cera y almacenamiento en frío</i>	<i>28</i>
<i>Estudios preliminares de los efectos del ácido cítrico y exposición a microondas sobre la actividad enzimática, vida de anaquel y viabilidad económica del puré de Aguacate Hass congelado</i>	<i>29</i>
POSTER	30
• Poscosecha y Procesamiento	31
<i>Modelación de la agrocadena del aguacate Hass del Tolima (Estructura y lazos de interacción)</i>	<i>31</i>
<i>Aprovechamiento sostenible del aguacate (Laurus persea L.) producido en los</i>	

montes de maría para la obtención de productos de valor agregado	32
Valorización de los subproductos del aguacate mediante la obtención de extractos antioxidantes para aceites comestibles, empleando una técnica de extracción emergente.....	33
Determinación del momento óptimo de cosecha de aguacate Hass para los municipios de Palocabildo y Fresno	34
Efecto de la temperatura de almacenamiento y la zona de producción en la maduración del aguacate Hass (<i>Persea americana</i> Mill) producidos en el departamento del Tolima (Colombia)	36
Diagnóstico nutrimental de la pulpa durante el desarrollo del fruto de aguacate 'Méndez'	37
Evaluación de radiación gamma como tratamiento fitosanitario en la calidad poscosecha de aguacate has (<i>Persea americana</i> mill)	38
• Nuevas Tecnologías	39
Validación de técnicas para desarrollo de un protocolo de infección en raíz con <i>Phytophthora cinnamomi</i> en aguacate	39
Efecto del silicio soluble en la actividad de la enzima pod como respuesta de defensa del aguacate Hass frente a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands.....	40
Efecto de la inducción de resistencia sobre la respuesta de defensa en plantas de aguacate Hass inoculadas con <i>Phytophthora cinnamomi</i>	41
• Floración y Fenología.....	42
Incremento del amarre y retención de frutos en aguacate "Hass" con el uso de un bioestimulante a base de citoquinina y ácidos carboxílicos	42
Identificación de los estadios fenológicos según la escala BBCH del aguacate (<i>Persea americana</i> mill.) variedad Hass, en la zona norte del departamento del Tolima.	43
• Estrés Biótico y Abiótico	44
Efecto de volátiles producidos por cuatro rizobacterias frente a <i>Phytophthora cinnamomi</i>	44
CACAO	46
PROGRAMACIÓN.....	47
Miércoles 14 de agosto del 2019	47
Jueves 15 de agosto del 2019	48
CONFERENCIAS	49
Retos agronómicos para incrementar la calidad y cantidad de la producción de cacao en el contexto del cambio climático	50
Relación ambiental del genotipo X en cacao: Aspectos fisiológicos y productivos	51

<i>Método instrumental experimental para determinar grado de fermentación de granos de cacao</i>	<i>53</i>
<i>Situación de la cacaocultura en el Tolima, perspectivas y retos.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecofisiología de cacao con énfasis en el manejo de agua y nutrición</i>	<i>55</i>
<i>Cadmio en los agroecosistemas cacaoteros: mecanismos, opciones de manejo y experiencias.....</i>	<i>56</i>
PONENCIAS ORALES	57
<i>Uso de cáscara de cacao (Theobroma cacao) como potencial bioadsorbente para la remoción de arsénico en fuentes hídricas</i>	<i>58</i>
<i>Enfoque unidimensional para la modelización de la transferencia de humedad y calor en el secado de granos de cacao</i>	<i>59</i>
<i>Aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica de la cadena del cacao, un camino a la bioeconomía circular</i>	<i>60</i>
<i>Evaluación técnica y económica de la implementación de un sombrío transitorio artificial en el establecimiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.).....</i>	<i>62</i>
<i>Inhibidores y potencializadores de la transferencia de tecnología en cadenas productivas agropecuarias: caso de la cadena de cacao en el Tolima</i>	<i>63</i>
POSTER	64
• <i>Cambio climático y resiliencia</i>	<i>65</i>
<i>Crecimiento, respiración y cambios fisicoquímicos durante la maduración de materiales de cacao en Colombia</i>	<i>65</i>
<i>Manejo agroecológico de cacao en sistemas agroforestales</i>	<i>66</i>
• <i>Riego y nutrición</i>	<i>67</i>
<i>Comportamiento de flujos de savia en dos variedades de Theobroma cacao en dos zonas agroecológicas.....</i>	<i>67</i>
<i>Metodología para la construcción de curvas Presión/Volumen de variedades de cacao (Theobroma cacao) para la determinación de tolerancia al déficit hídrico</i>	<i>68</i>
• <i>Poscosecha y procesamiento</i>	<i>69</i>
<i>Efecto del proceso de pre-acondicionamiento de los granos de cacao en la calidad final del grano</i>	<i>69</i>
<i>Carta de color para la fermentación de cacao Theobroma cacao L.</i>	<i>70</i>
<i>Diseño experimental para estudiar el efecto de los materiales comerciales de cacao en Colombia y su origen en el rendimiento de extracción de pectina a partir de las cáscaras de cacao.....</i>	<i>71</i>
<i>Valorización de la cascara de la semilla del cacao mediante la obtención de antioxidantes naturales para aceites comestibles</i>	<i>72</i>
<i>Efecto de aislados del género Bacillus sp sobre la fermentación de los granos de cacao clon ccn51 en el Tolima</i>	<i>73</i>

<i>Estimación de la resistencia de ocho levaduras gras, a la dinámica bioquímica de la fermentación del cacao, para la selección de microorganismos potenciales para la generación de un iniciador microbiológico.....</i>	<i>74</i>
<i>Colector térmico solar para el secado del cacao (Theobroma cacao L.)</i>	<i>75</i>
<i>Identificación de familias de compuestos de volátiles producidos por levaduras aisladas de fermentaciones espontáneas de cacao en Santander</i>	<i>76</i>
<i>Evaluación de las propiedades reológicas de pastas de chocolate</i>	<i>77</i>
<i>Evaluación de la calidad final de mezclas de clones de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	<i>78</i>
<i>Evaluación de fermentadores a escala piloto en la calidad final de una mezcla de clones de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	<i>79</i>
<i>Diseño industrial de secador tipo marquesina para los productores de cacao en el departamento del Tolima.....</i>	<i>80</i>
<i>Identificación de familias de compuestos de volátiles producidos por levaduras aisladas de fermentaciones espontáneas de cacao en Santander</i>	<i>81</i>
<i>Evaluación de la fermentación de cacao en dos tipos de fermentadores</i>	<i>82</i>
<i>Estandarización de un protocolo para la fermentación del cacao (Theobroma cacao L.) para mejorar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del grano en la región de los Montes de María en el departamento de Bolívar</i>	<i>83</i>
<i>Identificación de una estrategia para mejorar el proceso de fermentación del theobroma cacao L. para La Finca la solita de la asociación de cacaoteros de belén de umbría (asocacao b.u.) en Risaralda.....</i>	<i>84</i>
• Social	85
<i>La estimación de la adopción y la evaluación de impacto de dos ofertas tecnológicas generadas por Agrosavia para el cultivo de cacao en el departamento de Tolima</i>	<i>85</i>
<i>Métodos participativos para la caracterización y localización de zonas geográficas productoras de cacao de Chaparral – Tolima</i>	<i>86</i>
<i>Planificación de las experiencias en el marco de la construcción ruta del cacao.....</i>	<i>87</i>
<i>Percepción de productores sobre daños causados por vertebrados en cultivo de cacao, base para una propuesta de control</i>	<i>88</i>
• Manejo Integrado	89
<i>Caracterización morfológica, molecular y patogénica de aislados de Phytophthora palmivora que causan podredumbre negra de cacao en cacao en Colombia.....</i>	<i>90</i>
<i>Respuesta de los frutos de los clones seleccionados de cacao a la inoculación con Phytophthora palmivora BUTLER.....</i>	<i>91</i>



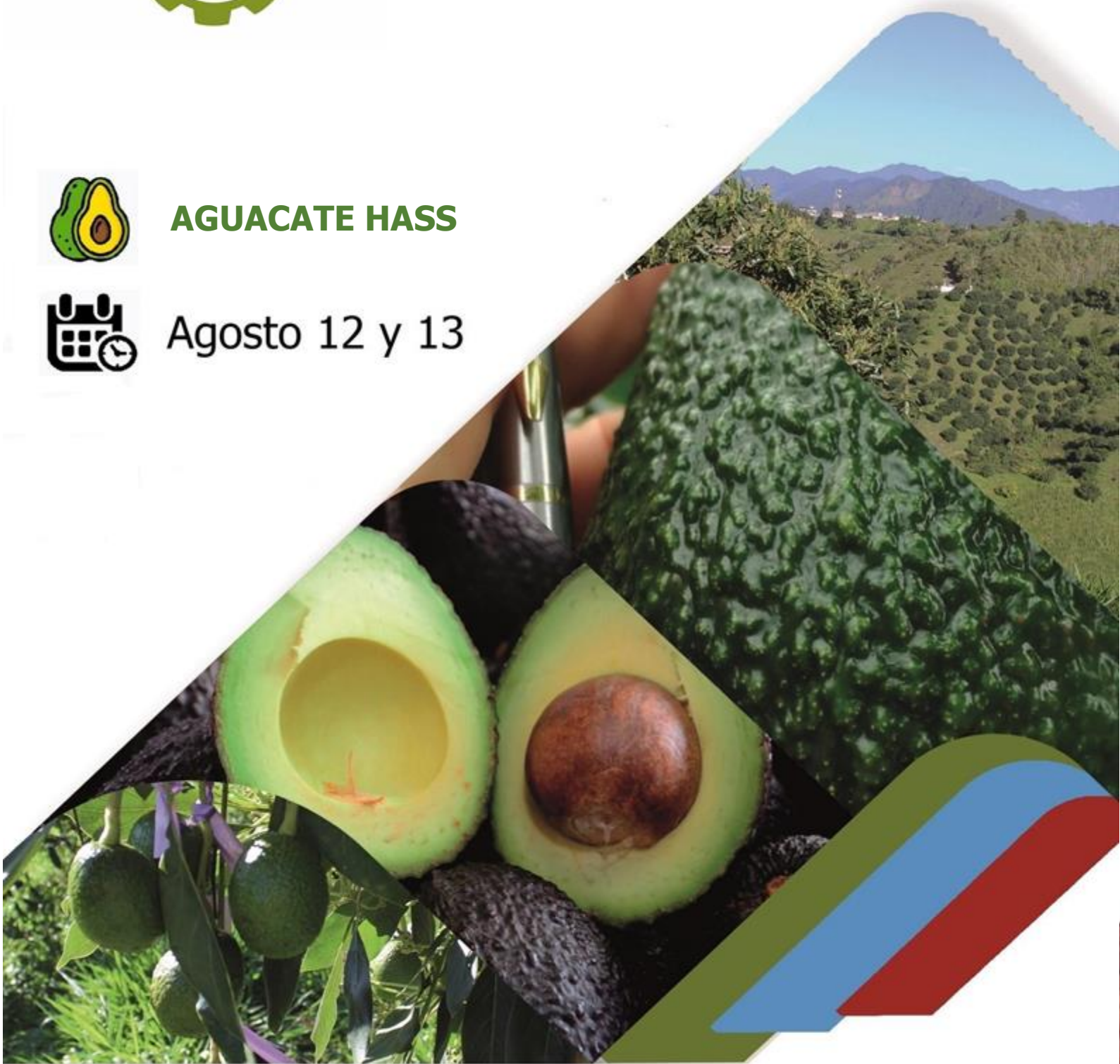
CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO



AGUACATE HASS



Agosto 12 y 13



PROGRAMACIÓN

Lunes 12 de agosto de 2019

7:00-8:30 am	Inscripción y registro de asistentes
8:30-10:30 am	Acto de Bienvenida
10:30-11:00 am	Refrigerio
11:00-12:00 m	<i>"Modelos de predicción del desarrollo floral y fruto del aguacate"</i> – Conferencia magistral PhD. Arturo Álvarez Bravo INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (México)
12:00-2:00 pm	Almuerzo Libre
2:00-3:00 pm	<i>"Principales plagas y enfermedades del aguacate con énfasis a la interacción entre los coleópteros ambrosiales y la Pudrición de raíces"</i> – Conferencia magistral PhD. Hamilton Oliveira Universidad federal de Viçosa (Brasil)
3:00-4:00 pm	<i>"Removedores de etileno para prolongar la vida poscosecha del aguacate"</i> – Conferencia magistral PhD. Martín Ernesto Tiznado Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (México)
4:00-4:30 pm	Refrigerio
4:30-5:30 pm	<i>"Aprovechamiento de residuos del sector agrario"</i> – Conferencia magistral PhD. Ramón Canela Garayoa Universidad de Lleida (España)
5:30-6:30 pm	Visitas y Exposición de Posters

Martes 13 de agosto de 2019

8:00-9:00 am	<i>"Desarrollo y Maduración de Frutas: Una perspectiva molecular"</i> – Conferencia magistral PhD. Martín Ernesto Tiznado Hernández Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (México)
9:00-9:45 am	<i>"Fisiología reproductiva y comportamiento del Aguacate Hass bajo condiciones tropicales"</i> – Conferencia magistral PhD. Jairo García Lozano Universidad del Tolima (Colombia)
9:45-10:15 am	<i>"Plataforma informática para manejar la nutrición del aguacate 'Hass' y 'Méndez' en México"</i> Ponencia Oral – Arturo Álvarez Bravo Samuel Salazar García; Adriana Mellado Vázquez
10:15-10:45 am	Refrigerio
10:45-11:30 m	<i>Heterogeneidad en la madurez de los frutos de aguacate "Hass" en el árbol y avances para su medición con imágenes híperespectrales"</i> – Conferencia magistral cPhD. Jhon Jairo Vega Díaz Universidad Antonio Nariño (Colombia)
11:30-12:00 pm	<i>"Estimación de parámetros de calidad poscosecha a partir de imágenes híperespectrales en aguacate Hass (Persea americana Mill)"</i> Ponencia Oral – Henry Alexander Váquiro Herrera; Angélica Piedad Sandoval Aldana; Luis Daniel Daza Ramirez; Henry Giovany Cardenas Roa; Angie Katherine Homez Jara; Miguel Angel Montealegre
12:00-2:00 pm	Almuerzo Libre
2:00-2:30 pm	<i>"Efecto del incremento en las concentraciones de Caseinato de Sodio sobre las propiedades reológicas interfaciales de espumas obtenidas a partir de emulsiones de aceites de aguacate (Persea americana)."</i> Ponencia Oral – Sergio Andrés Cabrera Navarro; Angélica Sandoval
2:30-3:00 pm	<i>"La logística de poscosecha en la agrocadena del aguacate en el Tolima: diagnóstico y alternativas de mejora"</i> Ponencia Oral – Jaime Alberto Villada Gárces; Omar Arley Arenas Quimbayo; Helga Patricia Bermeo Andrade
3:00-3:30 pm	<i>"Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguacate Hass de la zona de Quindío sometidos a pretratamiento con cera y almacenamiento en frío"</i> Ponencia Oral – Ángela Del Pilar Sánchez Gonzales; Juan Pablo Benítez Franco; Catherin Julieth Bolaños Cartagena; Laura Juliana Bernal Montoya; Claudia Isabel Ochoa Martínez; Carlos Antonio Vélez Pasos; Angélica Piedad Sandoval Aldana
3:30-4:00 pm	Refrigerio
4:00-4:30 pm	<i>"Estudios preliminares de los efectos del ácido cítrico y exposición a microondas sobre la actividad enzimática, vida de anaquel y viabilidad económica del puré de Aguacate Hass congelado"</i> Ponencia Oral – Sebastian Ospina Corral; Catalina Álvarez Campusano; Carlos Eduardo Orrega Alzate
4:30-5:30 pm	Visitas y Exposición de Posters
5:30-6:00 pm	Entrega de certificados y Clausura Lugar: Universidad del Tolima, Terrazas del Bloque 33



CONFERENCIAS

Modelos de predicción del desarrollo floral y fruto del aguacate

PhD. Arturo Álvarez Bravo

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
(México)

El aguacate es el principal producto agrícola que es exportado por México en fresco y procesado a Estados Unidos, Europa y Asia. México oferta poco más del 35% del aguacate que se consume en el mundo, por tanto, el interés en el cultivo es estratégico tanto económica como agrónomicamente. En los últimos años se ha avanzado en el conocimiento de la fenología y fisiología tanto del desarrollo floral como de fruto en los dos cultivares más importantes 'Hass' y 'Méndez'. Mediante modelos de predicción es posible anticipar las etapas fenológicas sensibles e importantes que permiten un manejo focalizado del cultivo. Dichos modelos interactúan con datos meteorológicos de temperatura que recaban estaciones automatizadas en tiempo real, esta tecnología es gratuita y se encuentra disponible 24/7 vía internet. En México se dispone de tecnología (modelos matemáticos y aplicaciones informáticas) para las dos principales regiones productoras de aguacate: Michoacán (cv. Hass) y Jalisco (cv. Méndez) que permiten a los usuarios (productores y técnicos) elaborar planes de manejo de la copa y nutrición para mejorar la calidad de los frutos y maximizar la cosecha. Los modelos matemáticos que explican el desarrollo floral y de fruto de aguacate han demostrado buena precisión en la predicción y se han convertido en una excelente herramienta de planeación agrícola en México. Adicionalmente se dispone de herramientas sencillas para diseñar planes de fertilización de sitio específico, que su uso constante incrementa hasta en 40% el rendimiento.

Removedores de etileno para prolongar la vida poscosecha del aguacate

PhD. Martín Ernesto Tiznado

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (México)

México es el más importante productor y exportador de aguacate Hass del mundo y en este sentido es importante desarrollar tratamientos que logren aumentar la vida poscosecha de este fruto con el fin de poderlo exportar a mercados internacionales lejanos. El fruto de aguacate se clasifica en el grupo de los frutos con un nivel alto de producción de etileno. Debido a esto, es importante eliminarlo para evitar que induza el inicio del fenómeno de la maduración. Las zeolitas son minerales aluminosilicatos con una estructura formada por poros muy pequeños. Debido a esto, se ha demostrado que es capaz de atrapar etileno y evitar que lleve a cabo su función en el fruto. Se desarrollaron películas plásticas de polietileno de baja densidad donde se incorporó zeolita con el fin de observar si podía alargar la vida de anaquel de aguacate Hass. Asimismo, en otro tratamiento se incorporó en una película normal un paquete conteniendo zeolita y permanganato de potasio (KMNO_4). El KMNO_4 es un poderoso oxidante y con la adición, se esperaba que oxidara al etileno que es un alqueno. Además de la zeolita, se esperaba que la película indujera el desarrollo de una atmósfera modificada, lo cual puede alargar la vida de anaquel de los frutos. Se encontró que los mejores tratamientos fueron la película natural sin zeolita y el tratamiento donde se incorporó el sobre con zeolita y KMNO_4 dentro de la bolsa donde se empacó la fruta ya que lograron mantener al fruto en buenas condiciones durante 20 días a siete grados centígrados. Sin embargo, se observó que una vez que los frutos fueron removidos del empaque, inmediatamente maduraron con la misma rapidez que los frutos control. Debido a esto, se sugiere que el fruto de aguacate sea exportado en contenedores sellados con un sobre conteniendo zeolita mezclada con KMNO_4 para mantener a los frutos durante un mayor tiempo en óptimas condiciones de consumo.

Aprovechamiento de residuos del sector agrario

PhD. Ramón Canela Garayoa
Universidad de Lleida (España)

Factores económicos y ambientales están impulsando la llamada Economía Circular y, dentro de ella, a la Bioeconomía Circular. La Bioeconomía Circular pretende emplear recursos biológicos para obtener productos y bienes que, una vez utilizados, reparados, reusados y reciclados, puedan ser reincorporados por alguna de las vías ya conocidas a la producción de nueva biomasa, cerrando con ello un ciclo que solo necesitaría de una única entrada neta de energía que sería aportada por el Sol. Ahora bien, la implantación de dichos procesos necesita de la implicación directa de los principales productores de biomasa, que no son otros que los agricultores, granjeros y propietarios forestales. Ahora bien, el empleo de biomasa para obtener combustibles, materiales y productos químicos base, ha de ser respetuoso con asegurar la seguridad alimentaria de la población y evitar la sobreexplotación de recursos biológicos. Una de las vías para conseguirlo es emplear los residuos biológicos resultantes de las actividades agrícolas y ganaderas para obtener dichos productos. Para tener éxito en este empeño, uno de los factores a resolver es la logística que permita el suficiente acopio de un tipo determinado de residuo y disminuir hasta donde sea posible la temporalización en la producción de dicho residuo, muy usual en dichas actividades. Otro de los factores a resolver es disponer de suficiente material inicial para poder obtener el producto deseado. Una de las posibilidades para hacer frente a los dos retos pasa por centrarnos en los productos mayoritarios contenidos en la biomasa que, en muchos de ellos, no son otros que celulosa, lignina y hemicelulosa. Por ejemplo, actualmente estamos empleando métodos termocatalíticos para transformar la lignina presente en residuos de almazaras en el denominado aceite de lignina, producto con alto contenido en polifenoles y con una alta actividad antimicrobiana.

Desarrollo y Maduración de Frutas: Una perspectiva molecular

PhD. Martín Ernesto Tiznado Hernández

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (México)

En el laboratorio fisiología y biología molecular de plantas que superviso hemos trabajado con la utilización de la herramienta de ADN recombinante para estudiar en frutas la expresión de enzimas que catalizan cambios enzimáticos en la pared celular. En este sentido, hemos analizado los cambios en expresión de tres genes que codifican para diferentes isoenzimas de ramnogalacturonano liasa durante el desarrollo y la maduración del fruto de tomate. Demostramos con este trabajo que el gene con la identificación asignada Solyc11g011300 posee un elemento de respuesta al etileno en la región reguladora. Debido a que este gene muestra una elevada expresión cuando la fruta empieza a producir etileno, se puede concluir que el elemento de respuesta es activo. Además de lo anterior, se crearon dos tipos de plantas transgénicas de tomate. En una de las líneas de transgénicos, se indujo la sobreexpresión de la región codificadora del gene mediante la utilización de un promotor muy activo y constitutivo. La otra línea expresa un constructo donde la región promotora del gene controla transcripcionalmente la expresión del gene que codifica a la enzima glucuronidasa como gene reportero. Se demostró que el promotor es activo principalmente en el fruto de tomate durante el fenómeno de la maduración y senescencia. Asimismo, se demostró que este gene tiene una función en el desarrollo del tubo polínico y se encontró que su sobreexpresión aumenta la vida postcosecha del fruto. En estos momentos, nos encontramos estudiando al fruto transgénico para saber si existen alteraciones en la fisiología de la postcosecha. Mediante revisión de literatura, elaboramos la hipótesis de que la cutícula controla la vida postcosecha de los frutos y consideramos que si logramos manipular a la cutícula lograremos tener frutos con una larga vida de anaquel. Debido a esto, hemos estado estudiando los genes involucrados en la biosíntesis de componentes cuticulares utilizando la secuenciación masiva de la siguiente generación en frutas tropicales como modelo de estudio, con el fin de elucidar el mecanismo molecular de biosíntesis de cutícula. En este sentido ya hemos analizado y demostrado que las expresiones de varios genes del fruto de mango se correlacionan durante la etapa del desarrollo del fruto donde se está realizando activamente la biosíntesis de la cutícula. En la actualidad nos encontramos terminando el análisis del transcriptoma del exocarpo del fruto de guanábana en postcosecha y esperamos pronto iniciar el análisis de los cambios en expresión de los genes ortólogos analizados en el fruto de mango durante diferentes etapas del desarrollo de la guanábana. Con esta investigación esperamos demostrar que existe un mecanismo similar de biosíntesis de los componentes cuticulares en todos los frutos. Asimismo, en un futuro los datos generados en esta investigación permitirán manipular la cutícula de frutos para desarrollar variedades de frutas con una larga vida de postcosecha.

Fisiología reproductiva y comportamiento del Aguacate Hass bajo condiciones tropicales

PhD. Jairo García Lozano
Universidad del Tolima

El aguacate (*Persea americana*), es la cuarta fruta tropical más importante en el mundo (FAO, 2010); el principal país productor y exportador es México con 2.029.886 t (FAOStat 2019). En Colombia, la producción en el año 2018 fue de 544.933 t (Agronet, 2019), de las cuales se estima que el 21% corresponde a la variedad Hass. Un aspecto importante, que potencializa la producción de aguacate variedad Hass en Colombia, son los altos rendimientos que se presentan en el país. Entre los países productores, el mayor rendimiento se reporta para Israel con 11.2 t/ha, seguido por Colombia con 10.8 t/ha y México con 10.1 t/ha (Bernal, 2014). A nivel nacional, los departamentos del Tolima y Antioquia presentan los más altos rendimientos (10 y 10.6 t/ha, respectivamente).

El departamento del Tolima se proyecta como una zona de alto potencial para el cultivo de aguacate Hass, por lo que a través del Plan Frutícola Nacional desarrollado en el año 2006 se fijaron las líneas de investigación a seguir, entre ellas, la importancia de los estudios de fisiología y fenología fueron definidos como de “Muy Alta” prioridad.

El estudio del comportamiento fisiológico del cultivo de aguacate (*Persea americana*) cv Hass, permite establecer la relación entre las variables climáticas presentes en las zonas productoras del norte del departamento del Tolima y la expresión final del crecimiento y desarrollo del árbol durante su ciclo productivo. La interacción genotipo por ambiente del aguacate cv Hass han sido muy estudiada en México y Chile, con resultados muy claros, sin embargo, en Colombia estos estudios son escasos con resultados muy variables. Teniendo en cuenta lo anterior, se está desarrollando el proyecto de investigación titulado “Desarrollo de conocimiento para la generación de tecnologías de producción y poscosecha del aguacate Hass en el departamento del Tolima”, donde el componente orientado a determinar las relaciones entre las condiciones ambientales, la fenología y la dinámica productiva del aguacate Hass, se adelanta en los municipios de Fresno y Palocabildo, en tres diferentes rangos altitudinales: baja (1300 – 1600 msnm), media (1600-1900 msnm) y alta (1900-2200 msnm).

En cada zona de estudio se está realizando la caracterización de las condiciones ambientales incluyendo el criterio de balance hídrico a nivel del predio. En las plantas, se monitorea en tiempo real el flujo de savia, con el fin de identificar al detalle la presencia de periodos de reposo y ralentización del movimiento del agua a través de la planta, al igual que la dinámica de los almidones y la posible presencia de estrés hídrico (aumentos en la concentración de ABA), de acuerdo con las variaciones estacionales de las lluvias. Mensualmente, se evalúa el intercambio de gases mediante curvas diurnas acorde a la etapa fenológica (reposo, brotación vegetativa, brotación generativa, fructificación). En cada caso y por cada uno de los tres sitios, se hace el seguimiento de las fases fenológicas por unidades productivas. Al final del proyecto se obtendrán fenogramas por piso altimétrico (gráficos de la presencia y duración de los diferentes estadios de desarrollo de la copa y la raíz) que permitirán orientar la toma de decisiones agronómicas como época estimada de cosecha, momento de cosecha, poda, uso de fertilizantes, manejo preventivo de enfermedades y plagas, entre otros

Heterogeneidad en la madurez de los frutos de aguacate en el árbol y avances para su medición con imágenes híper-espectrales

cPhD. Jhon Jairo Vega Díaz
Universidad Antonio Nariño

Para los agricultores se dificulta la determinación del momento óptimo de cosecha del fruto de aguacate variedad "Hass" con fines de exportación; una de las causas principales es la heterogeneidad de su madurez en el árbol, la cual es medida con métodos destructivos en términos de porcentaje de materia seca (M.S.). Para evidenciar el nivel de heterogeneidad se realizó una medición del porcentaje de materia seca de todos los frutos de un árbol en temporada de cosecha, en el municipio de Fresno-Tolima, concluyendo que en el árbol hay frutos en un rango del 22% M.S.. Por tanto, para mejorar la clasificación de la madurez de la fruta con fines de exportación, se desarrolló un modelo predictivo para determinar el porcentaje de materia seca del fruto recién cosechado, con el uso de imágenes híper-espectrales, tomadas con una cámara Pika XC2, del rango visible en infrarrojo cercano, en condiciones controladas. El modelo de predicción usa la regresión lineal múltiple, donde la variable dependiente es el porcentaje de materia seca y las variables independientes son los valores espectrales por longitud de onda, el porcentaje de materia seca se determinó en laboratorio mediante desecación en horno y el espectro del fruto corresponde a el valor promedio de la reflectancia transformado a la segunda derivada de los valores de absorbancia; Los algoritmos usados fueron: regresión lineal múltiple (MLR), regresión con componentes principales (PCR), regresión con mínimos cuadrados parciales (PLS), regresión lineal con máquina de soporte vectorial (SVRL) y regresión con redes neuronales (NN); Para reducir el número de bandas del espectro se calculó los valores beta de un modelo lineal mediante máquina de soporte vectorial y se eliminó de forma recurrente de la banda con menor valor Beta seleccionando las bandas con mayor valor de R^2 en validación cruzada. Los algoritmos fueron entrenados con 584 fotos de 304 frutos, el espectro correspondió a 95 bandas. El valor de R^2 para cada modelo fue: en validación cruzada MLR=0.89, PCR=0.70, PLS=0.8, SVRL=0.89 y test NN=0.94; El valor de RMSE para cada modelo fue: en validación cruzada MLR=2.75, PCR=4.53, PLS=3.67, SVRL=2.74 y test NN=8.63. Como conclusiones los frutos de aguacate presentan heterogeneidad de maduración en el árbol y el uso de imágenes híper espectrales para predecir el contenido de materia seca de los frutos de aguacate, recién cosechados, es un método viable y como próximos pasos a seguir se va a refinar el modelo de predicción con un mayor número de datos y se va a validar en otras regiones con condiciones climáticas diferentes.



PONENCIAS ORALES

Plataforma informática para manejar la nutrición del aguacate 'Hass' y 'Méndez' en México

Arturo Álvarez Bravo; Samuel Salazar García; Adriana Mellado Vázquez
INIFAP

RESUMEN

Las tecnologías de la información se han convertido en una herramienta importante para la toma de decisiones en el sector agrícola. El grupo multidisciplinario de investigación en ecofisiología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Nayarit en México ha desarrollado una plataforma informática que integra diversos programas de cómputo que permiten:

- Calcular la cantidad de nutrimentos removidos por la cosecha de aguacate a nivel de árbol o huerto. Este dato es la cantidad base (mínima) a considerar en el plan de fertilización al suelo.
- Diagnosticar la condición nutrimental de los huertos basado en el contenido de nutrimentos en la hoja o en la pulpa del fruto. Esto permite monitorear la condición nutrimental y hacer ajustes en el plan de fertilización.

La adopción de estos instrumentos tecnológicos permite a los productores y técnicos aumentar la productividad al suministrar sólo la cantidad de nutrimentos necesarios para mantener la productividad de los huertos y evitar la contaminación ambiental por la fertilización excesiva o desbalanceada. Los huertos con un manejo de la nutrición focalizado tienen mejor producción y mayor calidad de fruto. Esta tecnología se encuentra disponible en internet y puede ser consultada de forma gratuita los 365 días del año, desde un celular, tableta o computadora.

PALABRAS CLAVES: Agromática; fertilización de sitio específico.

Estimación de parámetros de calidad poscosecha a partir de imágenes hiperespectrales en aguacate Hass (*Persea americana* Mill)

Henry Alexander Váquiro Herrera; Angélica Piedad Sandoval Aldana; Luis Daniel Daza Ramirez; Henry Giovany Cardenas Roa; Angie Katherine Homez Jara; Miguel Angel Montealegre Guzmán
Universidad del Tolima

RESUMEN

Imágenes hiperespectrales obtenidas en un rango de longitud de onda entre 400 y 1000 nm, fueron usadas para modelar los cambios en la firmeza, diferencia total de color y pérdida de peso de aguacate Hass en dos condiciones de almacenamiento, T1 y T2. Dichas condiciones, representaron el manejo realizado a nivel nacional (temperatura ambiente) y en el proceso de exportación (5 °C durante 28 días y maduración a 20 °C), respectivamente.

Con el fin de analizar las propiedades espectrales de los frutos, fue usada la regresión escalonada para identificar un modelo lineal multivariado en función de las longitudes de onda con mayor influencia para cada propiedad evaluada. Se obtuvieron 106 imágenes hiperespectrales de los frutos durante el almacenamiento, el 50% de las cuales fueron destinadas para el entrenamiento del modelo y el restante para la validación. La capacidad de ajuste de los modelos resultantes fue evaluada con base en el coeficiente de determinación ajustado.

Los modelos presentaron un ajuste mayor al 78% para los datos de entrenamiento y mayor al 74% para los datos de validación. Sin embargo, la validación para la pérdida de peso en condición de manejo nacional solo logro predecir el 41% del total de los datos. El presente estudio demostró que un modelo lineal multivariado desarrollado a partir de información espectral permite la adecuada estimación de los cambios en la firmeza y la diferencia total de color en los tratamientos poscosecha evaluados. Lo cual, evidencia el potencial de la técnica como herramienta para la toma asertiva de decisiones.

PALABRAS CLAVES: Aguacate Hass, diferencia total de color, regresión escalonada, poscosecha, firmeza.

Efecto del incremento en las concentraciones de Caseinato de Sodio sobre las propiedades reológicas interfaciales de espumas obtenidas a partir de emulsiones de aceites de aguacate (*Persea americana*)

Sergio Andrés Cabrera Navarro; Angélica Piedad Sandoval Aldana
Universidad de Antioquia; Universidad del Tolima

RESUMEN

Las espumas han sido propuestas por la cocina molecular, como una técnica alternativa que busca recrear nuevos sabores y sensaciones, el objetivo principal de la investigación fue generar espumas a partir de emulsiones de aceite de aguacate (O/W), pues este último posee altas cualidades nutricionales. Inicialmente las emulsiones fueron elaboradas a partir de diferentes concentraciones de proteína (Caseinato de Sodio).

El efecto del incremento de los contenidos del Caseinato sobre la formación de espuma fue comparado frente a datos de las tensiones superficiales, observando que al aumentar las concentraciones de la proteína, se genera una disminución progresiva en los valores finales de la tensión, eventualmente esta acción mejora la formación de espuma, pues los ensayos llevados a cabo en un Foamskan (Teclis, Francia) utilizando nitrógeno como gas, demostraron que incrementar el Caseinato, aumenta proporcionalmente la estabilidad, ya que los valores obtenidos luego de utilizar la proteína al 3.6% (p/v), alcanzaron una estabilidad de 228 segundos con un nivel máximo de expansión de la espuma de 174.37 ml, mientras que al aplicar concentraciones de 5.6% (p/v), fue posible lograr el valor más alto de estabilidad 801.57 s y una expansión máxima de 243.54 ml.

De igual forma los estudios reológicos interfaciales, los cuales fueron llevados a cabo en un tensiómetro de gota (Teclis, Francia) demostraron que tales espumas poseen un carácter predominantemente viscoso G'' , sin embargo fue posible detectar que al aumentar la concentración de Caseinato hasta 5.6%, se logra un valor de la componente de almacenamiento G' de 2.45 mN/m, el cual supera al del módulo de pérdida G'' con 0.48 mN/m. Finalmente se propuso aplicar mezclas con hidrocoloides, encontrando que la adición de Goma Xantan, mejora notablemente la estabilidad de las espumas, pues alcanzo tiempos de 6500 s y modifico significativamente los valores de los módulos viscoelásticos.

PALABRAS CLAVES: Reología interfacial, componente almacenamiento G' y viscoso G'' , tensiones superficiales.

La logística de poscosecha en la agrocadena del aguacate en el Tolima: diagnóstico y alternativas de mejora

Jaime Alberto Villada Gárces; Omar Arley Arenas Quimbayo; Helga Patricia Bermeo Andrade
SENA, Centro de Comercio y Servicios Regional Tolima

RESUMEN

Uno de los puntos críticos en las agrocadenas de alimentos en fresco es el manejo adecuado poscosecha del producto, a lo largo de todos los eslabones que componen su cadena de suministro hasta el consumidor final. El mal manejo trae consigo pérdida de producto y sobre costos operativos y logísticos. Este trabajo presenta los resultados del estudio y caracterización de la labor de poscosecha del aguacate en el norte del Tolima, desde el punto de vista operativo, logístico y tecnológico, basado en la consulta a productores y transportistas y acopiadores.

El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, evidenció tres hallazgos importantes: a) el tamaño de la unidad productiva se vincula con un diferenciado manejo de las buenas prácticas agrícolas y logísticas, b) el grado de integración de las TI es generalizadamente bajo a nivel de fincas, c) el nivel de trazabilidad de la fruta es mínimo y no hay medios que integren el actuar de los eslabones que participan en su cadena de valor.

Estos hallazgos sirvieron de base para el diseño de herramientas informáticas que constituyen una solución novedosa y de base tecnológica para apoyar la modernización e internacionalización de esta Agrocadena en la Región. La primera orientada a la apoyar la administración general de finca, y la segunda, enfocada hacia la sistematización de la gestión operativa y logística intrafinca, en consideración de las interacciones de ésta con los demás eslabones de la cadena de suministro, con los que interactúa: proveedores, distribuidores/acopiadores.

PALABRAS CLAVES: Logística, Herramientas informáticas, Cadena de Suministro, Aguacate Hass.

Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguacate Hass de la zona de Quindío sometidos a pretratamiento con cera y almacenamiento en frío

Ángela Del Pilar Sánchez Gonzales; Juan Pablo Benítez Franco; Catherin Julieth Bolaños Cartagena; Laura Juliana Bernal Montoya; Claudia Isabel Ochoa Martínez; Carlos Antonio Vélez Pasos; Angélica Piedad Sandoval Aldana
Universidad del Valle; Universidad del Tolima

RESUMEN

El aguacate Hass está posicionado como la variedad con el contenido más alto de aceite y la de mejores características organolépticas. En Colombia para el año 2016, se convirtió en el segundo producto agrícola en fresco de mayor exportación. Teniendo en cuenta que las condiciones del proceso poscosecha son los parámetros que garantizan la calidad final del fruto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de un pretratamiento con cera y la temperatura de refrigeración sobre el comportamiento fisicoquímico del aguacate Hass de exportación de la zona de Quindío.

Se utilizó un diseño factorial 22 de bloques. Los factores correspondieron al pretratamiento (con o sin cera) y a la temperatura de refrigeración (7 y 13 °C; 80% HR). Los frutos se almacenaron durante 20 días para simular el proceso de exportación del aguacate a Europa, evaluando las propiedades fisicoquímicas cada 5 días. Posteriormente se sometieron a una maduración acelerada a 20 °C y 90% H.R hasta lograr un grado de madurez 5.

Las variables de respuesta analizadas fueron pérdida de peso, color, firmeza, pH, contenido de aceite y daños externos e internos. Con respecto al factor pretratamiento con cera se observó un efecto significativo sólo en la pérdida de peso; mientras que el factor temperatura tuvo un efecto significativo en las variables de pérdida de peso, firmeza, contenido de aceite, color y pH. La temperatura 7°C fue la condición que mejor retrasó la maduración durante el almacenamiento en frío a 20 días, presentó menor pérdida de peso e índice de daños internos; mientras que la temperatura a 13°C aceleró el viraje del color de la cáscara de verde a púrpura un 50% y 75% en el día 15 y 20 respectivamente y presentó mayor índice de daños internos como antracnosis y pudrición de pedúnculo durante la maduración acelerada.

PALABRAS CLAVES: Aguacate Hass; características fisicoquímicas; cera; almacenamiento en frío; maduración.

Estudios preliminares de los efectos del ácido cítrico y exposición a microondas sobre la actividad enzimática, vida de anaquel y viabilidad económica del puré de Aguacate Hass congelado

Sebastian Ospina Corral; Catalina Álvarez Campusano; Carlos Eduardo Orrega Alzate
Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

La demanda de puré de aguacate crece con el aumento de la demanda de sabores de frutas y el consumo de alimentos saludables. El uso de aditivos es una práctica común y casi obligatoria en la industria alimentaria; sin embargo, estos compuestos generalmente tienen impactos en la salud y un alto costo económico dentro del proceso. Cuando se corta el aguacate, inmediatamente comienzan reacciones de pardeamiento enzimático, que tienen efectos negativos sobre las cualidades organolépticas de la fruta y los productos derivados.

El objetivo de este estudio fue encontrar el efecto del uso de limón combinado con ácido cítrico o una exposición a microondas en la actividad enzimática y el pardeamiento del puré de aguacate Hass, así como el efecto de las condiciones de almacenamiento congelado durante su vida útil. El puré de aguacate se mezcló con jugo de limón (1% w/w) para evitar el pardeamiento temprano y luego se mezcló con ácido cítrico (0.5% w/w) o fue sometido a un tratamiento de microondas (11 W/g). El tratamiento con ácido cítrico redujo la actividad enzimática (en comparación con la fruta fresca) en $85.3 \pm 3\%$ y $51.94 \pm 2\%$ para PPO y POD, respectivamente. Mientras que, para el tratamiento con microondas, las reducciones en esas actividades fueron de $98.9 \pm 0.5\%$ y $94.46 \pm 2\%$ para PPO y POD, respectivamente, reduciendo el cambio de color total, el cual no cambia de forma notable incluso después de seis meses de almacenamiento en temperaturas de -10 a -18°C .

Se llevó a cabo una simulación de proceso seguida de un breve análisis económico y ambiental para conocer la viabilidad de un proceso industrial utilizando uno de estos métodos. Se encontraron los niveles de producción en donde la operación puede ser viable y se evaluaron sus impactos ambientales.

PALABRAS CLAVES: Puré de aguacate, pardeamiento enzimático, vida de anaquel, congelamiento, simulación.



POSTER

- **Poscosecha y Procesamiento**

Modelación de la agrocadena del aguacate Hass del Tolima (Estructura y lazos de interacción)

Yorladys Martínez Aroca; Nelson Javier Tovar; Helga Patricia Bermeo Andrade
Universidad de Ibagué

RESUMEN

La internacionalización de productos frescos ha puesto una enorme presión sobre las cadenas de suministro de agroalimentos (CSA). Dadas sus características particulares como la perecibilidad de los productos, los altos porcentajes de pérdidas, la estacionalidad y variabilidad de la demanda y los precios, la ubicación de los productores y de los centros de acopio y comercialización, la poca disponibilidad de medios de transporte eficientes, los tratados de libre comercio y la aplicación de nuevas normas fitosanitarias para la exportación; su estudio no es una tarea fácil para los académicos. Uno de los primeros pasos en esta dirección, es comprender las interacciones y variables que determinan el funcionamiento de cada uno de los actores que conforman estas CSA. Este estudio presenta en detalle el modelo con el cual se recrea bajo ambiente virtual, la estructura y lazos de interacción presentes en la agrocadena del aguacate hass en el norte del Tolima (CSAT). El abordaje se ha hecho bajo el concepto de agro cadenas sostenibles, en el cual se toman en cuenta variables económicas, sociales y ambientales. Este modelo es la base con el cual se está estudiando de manera prospectiva y con herramientas de simulación de dinámica de sistemas, la sostenibilidad en la CSAT frente a su proceso de internacionalización.

PALABRAS CLAVE: Agrocadena, dinámica de sistemas, Aguacate Hass.

Aprovechamiento sostenible del aguacate (*Laurus persea L.*) producido en los montes de maría para la obtención de productos de valor agregado

Diana Echeverri Arango; Margarita Jiménez Escalante; Leanny Tejada Benítez;
Liset Paola Mallarino Miranda
Centro Agroempresarial y Minero

RESUMEN

El departamento de Bolívar, específicamente la región de Montes de María, se caracteriza por la alta actividad agrícola, y entre los productos que se cultivan se destaca el aguacate, con una producción cercana a las 35.000 toneladas anuales. Sin embargo, un gran porcentaje de esta producción se daña continuamente debido a que esta especie es muy vulnerable a los efectos del clima, no hay infraestructura de producción, las vías de comunicación entre las zonas de cultivo y los comercializadores no son adecuadas para transportar la cantidad que se produce antes de que el producto se deteriore, o porque la cadena de valor es muy informal. Por otro lado, el consumo de su fruto genera cerca de un 30% de subproductos no comestibles, correspondientes a cáscaras y semillas que por lo general son descartadas como residuos y que son potencialmente aprovechables. El presente proyecto busca desarrollar tipologías de procesamiento para el aprovechamiento sostenible del aguacate Criollo-Antillano que se cultiva en la región de los Montes de María, mediante la valorización de su pulpa, cáscara y semilla. La metodología a seguir está encaminada a la transformación de la materia prima y posterior caracterización de la misma. Se llevará a cabo extracción de la pulpa y cáscara por medio de soxhlet y sistema discontinuo a temperatura ambiente para la obtención de aceites esenciales y clorofila respectivamente. Además, por medio de pirolisis se obtendrá de la semilla del aguacate biocarbón como alternativa en los procesos de adsorción. Como productos esperados se tiene una alta concentración de aceites esenciales de la pulpa y de pigmentos en la cascara del aguacate y un mediano porcentaje de carbono en el biocarbón obtenido de la semilla. Se espera que los productos sean aprovechables en diferentes aplicaciones a nivel cosmético e industrial con el fin de contribuir al desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVES: Aguacate; Aprovechamiento; Valorización; Desarrollo sostenible.

Valorización de los subproductos del aguacate mediante la obtención de extractos antioxidantes para aceites comestibles, empleando una técnica de extracción emergente

Wilson Polania Barreto; Luis Ignacio Rodríguez Varela; Diego Miranda
Lasprilla; Fabián Parada Alfonso
Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

Se estudió la posibilidad de obtener extractos capaces de proteger la oleína de palma (OP) y la carne de res cruda (CR) de la oxidación lipídica, a partir de semillas y de epicarpio de aguacate Hass (*P. americana* Mill. var. Hass). Se empleó extracción soxhlet (E.Sox.) a presión reducida (Pred) usando tanto de forma directa como sucesiva hexano-Hex, acetato de etilo-AcOEt y etanol- EtOH. En el caso de la oleína, con el extracto más activo se realizó un ensayo acelerado de oxidación durante 3 días, con una alta correlación frente al ensayo de oxidación convencional (Pearson $\geq$ 0,93), por lo que éste se empleó en evaluaciones posteriores de actividad antioxidante (AA) sobre OP. Posteriormente se evaluó la AA del mejor extracto contra el correspondiente obtenido mediante E.Sox. a presión atmosférica (Patm, 560 mm Hg). Tanto para OP como para CR se encontró que los extractos de semilla fueron más promisorios que los de epicarpio (E.Sox. Pred). Posteriormente esta biomasa fue sometida a extracción con fluidos supercríticos (EFSc) con EtOH como cosolvente. El extracto que mejor protegió la OP contra la oxidación lipídica fue obtenido con CO₂ a 100 MPa, 40°C con 3% de EtOH; para CR el mejor extracto fue obtenido mediante E.Sox. Pred con AcOEt luego de desengrasar con Hex. Los resultados obtenidos permiten proponer a la semilla de aguacate como fuente de extractos con actividad antioxidante.

PALABRAS CLAVES: *Persea americana*; oxidación lipídica; extracción con fluidos supercríticos.

Determinación del momento óptimo de cosecha de aguacate Hass para los municipios de Palocabildo y Fresno

Deici Viviana Reina Zuluaga; Angélica Piedad Sandoval Aldana; Ingri Yajaira Gaitán Rodríguez
Universidad del Tolima

RESUMEN

El aguacate (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") es la variedad más comercializada en el mundo debido a su alto valor nutricional y propiedades sensoriales. A nivel nacional, el departamento del Tolima es el mayor productor. Es un fruto climatérico que debe ser cosechado en etapa de madurez fisiológica para garantizar la calidad y vida útil en postcosecha y minimizar pérdidas. El objetivo de este estudio fue determinar el punto óptimo de cosecha para un período de producción de aguacate en los municipios de Palocabildo (5°06'19.00" N; 75°04'20" W) y Fresno (5°09' 26"; 75°04'25" W). Se

realizó seguimiento al crecimiento de 200 frutos por zona. Posteriormente se cosechó semanas antes y después de la recolección realizada por el productor durante un periodo de un mes. El almacenamiento se realizó a condiciones ambientales, haciendo seguimiento cada dos días hasta madurez de consumo. Se evaluó materia seca, pérdida de peso, color del exocarpio y mesocarpio, dimensiones, rendimiento, pH, sólidos solubles, firmeza y vida útil. Los resultados indicaron que la zona de recolección, momento de cosecha y tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ($p < 0.05$) en parámetros como pérdida de peso y materia seca. En cuanto a la vida útil se presentó daño microbiológico después del día 15 y 17 para los aguacates cosechados en la zona de Palocabildo y Fresno respectivamente. Los valores más altos de porcentaje de pérdida de peso se presentaron durante la tercera semana de recolección. Organolépticamente los frutos resultaron de buena calidad para ambas zonas.

PALABRAS CLAVES: *Persea americana* Mill., materia seca, índice de cosecha, vida útil.

Evaluación de la vida útil en una mezcla de guacamole innovadora a partir aguacate Hass (*Persea americana mill vs. Hass*) y Mango Filipino (*Manguifera Indica I.*)

Salome Dayana López Corcho; Lili Fasuli Muñoz Mondragón; Angélica Piedad
Sandoval Aldana
Universidad del Tolima

RESUMEN

El guacamole es el aderezo más habitual de América Latina, cuyo principal componente es el aguacate en mezcla con otros ingredientes. Su concepto ha trascendido la tradición, de forma que en la actualidad constituye una forma industrial de comercialización de la fruta transformada y por lo tanto se incluye entre los productos susceptibles de innovación de tal forma que su producción sea adaptable a las tendencias de consumo.

Así, en el presente estudio, se propuso un guacamole con aguacate Hass en mezcla con mango filipino como innovación incremental de la salsa untada, incluyendo dos acidulantes que permitieran la ralentización del pardeamiento enzimático durante el almacenamiento. Se utilizó la pulpa de frutos de aguacate en madurez de consumo con relaciones constantes de sal, ajo y picante (1% p/p), ácido cítrico (0,25% p/p) y ascórbico (0,04% p/p) como conservantes y las relaciones 1:0, 1:0.5, 1:1 de mango filipino en estado de madurez 2. Las muestras obtenidas se almacenaron en tarrinas de polietileno de 180 g por duplicado, en condiciones de refrigeración a 5 ± 1 °C. Los tratamientos se analizaron periódicamente en el día cero y cada 5 días con recuento microbiológico y medición de pH, hasta que el daño determinado por defecto visual fue evidente.

Los resultados indican que la relación de pulpas de mejor estabilidad fue la de 1:0.5, con un recuento de 56 UFC para mesófilos, 84 UFC para mohos- levaduras, ausencias de coliformes y pH 4.6, hasta el día 15 de almacenamiento, pero sin separación de fases, que sí se observó cuando se trabajó con una mayor relación con mango. Por lo tanto, resulta pertinente la mezcla de una fruta tropical como el mango filipino en este tipo de productos, sin embargo, es necesario una evaluación sensorial a escala para validar aspectos como la aceptabilidad en comparación a la formulación original.

PALABRAS CLAVES: Guacamole; Aguacate Hass; Mango filipino; Innovación; Vida Útil.

Efecto de la temperatura de almacenamiento y la zona de producción en la maduración del aguacate Hass (*Persea americana* Mill) producidos en el departamento del Tolima (Colombia)

Miguel Ángel Montealegre Guzmán; Angie Katherine Homez Jara; Angélica
Piedad Sandoval Aldana
Universidad del Tolima

RESUMEN

El aguacate Hass (*Persea americana* Mill) es una de las frutas con mayor importancia económica en el mundo. Sin embargo, presenta limitaciones para su comercialización debido a su complejidad fisiológica durante la maduración y a la falta de conocimientos sobre el efecto de la temperatura en este proceso. Por lo tanto, el presente trabajo evaluó el efecto de diferentes condiciones de temperaturas de almacenamiento y zonas de producción en la vida útil de aguacate Hass. Para lo anterior, fueron recolectados aguacates en estado de madurez fisiológica de los municipios de Fresno y Palocabildo. Los cuales fueron sometidos a cuatro tratamientos, T1 ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$), T2 (12 días a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, seguido a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), T3 ($14\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) y T4 (28 días a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, seguido a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se determinó el porcentaje de pérdidas de peso, contenido de humedad, firmeza, color del epicarpio ($\text{CieL}^*\text{a}^*\text{b}^*$), sólidos solubles totales y pH en los frutos recolectados. Los resultados arrojaron que la zona de producción tuvo incidencia en el contenido de humedad y sólidos solubles totales ($p>0,05$), esto puede deberse a la heterogeneidad intrínseca de los frutos al momento de la cosecha. Los tratamientos que manejaron bajas temperaturas presentaron un incremento en la vida útil de los frutos. Así mismo, los tratamientos con menor pérdida de peso fueron T3 y T4 con promedios cercanos al 8%. En conclusión, el almacenamiento a bajas temperaturas repercute positivamente a los parámetros fisicoquímicos evaluados, en mayor medida a la pérdida de peso beneficiando la comercialización de los frutos.

PALABRAS CLAVES: Aguacate, maduración, almacenamiento, zona de producción, características fisicoquímicas.

Diagnóstico nutrimental de la pulpa durante el desarrollo del fruto de aguacate 'Méndez'

Samuel Salazar García; Arturo Álvarez Bravo; Adriana Mellado Vázquez

INIFAP

RESUMEN

El estado de Jalisco es el segundo productor nacional de aguacate con cerca de 20 mil hectáreas. La producción de fruto con buena calidad a la cosecha y en postcosecha requiere de estándares nutrimentales para el monitoreo nutrimental de la pulpa durante el desarrollo del fruto. En huertos del cv. Méndez con fertirriego manejados con fertilización de sitio específico se generaron estándares para el diagnóstico nutrimental de la pulpa de frutos de las floraciones de verano (agosto-septiembre) o invierno (enero-febrero) en varias etapas (E) de su desarrollo, según su diámetro (E-aceituna: 20-30 mm; E-I: 35-45 mm; E-II: 50-60 mm; E-III: 60-70 mm; Madurez fisiológica: >70 mm y $\geq 22.7\%$ materia seca en pulpa). Esta tecnología está disponible en Internet y con ella se obtiene un diagnóstico para N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Na y Cl en forma de gráfica de barras. La gráfica emplea estándares nutrimentales obtenidos a partir de pulpa de frutos de buena calidad y de árboles altamente productivos para calcular un índice de balance a partir de los resultados del análisis de laboratorio de la muestra de interés. El usuario visualiza el diagnóstico en cinco secciones (deficiente, abajo de lo normal, normal, arriba de lo normal, exceso), lo que le permite identificar y corregir las desviaciones nutrimentales que pudiesen afectar el desarrollo del fruto y su calidad postcosecha.

PALABRAS CLAVES: *Persea americana* Mill.; Fertilización de sitio específico; nutrición mineral; calidad postcosecha.

Evaluación de radiación gamma como tratamiento fitosanitario en la calidad poscosecha de aguacate has (*Persea americana mill*)

Pedro Alfonso Lizarazo Peña; Aníbal Orlando Herrera Arévalo Universidad Nacional De Colombia

RESUMEN

La radiación gamma es una alternativa para controlar plagas en productos agrícolas, de gran interés en plagas cuarentenarias producto de su efectividad, amplio espectro, costo y nula afectación de la inocuidad del producto. En el control de plagas de aguacate existen reportes de su eficacia, aunque su efecto en calidad de fruto no se encuentra claramente documentado, este estudio busca aclarar este efecto en variables de calidad de aguacate Hass. Se realizó aplicación de los tratamientos cuatro días después de cosecha y se refrigeraron a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante veinte días, se evaluaron cuatro niveles de radiación y un control (0, 200, 400, 600 y 800 Gy) en el porcentaje de peso perdido, masa seca, SST, índice de color (meso y epicarpo), firmeza, tasa respiratoria y de producción de etileno al final del ensayo. Se encontró que la radiación afectó la calidad visual del fruto, en epicarpio 800 Gy (IC: 22.7) generó drásticos oscurecimientos respecto al control (IC: -103.45), en mesocarpo los tratamientos ocasionaron pardeamientos visibles cinco días después de tratamiento y mayores a niveles altos (IC: -9.64) respecto al control (IC: -32.54). La firmeza fue similar entre tratamientos y el control, diferenciándose solamente al final del ensayo donde el control fue 43% menor producto de un proceso normal de maduración. El día de la aplicación de los tratamientos, la tasa respiratoria de frutos irradiados fue 57% mayor que el control y este orden se mantuvo en evaluaciones posteriores, aunque disminuyó la magnitud. La tasa de producción de etileno fue mayor en el control que en los frutos tratados al finalizar el ensayo. Tratamientos de radiación mayores a 200 Gy pueden afectar variables clave para la comercialización de aguacate Hass, pudiendo alterar procesos metabólicos, se corrobora el reporte de la especie como sensible y se recomienda su uso a dosis menores de 200 Gy.

PALABRAS CLAVES: Irradiación, plagas cuarentenarias, fitoprotección.

- **Nuevas Tecnologías**

Validación de técnicas para desarrollo de un protocolo de infección en raíz con *Phytophthora cinnamomi* en aguacate

Eleonora Rodríguez Polanco; Nubia Murcia Riaño; Mauricio Fernando Martínez
AGROSAVIA

RESUMEN

La pudrición de la raíz causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands es el principal problema fitosanitario para la producción de aguacate en Colombia, ocasionando pérdidas entre el 30 y 50 % de las plantas en vivero y los primeros años de establecimiento del cultivo. Este trabajo tuvo como objetivo estandarizar un protocolo de infección en raíz con *P. cinnamomi* en patrones de aguacate para su aplicación como herramienta en la cuantificación de resistencia genética en patrones comerciales. Un experimento en vivero en plantas de aguacate Hass de 2 meses provenientes de semilla fue establecido para determinar la dosis infectiva del patógeno y el método de inoculación a la raíz que reproduzca los síntomas de la enfermedad. Micelio del aislamiento ARFRE-008 caracterizado como virulento fue empleado como inóculo. Las dosis de inóculo evaluadas correspondieron a 1, 2, 3, 5 gr por kg de sustrato, la mitad aplicada al momento del trasplante y la otra mitad a los 60 DDE. El tratamiento de herida a la raíz también fue realizado en el momento del trasplante a bolsa. Los síntomas foliares fueron evaluados a los 8, 15 y 60 días después del trasplante a bolsa y categorizados de acuerdo con la escala de Gabor y Coffey (1991). Los síntomas en raíz como porcentaje del daño visual, técnica línea intercepto, materia seca y porcentaje de recuperación de *P. cinnamomi* fueron evaluados a los 60 después del trasplante a bolsa. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey ($P < 0,05$). Los resultados indicaron que la dosis de 5 gr de inóculo es la más adecuada para reproducir los síntomas de la enfermedad y la herida en la raíz no tuvo efecto en el desarrollo de los síntomas foliares, pero si en los síntomas y desarrollo radicular.

PALABRAS CLAVES: *Phytophthora cinnamomi*; Protocolo; *Persea americana* L.; Resistant rootstock.

Efecto del silicio soluble en la actividad de la enzima pod como respuesta de defensa del aguacate Hass frente a *Phytophthora cinnamomi* Rands

Andree Steven Álvarez González; Angélica Nathalie Guarnizo Puentes; Diego Fernando Oliveros Gómez; Walter Murillo Arango; María Bianney Bermúdez Cardona
Universidad del Tolima

RESUMEN

La pudrición radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands es un factor limitante en la producción del cultivo de aguacate a nivel mundial; la inducción de resistencia con silicio parece ser una alternativa efectiva atenuando el efecto de diversas patologías. Este estudio quiso evaluar la inducción de resistencia con silicio soluble en plántulas de Aguacate Hass infectadas con *P. cinnamomi* Rands, mediante la actividad enzimática de la peroxidasa (POD), enzima asociada a la respuesta de defensa vegetal. Se establecieron 5 tratamientos: plántulas inoculadas con patógeno más inductor (A), plántulas inoculadas con patógeno sin inductor (B), plántulas solo con inductor (C), control negativo de inoculación (agar) (D) y testigo absoluto (E), evaluados a las 0, 3, 24, 144, 312 y 432 horas desde la inoculación con el patógeno. El silicio fue aplicado durante 10 días previos a la inoculación (2 mmol por día). Las plántulas sometidas a diferentes tratamientos iniciaron con un estado basal de actividad enzimática similar, no obstante, transcurridas 3 h se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$); se destacan el tratamiento A con la mayor actividad, efecto posiblemente atribuido a la presencia del inductor, y el tratamiento B con la menor actividad, que contrario al anterior, no tiene presencia de silicio. Para el periodo comprendido entre las 0 y 3 h, la actividad POD en los distintos tratamientos presentó un descenso, con excepción de los tratamientos B y D que incrementaron su actividad hasta las 24 h; a partir de este último tiempo, el comportamiento de los tratamientos con presencia de inductor sigue la misma tendencia de incremento hasta las 312 h, mientras que el testigo absoluto no presentó cambios. La respuesta de la POD parece verse influenciada por la presencia de inductor, principalmente en los tiempos entre 0 y 24 h.

PALABRAS CLAVES: *Phytophthora cinnamomi*, Aguacate Hass, Inducción de resistencia, Silicato de potasio.

Efecto de la inducción de resistencia sobre la respuesta de defensa en plantas de aguacate Hass inoculadas con *Phytophthora cinnamomi*

Nathalie Guarnizo; Andree Álvarez; Diego Oliveros; Walter Murillo Arango; Maria Bianne Bermudez Cardona

Universidad del Tolima

RESUMEN

En Colombia, la pudrición radicular ocasionada por *Phytophthora cinnamomi* es una enfermedad limitante en la producción de aguacate Hass, el manejo con fungicidas no es efectivo contra este oomycete, generando problemas de resistencia. Los elicitores aparecen como una de las mejores alternativas que puede incluirse en planes de manejo integrado de la enfermedad, al inducir los mecanismos de defensa de la planta, conduciendo a una resistencia sistémica adquirida. En este estudio se evaluó el rol del β -1,3 glucano (curdian) como inductor de defensa contra *P. cinnamomi* sobre plántulas de aguacate Hass en condiciones de invernadero, a través de la medición de la inducción de enzimas relacionadas a defensa, tales como la peroxidasa (POD). El ensayo contó con diferentes tratamientos: 1. Curdian vs patógeno, 2. Patógeno 3. Curdian sin patógeno, 4. Control de efecto de la herida para la inoculación y 5. Control absoluto. Un día antes de la inoculación con el patógeno se aplicaron 26,58mg de curdian a cada plántula (tratamientos 1 y 3); el patógeno se inoculó a través de una herida en el tallo y se tomaron muestras de hojas a las 0, 3, 24, 144, 312 y 432 horas. Se encontró que hay un efecto del tiempo y de los ensayos en el tiempo sobre la respuesta de la POD; el tratamiento aplicado no es significativo, no obstante, a las 3 y 144 horas la actividad enzimática es mayor que la del patógeno y los testigos, lo cual puede deberse a un efecto positivo del inductor sobre la respuesta de defensa, sin embargo, deberá correlacionarse posteriormente con la evaluación de otras actividades enzimáticas. Estos resultados permiten evidenciar un efecto del curdian como inductor de defensa y abre la posibilidad de que a futuro pueda emplearse en la industria agrícola.

PALABRAS CLAVES: Pudrición radicular; aguacate Hass; inducción de resistencia; curdian; peroxidasa.

- **Floración y Fenología**

Incremento del amarre y retención de frutos en aguacate “Hass” con el uso de un bioestimulante a base de citoquinina y ácidos carboxílicos

Javier Eduardo Castillo Pachón; Rubén Darío Serna Castaño INNOVAK Colombia S.A.S.

RESUMEN

Este estudio se desarrolló entre febrero y diciembre de 2018, en un huerto comercial de aguacate 'Hass' con una edad de año y cuatro meses en el municipio de Sonsón (Antioquía, Colombia). Naturalmente el porcentaje de amarre de flor en aguacate es muy bajo, además de que se presentan abortos de frutos durante el crecimiento de los mismos, debido a factores bióticos y abióticos. Con la finalidad de conocer el efecto del uso de un bioestimulante a base de citoquininas (6-BAP) y ácidos carboxílicos, sobre el amarre de flor y retención de frutos, se realizaron dos aplicaciones en un lote y se mantuvo el manejo convencional en el contiguo, la primera en estado de prefloración y la segunda al momento de la apertura floral; al momento de la primera aplicación se marcaron ramas que estuvieran en el mismo estado fenológico y tuvieran la misma orientación, para realizar los muestreos sobre las mismas, después de la segunda aplicación se realizó el conteo de las inflorescencias, ramilletes y flores en las ramas marcadas, con el fin de estimar el número total de flores, obteniéndose un 18% más en el tratamiento; dos meses después de la apertura floral se contaron los frutos retenidos, encontrándose un incremento del 474%. Al momento de cosecha se separaron los frutos cosechados en cada lote, se pesaron de manera individual y se calculó la producción por hectárea, donde el lote tratado con 6 BAP y ácidos carboxílicos obtuvo un 99% más producción.

PALABRAS CLAVES: Aguacate; Amarre; 6-BAP; Citoquininas; Carboxílicos.

Identificación de los estadios fenológicos según la escala BBCH del aguacate (*Persea americana mill.*) variedad Hass, en la zona norte del departamento del Tolima.

John Jairo García Lozano; Sergio Andrés Enciso Silva; Ruby Mercedes Mendez Collo; Cristian Santiago Rivera
Universidad del Tolima

RESUMEN

La importancia de generar una escala fenológica para el cultivo de aguacate (*Persea americana*) cv Hass, radica en la necesidad de establecer la relación entre las variables climáticas presentes en las zonas productoras del norte del Tolima y la expresión final de crecimiento y desarrollo del árbol durante su ciclo productivo. Este tipo de relaciones de comportamiento del árbol del cv Hass frente al clima han sido muy estudiadas en México y Chile, con resultados muy claros, sin embargo, en nuestro país estos estudios son escasos con resultados muy variables. El comprender el comportamiento de este cultivo con respecto a condiciones climáticas locales, permitirá establecer con mayor certeza la aplicación de prácticas agronómicas y tratar de adaptarlas a las condiciones climáticas actuales al estimar los momentos y la duración de eventos como: máxima floración, periodo de crecimiento del fruto, manejo del crecimiento excesivo del árbol.

Se presentan los resultados en primera aproximación de los diversos estados fenológicos de acuerdo con la escala general BBCH, a partir del seguimiento de yemas en reposo y los sucesivos momentos fisiológicos representados por flujos de crecimiento (vegetativos y reproductivos) en el periodo abril 2018- junio 2019. Paralelamente se llevó un registro de las diferentes condiciones medioambientales presentes en los municipios de Fresno y Palocabildo (Tolima) a diferentes rangos altitudinales (1300-1600 msnm), (1600- 1900msnm) y (1900-2100 msnm).

Se presentan resultados preliminares de la escala fenológica para los estadios de yema en reposo, desarrollo de flujos vegetativos hasta desarrollo de hojas, flujos reproductivos hasta desarrollo de la inflorescencia, la etapa de fructificación y los resultados del crecimiento de los frutos. De igual manera se presentan los resultados preliminares por estadio principal entre cada sitio de estudio.

PALABRAS CLAVES: Escala Fenológica; Crecimiento vegetativo; Desarrollo vegetativo; Formación de frutos; Climatología.

● Estrés Biótico y Abiótico

Efecto de volátiles producidos por cuatro rizobacterias frente a *Phytophthora cinnamomi*

Yalile Ávila Rodríguez; Diego Oliveros Gómez; Nathalie Guarnizo; Walter Murillo Arango; John Jairo Méndez Arteaga
Universidad del Tolima

RESUMEN

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) cumplen un papel fundamental a nivel ecológico al ser utilizados por las plantas como señales de advertencia o atracción en la comunicación planta-planta, planta-insecto y planta-bacteria. Esta última ha sido de suma importancia debido ya que permite una asociación de mutuo beneficio, siendo la rizósfera el ambiente propicio para dichas interacciones. Los compuestos volátiles bacterianos (CVB) provenientes de la rizósfera ejercen funciones que van desde el aumento de la biomasa vegetal, la estimulación del crecimiento de la planta hasta la supresión de fitopatógenos, aspecto que lo convierte en una alternativa para el manejo de enfermedades ocasionadas por éstos. Este estudio evaluó el efecto de compuestos volátiles generados por rizobacterias frente al fitopatógeno *Phytophthora cinnamomi*, responsable de la pudrición de la raíz en el cultivo de aguacate. Cuatro aislamientos rizosféricos fueron obtenidos de suelos de vocación agrícola en diferentes zonas del Departamento del Tolima los cuales se caracterizaron amplificando parcialmente la subunidad 16 del gen ribosomal mediante PCR. Las cepas fueron identificadas como *Bacillus sp* (S21A1), *Pantoea sp.* (P21C5), *Kosakonia sp* (S13B3) y *Chryseobacterium gleum* (S12A1). Por otra parte, el efecto de los volátiles fue medido empleando ensayos duales, donde se dispusieron en un sistema cerrado la cepa biocontrol y el fitopatógeno. Las cuatro rizobacterias redujeron el crecimiento de *P. cinnamomi* con porcentajes de inhibición que oscilaron entre 57 a 64 %. El análisis ANOVA mostró que existen diferencias estadísticamente significativas entre las cepas (p- valor=0,0021), siendo *Bacillus sp* el que presentó mayor porcentaje de inhibición. Los resultados reflejan el potencial de los COV emitidos por rizobacterias para actuar como agentes de control biológico sobre patógenos que atacan cultivos de importancia agrícola como el aguacate.

PALABRAS CLAVES: Rizobacterias, compuestos volátiles, *Phytophthora cinnamomi*, cultivo de aguacate.



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO



CACAO



Agosto 14 y 15



PROGRAMACIÓN

Miércoles 14 de agosto del 2019

7:00-8:00 am	Inscripciones
8:00-8:30 am	<i>"Diagnóstico Nacional del sector Cacaotero"</i> – Conferencia magistral Freddy Quiñonez FEDECACAO (Colombia)
8:30-9:30 am	<i>"Retos agronómicos para incrementar la calidad y cantidad de la producción de cacao en el contexto del cambio climático"</i> – Conferencia magistral PhD. Philippe Bastide Cirad - La recherche agronomique pour le développement (Francia)
9:30-10:00 am	Refrigerio
10:00-11:00 am	<i>"Relación ambiental del genotipo X en cacao: Aspectos fisiológicos y productivos"</i> – Conferencia magistral PhD. Andrew Daymond University of Reading (Reino Unido)
11:00-12:00 m	<i>"Impacto del cambio climático en la fisiología y mecanismos de adaptación del cacao"</i> – Conferencia magistral PhD. Fiona Lahive University of Reading (Reino Unido)
12:00-2:00 pm	Almuerzo libre
2:00-3:00 pm	<i>"Un nuevo método instrumental experimental para determinar el grado de fermentación"</i> – Conferencia magistral PhD. Milber Urena Peralta Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
3:00-3:45 pm	<i>"Consideraciones Sobre el Cambio Climático en el Tolima: Fórmulas y Soluciones"</i> – Conferencia magistral PhD. Yenny Fernanda Urrego Universidad del Tolima (Colombia)
3:45-4:15 pm	Refrigerio
4:15-5:00 pm	<i>"Situación de la cacaocultura en el Tolima, perspectivas y retos"</i> – Conferencia magistral cPhD. Jaqueline Chica Lobo Universidad del Tolima (Colombia)
5:00-6:00 pm	Visitas y Exposición de Posters

Jueves 15 de agosto del 2019

- 8:00-9:00 am *"Ecofisiología de cacao con énfasis en manejo de agua y nutrición"*
– Conferencia magistral
PhD. Jairo García Lozano
Universidad del Tolima
(Colombia)
- 9:00-10:00 am *"Cadmio en el cultivo de cacao: mecanismos, opciones y experiencias"* – Conferencia magistral
PhD. Carlos Patiño
Universidad del Tolima (Colombia) – Proyecto Fontagro
- 10:00-10:30am Refrigerio
- 10:30-11:00 am *"Huella de carbono de la producción de chocolate en Colombia"*
Ponencia Oral – María Del Pilar Marín Q; Hernán Jair Andrade;
Angélica Piedad Sandoval Aldana
- 11:00-11:30 am Evaluación técnica y económica de la implementación de un
sombrio transitorio artificial en el establecimiento del cultivo de
cacao (*Theobroma cacao* L.)
Ponencia Oral – Tania Inés Restrepo Quiroz; Alejandro Gil Aguirre;
Helí Martínez Peñuela; Fabio Nelson Vaga Galvis; Jhorman Esteban
Urrego Posso; Pablo Elías Hernández Pérez; Luis Eduardo Calderon
Becerra; Darlinton Rodolfo Suárez Bautista
- 11:30-12:00 am *"Inhibidores y potencializadores de la transferencia de tecnología en
cadenas productivas agropecuarias: Caso de la cadena de cacao
en el Tolima"*
Ponencia Oral – William Alejandro Orjuela Garzón
- 12:00-2:00 pm Almuerzo libre
- 2:00-2:30 pm *"Uso de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) como potencial
bioadsorbente para la remoción de arsénico en fuentes hídricas"*
Ponencia Oral – Isabel Cristina Paz Astudillo; Ángela Patricia
Osorio; Angélica Piedad Sandoval Aldana
- 2:30-3:00 pm *"Enfoque unidimensional para la modelización de la transferencia
de humedad y calor en el secado de granos de cacao"*
Ponencia Oral – Henry Alexander Váquiro Herrera; Jader
Rodríguez Cortina; Luis Daniel Daza Ramírez
- 3:00-3:30 pm Refrigerio
- 3:30-4:00 pm *"Aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica de la cadena
del Cacao, un camino a la bioeconomía circular"*
Ponencia Oral – Elías Alberto Cardona Rodríguez; Walter Murillo
Arango; William Alejandro Orjuela Garzón
- 4:00-5:30 pm Visitas y Exposición de Posters
- 5:30-6:00 pm Entrega de certificados y Clausura
Lugar: Universidad del Tolima, Terrazas del Bloque 33



CONFERENCIAS

Retos agronómicos para incrementar la calidad y cantidad de la producción de cacao en el contexto del cambio climático

PhD. Philippe Bastide

Cirad - La recherche agronomique pour le développement (Francia)

El mundo del cacao está cambiando. Al mismo tiempo, los volúmenes globales aumentan y la distribución de la producción y del consumo entre los países productores y consumidores está experimentando cambios fuertes. De un lado, los desafíos para los productores son de cumplir con la demanda creciente pero más normativas, vivir decentemente de los ingresos de sus fincas y hacer que el cultivo de cacao se quede atractivo, competitivo y sostenible económicamente. Paralelamente, existe una variabilidad fuerte de modelos de cultivos cuyos la rentabilidad y la eficiencia son altamente dependientes de factores internos (labores, inversión) como externos (mercados, clima, presión sobre la tierra, deforestación). En este contexto, el cambio climático y sus diversas componentes como calentamiento global, inundaciones van a tener un impacto fuerte sobre el cultivo que sea de los rendimientos como de la calidad.

Considerando la productividad en campo, los avances en genética de los últimos 50 años no cambiaron fundamentalmente el rendimiento promedio en el mundo el cual se queda alrededor de 450 kg cacao/ha. Las respuestas son múltiples. Los avances existen, pero hay limitaciones para que los productores les acepten. En un contexto de alternancia de episodios climáticos cada año más fuertes y posiblemente más frecuentes, hay que identificar soluciones que puedan preservar a largo plazo los recursos naturales en agua y suelos para garantizar una producción rentable, sostenible y probablemente intensificada. Productores y e investigadores pueden desempeñar referencias con base a sistemas agroforestales que van a aseguran ingresos y modelos adaptados a los medios disponibles de los productores y en relación con sus pedidos propios y el tamaño de sus fincas.

Considerando los aspectos relacionados con la(s) calidad(es), se necesita caracterizar mejor las relaciones entre material vegetal y ambiente y como desarrollar el potencial aromático y comercial de los cacaos. Hay que entender mejor los principios atrás de cada etapa de la producción y del tratamiento postcosecha y evitar aplicaciones de recetas muy variadas y heredadas del pasado. Los temas de la fermentación y del secado son los que tienen las márgenes de progreso científicos y técnicos más fuertes pensando en mejoramiento de la calidad.

Al final, los avances existen de ambos lados, investigadores y productores. Los desafíos para enfrentar el cambio climático van a necesitar un mejoramiento de los intercambios entre ellos, más ciencia, más tecnología e innovaciones. Utilizando unas lecciones aprendidas de otros cultivos, los objetivos prioritarios deben ser el derribo de dogma, la reducción de unas cajas negras remanentes y la integración de los productores en el esquema para que ellos puedan apropiarse las herramientas. Existen muchas vías para el mundo de la producción para mejorar los rendimientos y evaluar el potencial de sus cacaos con el ámbito de valorizarlos a través de procesos de negociación justos.

Relación ambiental del genotipo X en cacao: Aspectos fisiológicos y productivos

PhD. Andrew Daymond
University of Reading (Reino Unido)

El cacao se cultiva en todo el trópico húmedo, en gran parte alejado de su centro de origen. Por lo tanto, los árboles de cacao en las fincas a veces experimentan un estrés ambiental más severo en términos de déficit de agua y rangos de temperatura que en la naturaleza. La explotación de la diversidad genotípica del cacao, junto con la gestión de los cultivos, son medios para mantener y mejorar la productividad en diferentes zonas agroecológicas y para hacer frente al reto de un clima cambiante. Específicamente, es necesario entender si un germoplasma en particular es más resistente que otros a las tensiones ambientales, es decir, si hay interacciones entre genotipo X y medio ambiente.

Como cultivo arbóreo perenne, la experimentación sobre los impactos de los parámetros ambientales y el genotipo por las interacciones ambientales es más complicada que para los cultivos anuales, que tienen un ciclo de crecimiento mucho más corto. El crecimiento detallado y la experimentación fisiológica pueden lograrse mediante el uso de cabinas de crecimiento, que permiten un alto nivel de control de los parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa, intensidad de la luz y concentración de CO₂). Sin embargo, las limitaciones de tamaño significan que tales enfoques están normalmente restringidos a las plántulas. Los materiales de mayor tamaño pueden estudiarse en invernaderos o invernaderos de sombra, donde el medio ambiente puede manipularse en diferentes compartimentos (aunque en menor medida que en las cámaras de crecimiento).

Los enfoques de experimentación de campo pueden incluir la comparación de las respuestas de diferentes genotipos a los cambios ambientales a lo largo del tiempo (por ejemplo, estaciones húmedas versus estaciones secas), la comparación del desempeño de un conjunto común de genotipos reproducidos en diferentes lugares y el uso de la gestión para imponer un factor ambiental (por ejemplo, regados versus no regados o sombreados versus no sombreados). Un reto de la experimentación de campo es relacionar la causa con el efecto. Por esta razón, los experimentos bajo condiciones más controladas pueden actuar como un complemento útil a la experimentación de campo.

Trabajos experimentales anteriores han demostrado respuestas diferenciales del germoplasma a los regímenes de temperatura de diferentes áreas de cultivo del cacao que fueron simuladas en un invernadero. Además, varios estudios publicados han destacado las diferencias en la tolerancia al déficit de agua entre el germoplasma de cacao. El uso de sombra aérea en las fincas cacaoteras puede ser un medio para mitigar los extremos ambientales, además de proporcionar una fuente de ingresos alternativa. Las diferencias en la eficiencia del uso de la luz entre el germoplasma de cacao se han ilustrado mediante la medición de las curvas de respuesta de la luz fotosintética. Además, en un experimento realizado en una casa de sombra se demostraron respuestas diferenciales de crecimiento de cuatro genotipos de cacao a los regímenes de luz, lo que sugiere que algunos germoplasmas son más adecuados para el cultivo bajo sombra que otros.

Estos ejemplos ilustran el potencial para una mejor adecuación y reproducción del material a las condiciones de cultivo. Además de la experimentación, se puede utilizar la modelización fisiológica para explorar cómo la manipulación de uno o más rasgos del cultivo puede afectar a la productividad. Es necesaria una caracterización fisiológica continua del germoplasma en diferentes condiciones ambientales, en particular para hacer frente a los desafíos



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRÓPICO: AGUACATE HASS Y CACAO

relacionados con el cambio climático.

Método instrumental experimental para determinar grado de fermentación de granos de cacao

Phd. Milber O. Ureña Peralta
Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. (Perú)

La fermentación de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene un efecto significativo en la calidad del chocolate. Actualmente, su medida se realiza de forma subjetiva a través del Índice de Fermentación (IF) con la prueba de corte. En busca de un método objetivo a través de un instrumento que facilite la medición del IF se han realizados investigaciones que relacionan propiedades físicas con el IF: la porosidad de los granos de cacao fermentado y la conductividad eléctrica del lixiviado acuoso de estos. Los granos fueron fermentados de seis a siete días en cajas de madera. Se extrajo muestras cada día, las cuales fueron secadas al sol hasta alcanzar la humedad de 7%.

La porosidad de los granos de cacao CCN-51 e ICS-6, enteros y cortados por la mitad, fue determinada aplicando el método de Day modificado por Ureña (1990). Se encontró que la porosidad y el IF se incrementan con el tiempo de fermentación, existiendo así una correlación positiva ($p < 0,05$) entre estas variables. La porosidad promedio de los granos enteros se incrementó con el tiempo de fermentación de 0,500 a 0,554 para la variedad CCN-51 y de 0,508 a 0,553 para la variedad ICS-6 y en los granos cortados de 0,600 a 0,644 para la variedad CCN-51 y de 0,605 a 0,646 para la variedad ICS-6. El IF promedio alcanzado para la variedad CCN-51 fue de 81.8% y de 75% para ICS-6.

La conductividad eléctrica del medio acuoso (agua desionizada) que contuvo los granos de cacao enteros CCN-51 fermentados se determinó con un conductímetro InoLab®, cuyo valor se incrementó con el tiempo de fermentación de 6.86 a 42.73 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, al igual que para granos cortados que se incrementó de 38.45 a 63.16 $\mu\text{S}/\text{cm}-1 \text{ g}-1$. El IF promedio alcanzado fue de 89,7%.

En la actualidad, la UNALM, está culminando dos investigaciones más sobre el tema, llegando a perfilarse un método basado en la conductividad eléctrica con ventajas mayores a lo reportado en este resumen. Si bien la porosidad es una propiedad que puede ser utilizada para llegar a un método confiable para determinar el IF, este resultaría efectivo para análisis en laboratorio; a diferencia del método conductimétrico que posibilitaría llegar a equipos portátiles de menor tamaño.

Rivera, J. (2018). Correlación de la porosidad con el grado de fermentación del grano de cacao peruano (*Theobroma cacao* L.). Tesis. UNALM.

Loo, J. (2018). Variación de la conductividad eléctrica del medio acuoso por inmersión de granos de cacao ccn-51 con diferentes índices de fermentación. Tesis. UNALM.

Situación de la cacaocultura en el Tolima, perspectivas y retos

PhD(e). Jaqueline Chica Lobo
Universidad del Tolima (Colombia)

En el marco del proyecto de ciencia y tecnología denominado “Desarrollo tecnológico e innovación para mejorar la calidad del cacao” se realizó la caracterización de la tecnología local de producción (García, et al., 2005a) y de las condiciones socioeconómicas de los cacaocultores y las zonas productoras en el contexto metodológico de una zonificación con el propósito de que los productos del proyecto tengan un mayor margen de aceptación y adopción entre los productores. Para la elaboración de este trabajo además de revisar información secundaria del cultivo, se realizaron entrevistas técnicos y extécnicos de Fedecacao, cooperativas, de agencias de cooperación internacional, a líderes de asociaciones del norte, centro y sur del departamento; talleres de diagnóstico rural rápido participativo con productores y visitas a fincas en las zonas sur y centro. El cultivo del cacao ha aumentado su área (66%) y volumen de producción (59%) a nivel departamental de manera significativa entre 2010 y 2017 e involucra a 32 de los 47 municipios, 16 de los cuales representan el 89% de la producción; a su vez se clasificaron en zonas geográficas identificándose cuatro zonas: Sur, tradicionalmente cacaotera, representa el 50% del área cultivada, Norte 18%, Oriente 17% y Centro 4%. De acuerdo con la evaluación edafoclimática para el cultivo de cacao (García, et al., 2005b) la zona Sur y Norte cuentan con el mayor porcentaje de zonas óptimas de producción, no obstante, la ubicación, calidad de las vías y tradición de cultivos tecnificados perfila a la zona norte como la zona con mejores factores competitivos. En términos generales, el cultivo del cacao en el Tolima es un sistema productivo de economía campesina soportado por mano de obra familiar, en arreglos agroforestales con muy bajo o nulo uso de insumos agroquímicos, acompañados de otras actividades agropecuarias dentro y fuera de la finca, reflejando las características de heterogeneidad, agrobiodiversidad, multiactividad, multifuncionalidad, eficiencia energética que Ploeg (2014) atribuye a la agricultura campesina. El cacao es una fuente de ingreso monetario que se complementa con: trabajo en otras fincas, otros cultivos comerciales como café, caña panelera, aguacate, guanábana, producción de miel; pancoger como plátano, maíz, yuca, bore, frutales junto a cría de gallinas y peces aportan a la seguridad alimentaria, mientras ganado bovino, cerdos y cultivos forestales son ahorros para el mediano y largo plazo. Esta heterogeneidad se soporta en fincas que están en el rango de 2 y 28 ha en el Sur y entre 3 y 15 ha en el norte, con lotes de cacao promedio de 2 ha. Las densidades de siembra varían según el material vegetal cultivado donde predomina los híbridos (trinitarios; 700 a 800 árboles por ha), los clones empiezan a aumentar el área (1.000 árboles por ha). Los denominados comunes y criollos van de salida de las fincas cacaoteras, por lo que se propone su rescate con enfoque hacia el cacao fino y de aroma. Respecto al manejo agronómico se percibe un mayor conocimiento técnico en los agricultores, pero el manejo fitosanitario de plagas y enfermedades y podas deficientes siguen siendo las fuentes de mayor impacto en la productividad del cultivo.

PhD. Jairo García Lozano
Universidad del Tolima

En Colombia, el cacao se produce en 26 de los 32 departamentos que conforman el territorio nacional; los principales productores son Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Tolima y Cundinamarca. En el año 2016 la producción nacional fue de 56.785 toneladas en un área cultivada de 173.016 ha. Se estima que cerca de 38.000 familias dependen directamente del cultivo para su sustento, las cuales siembran en granjas familiares a pequeña escala, en un área promedio de 2 a 5 ha con poca tecnificación (Benjamin et al., 2017). Las prácticas agronómicas en el cultivo son limitadas, los agricultores realizan labores básicas asociadas con la recolección del fruto, control de malezas y podas; Además, la fertilización y el uso de sistemas de riego son poco implementadas en el país (Contreras, 2017). Los actuales sistemas productivos de cacao son vulnerables a la variación de las condiciones climáticas, especialmente a las olas de calor y sequía como las que se presentan durante el fenómeno “el Niño” (Schroth et al. 2016). En el año 2016 la producción de cacao a nivel mundial disminuyó cerca del 6%, debido a la ocurrencia de dos condiciones atmosféricas severas, provocadas por los vientos Harmattan en la región de África y al Fenómeno “el Niño” en América y Asia (International cocoa organization-ICCO, 2017). Sumado a lo anterior, dentro del contexto del cambio climático, se proyecta que el comportamiento de las lluvias sea errático y los eventos como sequías e inundaciones se harán más frecuentes, teniendo un grave impacto en la agricultura.

Entre las estrategias que se podrían implementar en el sector cacaotero a corto plazo, que ayuden a minimizar el impacto negativo de los fenómenos de variabilidad climática y que además permitan mejorar la producción nacional, se encuentran la selección de genotipos tolerantes al déficit hídrico, así como el diseño de sistemas de producción resilientes a la variabilidad climática que incluyan prácticas de manejo integral del riego, la nutrición y la regulación del sombrero, junto al control de plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta lo anterior, con la ejecución del proyecto de investigación titulado “Desarrollo tecnológico e innovación para mejorar la calidad del cacao en el Tolima”, se espera contribuir a la selección de clones de cacao con potencial de tolerancia frente al déficit hídrico; así como a la evaluación del fertirriego como estrategia de manejo ante eventos recurrentes de sequía. Para esto se establecerán dos experimentos uno en condiciones de vivero y el segundo en condiciones de finca.

El primer experimento, se está desarrollando en la casa de mallas del Centro Universitario Regional del Norte-CURDN, adscrito a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima, ubicado en el municipio de Armero- Guayabal y tiene como objeto comparar la respuesta fisiológica 12 clones de cacao regionales, liberados recientemente por FEDECACAO y CORPOICA (ahora AGROSAVIA). La evaluación del fertirriego se está realizando en dos fincas productoras de cacao en el municipio de Chaparral-Tolima. Una de las fincas se ubica en una zona susceptible a presentar déficit hídrico durante los meses de baja precipitación y la segunda finca se ubica en una zona de baja vulnerabilidad al déficit hídrico. La selección de las zonas para el establecimiento de las parcelas experimentales se realizó teniendo en cuenta la información disponible en el Sistema de Información Georreferenciada (SIG) de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima. A partir de las bases de datos de suelos y clima se modeló espacialmente los escenarios de vulnerabilidad mediante la realización de un balance hídrico regional (temperatura, humedad relativa del ambiente, DPV, precipitación y evapotranspiración) y la capacidad de almacenamiento de agua del suelo (textura, profundidad efectiva y drenaje).

Cadmio en los agroecosistemas cacaoteros: mecanismos, opciones de manejo y experiencias

PhD. Carlos Patiño
Universidad del Tolima (Colombia)

El cadmio es un elemento pesado altamente peligroso para todas las formas de vida, que en los últimos años ha despertado preocupación global, debido a que sus contenidos en el suelo han empezado a aumentar de forma alarmante, en razón al efecto de diferentes actividades antrópicas, incluidas las agrícolas. El cadmio en el suelo presenta una relativa alta movilidad, lo que supone que las plantas como el cacao puedan absorberlo con facilidad e incorporarlo a las cadenas tróficas. Por diferentes causas, que aún deben comprenderse, algunos de los materiales de cacao cultivados en varios suelos latinoamericanos, especialmente los peruanos, colombianos y ecuatorianos, presentan altos niveles de cadmio en las almendras, lo que significa una disminución marcada en la competitividad del sector cacaotero latinoamericano en el contexto internacional. Debido a lo anterior, es necesario encontrar qué tipo y en qué proporción diferentes variables genéticas, edáficas y fisiológicas pueden explicar la absorción y acumulación de cadmio en el fruto del cacao, para lo cual existen ya algunos estudios preliminares en varios países. En general, la biodisponibilidad del cadmio del suelo, depende de la acción contrapuesta de procesos de adsorción y desorción del elemento sobre las partículas sólidas del suelo, así como de la solubilización y precipitación de las diferentes formas químicas del cadmio en el suelo, lo que depende en gran medida de sus condiciones de pH y potencial redox. De manera general, los contenidos de cadmio en suelos no contaminados varían entre 0.01 y 2.5 mg kg⁻¹, con un promedio de 0.02 mg kg⁻¹, en tanto que en los suelos contaminados pueden encontrarse entre 3.0 y 10 mg kg⁻¹, o incluso concentraciones mayores a 100 mg kg⁻¹ en suelos de minería u otros altamente afectados. Con un enfoque analítico y químico, se ha determinado que las fracciones de cadmio soluble en agua, soluble en ácido y la fracción intercambiable son las biodisponibles para las plantas. De otra parte, es importante reconocer que se han hecho avances en el manejo agronómico tendiente a disminuir los niveles de cadmio en los cultivos, para lo cual se han utilizado exitosamente, diferentes enmiendas basadas en materiales inorgánicos, tales como la cal agrícola, el hidróxido de calcio, diferentes tipos de arcillas, varias apatitas y varios óxidos metálicos. También se han utilizado diferentes materiales orgánicos como compost y lodos, aunque en este caso, los resultados son bastante variables, pues estos materiales pueden ser fuente de metales pesados por sí mismos. Varios reportes han dejado en evidencia, además, que las micorrizas pueden mejorar ostensiblemente el crecimiento y desarrollo de las plantas sembradas en suelos con elevados niveles de cadmio, al tiempo que reducen las tasas de absorción y los niveles acumulados en los tejidos. Cabe señalar, por último, que es importante avanzar en el diagnóstico de los contenidos de cadmio en los suelos cacaoteros colombianos, pues hay reportes preliminares de niveles francamente preocupantes en varias zonas del país, que permitan diseñar en el corto plazo estrategias de manejo adecuadas a las realidades naturales, sociales y económicas locales. Está investigación se desarrolló gracias al apoyo de Fontagro.



PONENCIAS ORALES

Uso de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) como potencial bioadsorbente para la remoción de arsénico en fuentes hídricas

Ángela Patricia Osorio; Isabel Cristina Paz; Angélica Piedad Sandoval
Universidad del Tolima

RESUMEN

Con el objetivo de aportar al aprovechamiento integral del fruto del cacao, se evaluó el uso de su cáscara como material bioadsorbente para la remoción de arsénico (As) contenido en solución acuosa. Se determinó el efecto del diámetro de partícula de la biomasa, de la relación masa de biomasa/volumen de solución, y del tiempo de contacto, sobre el contenido de Arsénico remanente en la solución. Se implementó un diseño experimental factorial 2³, manteniendo fijas la concentración inicial de Arsénico en solución (0,1 ppm), el pH (5), la temperatura (28°C), la velocidad de agitación (150 rpm) y el volumen de solución (500 ml). Se lograron porcentajes de adsorción de arsénico entre 34,7 y 59,1%, resultados que concuerdan con los presentados por otros autores. Se observó que la adsorción del metal se favorece a menor diámetro de partícula, como consecuencia del incremento en la superficie de contacto. Igualmente, se determinó que el modelo de Freundlich describe mejor el fenómeno de adsorción, indicando que durante el proceso se forman multicapas en la superficie de la biomasa, con una distribución no uniforme de calor. La biomasa residual contaminada con el metal fue encapsulada en cemento portland para su disposición. Los resultados obtenidos confirmaron la viabilidad de aprovechar el principal residuo de la industria cacaotera para mitigar problemáticas ambientales ocasionadas por actividades antropogénicas, tales como la minería, que contaminan las fuentes hídricas con arsénico.

PALABRAS CLAVES: Metales pesados; residuos agroindustriales; minería; contaminación de fuentes hídricas, aprovechamiento integral.

Enfoque unidimensional para la modelización de la transferencia de humedad y calor en el secado de granos de cacao

Jader Rodríguez Cortina; Henry Alexander Vaquiro; Luis Daniel Daza
Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA;
Universidad del Tolima

RESUMEN

La modelización y la simulación son herramientas que pueden ser usadas para estudiar el comportamiento de los granos de cacao en diferentes condiciones de secado y al mismo tiempo pueden ayudar a establecer parámetros de operación para mejorar sus características de calidad. Durante el secado, factores como la temperatura, humedad y tiempo de proceso deben controlarse con el fin de asegurar reacciones químicas responsables del aroma, sabor y la calidad general de los granos de cacao. El presente estudio tuvo como objetivo validar un modelo matemático que representara apropiadamente los fenómenos de transferencia de materia y calor que tienen lugar durante la operación de secado del cacao. Dicho modelo permitió expresar las ecuaciones de gobierno de forma unidimensional, al considerar la distribución simétrica de la humedad y la temperatura en un sistema de coordenadas generalizadas. Adicionalmente, la geometría de los granos de cacao se definió mediante análisis de imágenes. El modelo fue resuelto considerando propiedades de transporte no constantes, contracción del material, y condiciones de contorno convectivas. Para determinar la difusividad efectiva, las estimaciones del modelo se ajustaron a cinéticas de secado realizadas a temperaturas de 40, 50 y 60 °C. La difusividad efectiva ($2.185 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$) estuvo dentro de los valores identificados por otros autores en granos de cacao. El modelo propuesto ofreció una buena representación de la cinética del proceso (coeficiente de determinación mayor a 0.95) considerando la contracción y la geometría propia del grano. Este enfoque unidimensional podría usarse junto con cinéticas de reacción de compuestos y atributos de calidad, y en problemas multiescala, optimización y análisis de sensibilidad, ya que su resolución es menos compleja y exigente en términos computacionales.

PALABRAS CLAVES: Transporte de masa y energía; contracción; coordenadas generalizadas; difusividad efectiva.

Aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica de la cadena del cacao, un camino a la bioeconomía circular

Elías Alberto Cardona; Walter Murillo Arango; Wilian Alejandro Orjuela
Universidad Del Tolima

RESUMEN

La cadena productiva del Cacao a nivel nacional ha venido tomando relevancia como mecanismo para la generación de ingresos para la población rural, dado el interés mundial por el consumo de productos derivados de alto valor agregado. Lo anterior ha llevado a alcanzar en el año 2018 producciones históricas para Colombia que superan las 60mil toneladas, elevando los niveles de exportación y las alianzas estratégicas mundiales. Sin embargo, el impacto ambiental de los subproductos agroindustriales generados del proceso de Postcosecha y transformación industrial de cacao, ha generado una preocupación especial por parte de los principales países productores como Costa de Marfil, Indonesia, y países suramericanos como Ecuador y Colombia entre otros, identificando diversas maneras de aprovechar estos y generar beneficios tanto ambientales como económicos para los productores que conforman la cadena.

Se estima que posterior a la obtención de la almendra las vainas o “cacota de cacao” son totalmente desechadas y representan cerca del 75% del peso total de la fruta, en Colombia, se espera que la cantidad de cáscara de vaina de cacao, que usualmente se quema o se deja descomponer al aire libre en las plantaciones sin ningún control ambiental, llegue a 2.1 millones de toneladas en el año 2021. Se hace necesario identificar las diferentes opciones de transformación para la recuperación y agregación de valor a este subproducto, la presente investigación busca evaluar el potencial de transformación de la biomasa de cascara de cacao en biopellets con potencial de uso para el almacenamiento de energía en zonas rurales o no interconectadas, que además brindan una alternativa para evitar la quema de madera.

Se realizó una caracterización del material “cacota de cacao” a través de un análisis proximal y su posterior medición de capacidad calórica, los pellets fueron elaborados empleando una prensa a 7.5 y 10 Toneladas donde no se encontró diferencia significativa sobre la densidad. La medición de resistencia ante impacto mostro la necesidad de aplicar un aglutinante, el aglutinante empleado fue almidón de yuca al 10, 20 y 30% donde los mejores resultados respecto a densidad y resistencia ante impacto se obtuvieron con la muestra al 20%.

PALABRAS CLAVES: Cacota, pellets, potencial calórico, subproducto.

Huella de carbono de la producción de chocolate en Colombia

María Del Pilar Marín; Hernán Jair Andrade; Angélica Piedad Sandoval
Universidad de la Amazonia; Universidad del Tolima

RESUMEN

Se ha evaluado la huella de carbono en la producción de chocolate, desde la producción de cacao hasta su procesamiento industrial. El estudio se realizó en Rovira y Falan (Tolima), Neiva y Bucaramanga. Seis sistemas de producción de cacao: 1) monocultivo, 2) sistema agroforestal (SAF) con madera, 3) SAF con aguacate, 4) SAF con especies de cítricos, 5) SAF con otros árboles frutales y 6) SAF con madera y árboles frutales; con tres réplicas fueron evaluadas. Se calculó la fijación de carbono en la biomasa total y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las granjas y el procesamiento con encuestas semiestructuradas. Las plantaciones de cacao emitieron 0.4 a 1.4 Mg CO₂ / ha / año debido a la gestión; mientras que el procesamiento industrial emitió de 2,3 a 5,2 kg de CO₂e / kg de cacao. Los sistemas de producción de cacao evaluados mitigan el cambio climático ya que tienen una huella de carbono positiva; significa que tienen una fijación neta de carbono.

PALABRAS CLAVES: Electricidad, emisiones, gases invernadero (GHG), sistemas agroforestales (SAF), monocultivo.

Evaluación técnica y económica de la implementación de un sombrío transitorio artificial en el establecimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tania Inés Restrepo Quiroz; Alejandro Gil Aguirre; Helí Martínez Peñuela; Fabio Nelson Vaga Galvis; Jhorman Esteban Urrego Posso; Pablo Elías Hernández Pérez; Luis Eduardo Calderon Becerra; Darlinton Rodolfo Suárez Bautista
Compañía Nacional de Chocolates

RESUMEN

El cacao es un cultivo que convencionalmente se asocia con otras especies vegetales dado que requiere sombra tanto en las etapas de iniciación como en la fase de producción. En el establecimiento del cultivo las plantas de cacao son sembradas bajo un sistema de sombrío transitorio, el cual es eliminado progresivamente a medida que el cacao requiere más luz, algunas de las especies más usadas son: Banano (*Mussa paradisiaca*), Plátano (*Musa sapientum*), Papaya (*Carica papaya*), Leucaena (*Leucaena leucosephala*) y Matarraton (*Glicidia sepium*). Una correcta elección del Sistema Agroforestal (SAF) debe garantizar un mejor uso del espacio, del agua, de los nutrientes, además de ayudar a regular la temperatura mejorando la capacidad productiva de la plantación.

Sin embargo, en el país no se han realizado los estudios suficientes para determinar cuáles especies son las más aptas para ser establecidas en un Sistema Agroforestal con el cultivo de cacao y los costos asociados. En este sentido, se realizaron experimentos en campo para evaluar técnica y económicamente la implementación de tres especies vegetales usadas como sombrío transitorio (Plátano, Leucaena, Guandul) y un sombrío artificial como método alternativo. Los resultados de este estudio demostraron que el uso de un sombrío transitorio artificial es una propuesta eficiente y tiene diversas ventajas en comparación con las especies vegetales usadas tradicionalmente, logrando reducir los tiempos y costos en la fase de iniciación del cultivo, debido a una reducción en los jornales asociados al mantenimiento del sombrío convencional, un mejor aprovechamiento de los nutrientes disponibles en el suelo, una mayor homogeneidad en la plantación, reducción de las pérdidas en el establecimiento y un ahorro significativo de tiempo en el desarrollo del cultivo.

PALABRAS CLAVES: Cacao; Sistema Agroforestal (SAF); sombrío transitorio; *Theobroma cacao* L.

Inhibidores y potencializadores de la transferencia de tecnología en cadenas productivas agropecuarias: caso de la cadena de cacao en el Tolima

William Alejandro Orjuela Garzón Universidad Del Tolima

RESUMEN

La transferencia de tecnología es un proceso complejo que involucra la participación de diferentes actores como generadores, difusores y usuarios que toman decisiones basados en percepciones individuales que impactan en el desempeño del proceso. Diferentes modelos teóricos de aceptación de la tecnología han sido desarrollados para evaluar los factores que explican los principios sobre los cuales se establecen los comportamientos en tono a la adopción (o no) de una tecnología desde el usuario final, entre estos se encuentran TAM (Modelo de aceptación de la Tecnología), TPB (Teoría del comportamiento Planificado), UTAUT (Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología) y TRA (Teoría de la acción razonada) entre otras. Sin embargo, la literatura especializada plantea la necesidad de estudiar desde un enfoque holístico (generadores, difusores, usuarios) los factores que potencializan o inhiben el proceso de transferencia de tecnología.

La presente investigación tiene como objetivo identificar y priorizar los factores que inhiben o potencializan el proceso de transferencia de tecnologías para la cadena productiva del cacao en el departamento del Tolima aplicando modelos cuantitativos de toma de decisión, específicamente Procesos analíticos jerárquicos AHP.

PALABRAS CLAVES: Transferencia de tecnología, Toma de decisión, inhibidores, barreras, potencializadores.



POSTER

- **Cambio climático y resiliencia**

Crecimiento, respiración y cambios fisicoquímicos durante la maduración de materiales de cacao en Colombia

Martha Del Pilar López Hernández; Jenifer Criollo Núñez; Camilo Ignacio Jaramillo Barrios
Universidad Nacional de Colombia AGROSAVIA

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el proceso de crecimiento, respiración y cambios fisicoquímicos durante la maduración de tres materiales de cacao en fincas ubicadas en Algeciras y Garzón (Huila, Colombia) para obtener índices de maduración adecuados que faciliten a los productores una cosecha oportuna, que mejore el desarrollo de la fermentación y la calidad sensorial del cacao. Se realizaron seguimientos fisiológicos del fruto, midiendo la longitud y el diámetro, desde los 30 días después de anthesis (DDA) hasta el deterioro del fruto en el árbol; se obtuvieron curvas y ecuaciones de crecimiento, con las cuales se establecieron 4 estadios de madurez en función de DDA. Mediante la correlación de Pearson y análisis de componentes principales a los diecinueve descriptores usados en la caracterización, se encontró que cinco descriptores fueron representativos de los estadios de madurez del fruto de cacao. El estadio 3 presentó las características necesarias para una buena fermentación y la obtención de un cacao de calidad. En Algeciras los materiales ICS95 y CCN51 alcanzaron los estadios de maduración en menor tiempo con promedios para el estadio 3 entre 124 y 152 DDA mientras que el material TSH565 requirió entre 177-193 DDA. En Garzón los materiales ICS95 y CC51 alcanzaron el estadio 3 entre 153-197 DDA mientras que TSH565 entre 131-150 DDA.

PALABRAS CLAVES: Desarrollo fisiológico; Índices de madurez; *Theobroma cacao* L.

Manejo agroecológico de cacao en sistemas agroforestales

José Francisco Valle San José - Costa Rica

RESUMEN

Se propone dar una ponencia acerca del manejo de sistemas integrados de producción que tengan como cultivo principal el cacao fino y de aroma. Con eso se pretende definir las condiciones óptimas para el desarrollo fisiológico enfocado hacia la calidad organoléptica del producto, así como también abordar conceptos de sostenibilidad tanto ecológica como económica. Se piensa proponer modelos basados en las experiencias que trae el ponente trabajando con sistemas agroforestales en producción agroecológica tanto en Brasil como en Ecuador, proponiendo el enfoque holístico como respuesta hacia los desafíos de rentabilidad. Esto incluye diversificación de cultivo, rescate de variedades criollas con el fin de definir productos con denominación de origen, el proceso de transformación y la integralidad de otros productos autóctonos subvalorados para la elaboración de productos originales y de alto valor agregado. La ponencia se propone abordar los varios elementos clave dentro de la producción agroecológica y ofrecer soluciones alternativas de manejo de cultivo, enfocadas hacia técnicas alternativas de fertilización, manejo fitosanitario y control de plagas que tengan en cuenta los procesos microbiológicos y bioquímicos del sistema suelo/planta.

PALABRAS CLAVES: Agroecología; agroforestal; sostenibilidad; orgánico.

- **Riego y nutrición**

Comportamiento de flujos de savia en dos variedades de *Theobroma cacao* en dos zonas agroecológicas

Maira Alejandra Tunjano Vargas; Luisa Fernanda Quiroga Rojas; Carlos Alfonso Mosos Torres; Jairo García Lozano
Universidad del Tolima

RESUMEN

En el marco del proyecto “Desarrollo de modelos tecnológicos para la producción y procesamiento de cacao” el cual busca mejorar las condiciones de los agricultores, con la investigación de herramientas científicas que faciliten el manejo del cultivo, se han establecido parcelas experimentales en la finca la Palma y la esperanza del municipio de Chaparral en donde se implementan dos tipos de manejo del cultivo (tradicional y recomendación técnica); Dada la importancia de estandarizar las frecuencias e intensidad del riego, se instalaron equipos especializados para el monitoreo en campo, entre ellos, medidores de flujo de savia, los cuales se encuentran situados antes de la bifurcación de árboles sanos, con buena arquitectura, en estado reproductivo de variedades híbrido y clon ICS1, para cada uno de los tratamientos, con el fin de cuantificar la demanda hídrica de los materiales en estudio. El medidor de flujo de savia consta de dos agujas receptoras de calor (Downstream y Upstream) y una aguja intermedia (calefactora), el cual funciona de acuerdo al método de proporcionalidad calórica, que consiste en la detección de la variación de temperatura en puntos ubicados a la misma distancia tanto por encima como por debajo de una aguja que emite pulsos de calor. La información es almacenada cada 20 minutos en un registrador de datos incorporado en el equipo. Gracias a este registro de datos se pretende determinar la velocidad de pérdida de agua por transpiración, cabe resaltar, que en el periodo de estudio se ha observado que en los materiales vegetales en estudio se registran valores similares cercanos a 0,25 Kg/h.

PALABRAS CLAVES: Medidor de flujo de savia.

Metodología para la construcción de curvas Presión/Volumen de variedades de cacao (*Theobroma cacao*) para la determinación de tolerancia al déficit hídrico

Daniela Steffani Rodríguez Bonilla; Jairo García Lozano; Luisa Fernanda Quiroga Rojas; José Luis Vanegas Cruz
Universidad del Tolima

RESUMEN

La temperatura global promedio en los últimos años ha venido aumentando, debido a los drásticos cambios climáticos que se vienen presentando y una de las consecuencias directas es la disminución en la cantidad y distribución de la precipitación. El departamento del Tolima se caracteriza por tener grandes zonas cacaocultoras como Chaparral, Rioblanco, Ataco y Planadas, los cuales presentan dificultades en el uso de riego en las épocas de sequía a pesar de contar con disponibilidad de agua, lo que conlleva a una disminución en la producción. En Colombia en el año 2014, el ICA aprobó la liberación de nuevos clones de FEDECACAO y CORPOICA algunos de los cuales poseen buenas características agronómicas y agroindustriales; pero poco se conoce sobre su comportamiento y desarrollo fisiológico a diferentes condiciones de estrés como lo es el déficit hídrico, a través de la medición de parámetros fisiológicos y fenológicos se pretende determinar su tolerancia a este fenómeno. A través de la construcción de las curvas Presión-Volumen junto con las mediciones de crecimiento y potenciales hídricos, podemos observar las diferencias entre las variedades en cuanto a su tolerancia al estrés hídrico y su desarrollo vegetativo. El procedimiento consiste en tomar una planta de cada material, introducirla en agua y a refrigerado por aproximadamente 20 horas, con el objetivo de rehidratar los tejidos, para posteriormente iniciar las lecturas continuas de los potenciales con la cámara Scholander, la hoja se inserta en la tapa de la cámara, la presión interna de la cámara es aumentada con nitrógeno y así provocar la salida de la savia en forma de gota, en este momento se obtiene la lectura de la presión, al mismo tiempo se determina el peso inicial y final para cada medición. Las curvas p-v son utilizadas para la determinación de parámetros como: el contenido hídrico relativo (CRH), potencial osmótico (π), potencial de presión (Ψ_p), y módulo de elasticidad (ϵ) el cual nos permite determinar cuándo un material posee características de adaptación al déficit hídrico.

PALABRAS CLAVES: Curvas presión-volumen (CV-P); Potencial Hídrico (Ψ); materiales; módulo de elasticidad (ϵ).

- **Poscosecha y procesamiento**

Efecto del proceso de pre-acondicionamiento de los granos de cacao en la calidad final del grano

Ivonne Ximena Verón Salazar; Martha Del Pilar López Hernández; Jelly Jhoana Pedroza Berrio; Edgar Mauricio Rico; María Cristina García; Jorge Mario Moreno
AGROSAVIA

RESUMEN

En los últimos años, la demanda mundial de cacao se ha incrementado debido a su alto poder energético y gran variedad de usos en la industria. Actualmente, muchos de los productores de cacao tienen bajos recursos económicos y limitada capacitación. Esto les impide responder de manera adecuada a los estándares de calidad requeridos por el mercado, limitando su desarrollo y con ello, el de la región. En este trabajo se ha evaluado el efecto de la calidad final dependiendo de los procesos de pre-acondicionamiento del grano con el fin de disminuir los niveles de amargor, astringencia y desarrollo final del color en los chocolates. Dos procesos básicos han sido evaluados para el pre- acondicionamiento de los granos de cacao fresco antes de la fermentación: pre-secado por 15 y 30 horas y escurrido de la pulpa por 9 y 18 horas. Los resultados fueron contrastados con la fermentación tradicional sin ningún pretratamiento al grano fresco. Estos tratamientos fueron estudiados con el propósito de reducir el problema de acidez, amargor y astringencia en los granos secos de cacao fermentado. Las variables evaluadas fueron: polifenoles totales, antocianinas, acidez, pH y se realizó un análisis sensorial. Se encontró que, al remover una porción de la pulpa por medio de los pre-tratamientos, se reduce el contenido de azúcares fermentables de los granos, lo que generó menor acidez, menor contenido de polifenoles y concentración de antocianinas durante la fermentación. Los cambios observados permiten vislumbrar mejoras al proceso de fermentación con el fin de establecer procedimientos que permitan obtener cacao seco fermentado de características similares y buena calidad sensorial.

PALABRAS CLAVES: Cacao, Procesos de fermentación, pre-tratamientos, polifenoles, calidad.

Carta de color para la fermentación de cacao *Theobroma cacao L.*

Sara Padilla Botero, Diana Carolina Meza Sepúlveda
Universidad Tecnológica de Pereira

RESUMEN

Se llevó a cabo la elaboración de una carta de color para la fermentación realizada bajo la metodología de FEDECACAO para los clones ICS 1, ICS 39, ICS 95 y un patrón CCN 51, considerando las reacciones en el cotiledón que generan cambios en el color del interior del grano, permitiendo el seguimiento y control de la fermentación. La fermentación se llevó a cabo por duplicado en 2 cajones que fueron construidos bajo la metodología referenciada por FEDECACAO, pero a escala de laboratorio, es decir, una cuarta parte de la escala recomendada; los cajones se llenaron con cantidades aproximadamente iguales de cacao *Theobroma cacao L.* y se taparon con costal de fique y hoja de plátano. La fermentación duró aproximadamente 6 días, en los cuales después de las primeras 36 horas se llevó a cabo la remoción de los granos diariamente, en horas de la tarde. Durante el proceso de fermentación se midió temperatura, pH y acidez para determinar la confiabilidad de la fermentación a partir de la cual se realiza la carta de color, además de prueba de corte posterior al secado. Posteriormente, 10 granos fueron extraídos de forma aleatoria de los dos cajones de fermentación diariamente, para realizarles prueba de corte y su respectivo registro fotográfico, para su posterior análisis. Los resultados obtenidos a partir de la prueba de corte revelan que los cambios de color diarios no son completamente significativos durante los primeros días del proceso, existiendo días críticos como lo son el tercero, cuarto y quinto donde las tonalidades del grano varían en intervalos comprendidos por los colores 872*, 69*, 96* y 1028*; por lo que estos días serían los que utilizaría de referencia el cacaocultor a la hora de llevar a cabo el control del proceso de fermentación.

* Códigos de color extraídos de la carta de color de la empresa COATS Cadena, 460 colores.

PALABRAS CLAVES: Theobroma Cacao L, fermentación, carta de color, beneficio del cacao, cacaocultor.

Diseño experimental para estudiar el efecto de los materiales comerciales de cacao en Colombia y su origen en el rendimiento de extracción de pectina a partir de las cáscaras de cacao

Angie Milena Cáceres Prada; José Fidel Torres Delgado
Universidad del Sinú
Universidad de Los Andes

RESUMEN

El cacao es una fruta que ha ido ganando importancia para la economía de Colombia. Prueba de ello es el aumento de su producción y la importancia que ha tenido en el reemplazo de cultivos ilícitos. Este cultivo es de suma importancia en la Orinoquia colombiana no solo por la prosperidad económica que trae, sino también por los premios otorgados internacionalmente por su aroma y sabor en Arauquita. Con el aumento de la producción de cacao, el volumen de desechos de cáscara de cacao también ha aumentado; estos desechos por lo general no son aprovechados y generan enfermedades para las plantas cultivadas además de atraer insectos. La Pectina, es un insumo químico para la industria de alimentos que actualmente se importa a Colombia y que puede ser extraída de la cáscara de cacao. Este estudio involucra dos etapas: la primera es el establecimiento de la metodología de extracción de pectina a partir de la cáscara de cacao, el tipo de extractante, el pH, la temperatura y el tiempo de hidrólisis con los que se puede obtener un mayor rendimiento; y la segunda etapa considera un diseño experimental que evalúa el efecto de los materiales comerciales de cacao en Colombia y su origen para la extracción de pectina. Con los datos obtenidos a partir del diseño experimental se realizó un análisis estadístico en el que se incluyeron no solo los factores del tipo de material y origen, sino también otras variables que caracterizaron fenotípicamente al cacao y su cáscara. Se concluye que estadísticamente existe diferencia significativa entre los cacaos de Arauca y Santander, siendo mayor el rendimiento para Arauca; y que existen diferencias poco significativas entre los diferentes tipos de material de cacao comercial, además de que no existen diferencias fuertemente significativas entre las características asociadas a cada uno ellos.

PALABRAS CLAVES: Cáscara de cacao, pectina.

Valorización de la cascara de la semilla del cacao mediante la obtención de antioxidantes naturales para aceites comestibles

Luis Miguel Buelvas Puello; Gabriela Franco Arnedo; José Angel Colina Márquez;
Isabel Cristina Paz Astudillo; Blanca Laura Quintero Ortiz; Fabián Parada Alfonso
Universidad Nacional de Colombia
Universidad de Cartagena
Universidad del Tolima

RESUMEN

El presente estudio pretendió aprovechar la cáscara de la semilla del cacao, residuo agroindustrial que representa un problema para el sector debido a su poco valor económico. Para esto, se evaluó la obtención de antioxidantes naturales mediante un proceso de extracción CO_2 supercríticos (scCO_2) y extracción soxhlet (SX). Para lo cual se evaluó el efecto de dos variables: presión y fracción de cosolvente, sobre la actividad antioxidante. Se determinaron como mejores condiciones de extracción con scCO_2 : 25,1 MPa y 22% de etanol, por medio de un análisis de superficie de respuesta. Los extractos con mejor inhibición (ihn) mediante el ensayo de DPPH fueron: etanol previamente pasado por acetato de etilo (AcOEt-EtOH) con 30.5% ihn para extracción soxhlet, mientras que para scCO_2 , 25 MPa con 20% etanol y 60°C , con 18,8% ihn. Estos extractos fueron probados como inhibidores de oxidación lipídica de un aceite vegetal comestible, obteniendo la mayor protección con el extracto soxhlet AcOEt-EtOH . Con lo anterior se determinó que esta biomasa es promisoría como fuentes antioxidantes naturales.

PALABRAS CLAVES: Extracción con fluidos supercríticos; antioxidantes naturales; polifenoles; TBARs; *Theobroma cacao*.

Efecto de aislados del genero *Bacillus* sp sobre la fermentación de los granos de cacao clon ccn51 en el Tolima

Laura Sabrina Ortiz Galeano; Angélica Piedad Sandoval; María Denis Lozano
Tovar
Universidad del Tolima AGROSAVIA

RESUMEN

Durante los últimos años Colombia ha tenido un aumento significativo en la producción y exportación de cacao donde la calidad viene a ser uno de los parámetros principales para su comercialización. La fermentación es indispensable para obtener un cacao de calidad, ya que este proceso reduce la astringencia y amargor de los granos e incrementa y resalta los sabores agradables. Durante este proceso intervienen microorganismos como levaduras, bacterias ácido lácticas, bacterias ácido-acéticas y especies de *Bacillus*. Estos consorcios microbianos han sido ampliamente estudiados a excepción de las especies de *Bacillus*. Por ello el objetivo de este trabajo fue aislar y evaluar cepas de microorganismos del género *Bacillus* sobre la calidad de los granos de cacao. Los *Bacillus* son de importancia ya que igualmente producen pectinasas, proteasas, consumen citrato, toleran altas temperaturas (50°C) y algunos pueden limitar el crecimiento de microorganismos indeseables. En este estudio a partir de una fermentación espontánea se obtuvieron 10 aislados del género *Bacillus* y se sometieron a un proceso de selección mediante pruebas de crecimiento a 50°C, a pH ácidos, concentraciones altas de glucosa (10%) y etanol (5%), crecimiento en 50% de pulpa de cacao. Cinco aislados, pertenecientes a *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium* fueron seleccionados y evaluados a nivel de micro y macrofermentación, se utilizaron pruebas fisicoquímicas y sensoriales. La variable porcentaje de granos medianamente fermentados presentó diferencias significativas entre los tratamientos siendo el aislado de *Bacillus megaterium* el inóculo con mayor número de granos bien fermentados. Los aislados de *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium* disminuyeron los granos insuficientemente fermentados, incrementaron el índice de fermentación y obtuvieron un perfil sensorial con mayor intensidad de cacao y notas a nuez.

PALABRAS CLAVES: Inóculo, *Theobroma cacao*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*.

Estimación de la resistencia de ocho levaduras gras, a la dinámica bioquímica de la fermentación del cacao, para la selección de microorganismos potenciales para la generación de un iniciador microbiológico

Jenifer Criollo Núñez; Cristina Ramírez Toro; Angélica Piedad Sandoval Aldana;
María Denis Lozano Tovar
Universidad del Valle Universidad del Tolima AGROSAVIA

RESUMEN

El 95% del cacao producido en Colombia podría ser fino y de aroma. Sin embargo, más del 75% de las exportaciones son comercializadas como cacao convencional (ICCO, 2016). La fermentación es una etapa de alta influencia en la calidad del cacao, siendo determinante en el desarrollo aromático; generado por la interacción microbiológica que produce drásticos cambios bioquímicos durante la fase. Las levaduras son el consorcio microbiológico de mayor producción aromática durante la fermentación siendo catalogadas como las principales responsables del desarrollo de aromas específicos del cacao. Es por esto que se evaluó la resistencia de ocho cepas de levaduras, *Saccharomyces Cerevisiae*, *Saccharomyces rouxii*, *Candida versatilis*, *Pichia kudriavzevii*, *Hanseniaspora opuntiae*, *Debaryomyces hansenii*, *Aureobasidium pullulans* y *Wickerhamomyces anomalus*. Sometiéndolas a diferentes condiciones bioquímicas propias de la fermentación del cacao. Las cepas fueron sembradas en caldo extracto de malta adaptado a diferentes concentraciones de sólidos solubles (10, 15 y 20 °Brix), etanol (5, 10 %), ácido acético (pH 3, 4, 5, 6, y 7) y temperatura (50 y 60°C), usando como variable de respuesta, la viabilidad y producción de biomasa, encontrando en la cepa *Pichia kudriavzevii* mayor desempeño a condiciones de pH ácido (pH 3 y 4) con hasta 5,8 UFC, viéndose reducidas la viabilidad cuando las condiciones del medio se tornaron básicas y las concentraciones de sólidos solubles y etanol aumentaron. La cepa de menor producción de biomasa fue la *Hanseniaspora opuntiae* obteniendo un máximo de 1,27 mg de biomasa/ml de medio de cultivo para las condiciones en estudio. Las cepas, *Saccharomyces rouxii*, *Candida versatilis* y *Wickerhamomyces anomalus* mostraron una tendencia ascendente de células viables y producción de biomasa, encontrando hasta 68,0, 45,3 y 57,2 UFC respectivamente, para la evaluación a 20 °Brix; además de la resistencia a pH y etanol mostrando su potencialidad, como cepas promisorias para la generación de un iniciador microbiológico que mejore el desarrollo de la fermentación y su calidad sensorial.

PALABRAS CLAVES: Levaduras; pruebas de resistencia; viabilidad *Theobroma cacao* L.

Colector térmico solar para el secado del cacao (*Theobroma cacao* L.)

Melanie Teresa Ramírez Jaramillo; Jaime Daniel Bustos Vanegas; Maryli Jessenia Bohórquez Peña; Kevin Esteban Garzón Alonso
Universidad del Tolima

RESUMEN

El proceso de postcosecha de cacao es de vital importancia influyendo directamente en la calidad final del grano. En el secado, se completan los cambios bioquímicos que suceden en la fermentación disminuyendo la humedad hasta un 6 o 7%, desarrollando el color, sabor y aroma característico a chocolate. Los diferentes métodos de secado tradicional no garantizan la calidad del cacao, siendo el secado directo al sol el procedimiento más habitual; el cual genera dificultades por requerir grandes áreas y mayores tiempos para completar el proceso de acuerdo a las condiciones directas del clima. En esta investigación se desarrolló un sistema de deshidratación empleando energía solar térmica con el fin de optimizar el tiempo de secado de los granos de cacao sin afectar su calidad. Se realizaron 2 tratamientos con 5 kg de grano de cacao fermentado cada uno, el primero fue sometido al proceso habitual de secado y el segundo a través del sistema de deshidratación, compuesto por un colector térmico solar inclinado y una cámara de secado. En el sistema, el aire es canalizado en el interior del colector térmico solar (calentándose por acción de la radiación solar), el cual asciende por diferencia de densidad hasta la cámara de secado donde se depositan los granos. Se adicionó un Sistema "stand by" para el funcionamiento las 24 horas incorporando un radiador inalámbrico. Con el sistema propuesto los granos fueron exentos de daños biológicos (mohos y plagas) y el tiempo de secado fue reducido en 40%, demostrando ser una tecnología innovadora y eficiente. Este sistema se perfila como una alternativa viable en el proceso de secado, ya que preserva las propiedades del grano como el color, aroma, humedad, pH y acidez.

PALABRAS CLAVES: Deshidratación; energía renovable; calidad; eficiencia; innovación.

Identificación de familias de compuestos de volátiles producidos por levaduras aisladas de fermentaciones espontáneas de cacao en Santander

Luis Javier López Giraldo; Claudia Johanna Sandoval Lozano; Angie Nathalia Lizarazo Román; David Caballero Torres
Universidad Industrial de Santander - UIS

RESUMEN

El cacao posee atributos sensoriales y organolépticos que son desarrollados en el beneficio del grano, el cual inicia con la fermentación. Éste es un proceso espontáneo, donde diferentes microorganismos, especialmente las levaduras producirán compuestos volátiles tales como ácidos, aldehídos, cetonas, ésteres y alcoholes; éstos tienen gran influencia en el aroma del licor de cacao. En la actualidad, es escasa la literatura donde se relacione la producción de compuestos volátiles y sus características olor activas, con la microbiota presente en los procesos de fermentación en Santander; por lo tanto, en este trabajo se priorizó el aislamiento y caracterización metabólica de los compuestos volátiles producidos por éstas últimas. Los microorganismos fueron colectados durante diferentes visitas a fincas productoras de cacao en Santander, se tomaron muestras de granos durante el proceso de fermentación, a intervalos regulares durante 120 horas. Las levaduras fueron aisladas y caracterizadas mediante pruebas bioquímicas. Posteriormente, se llevó a cabo la identificación de compuestos volátiles usando la técnica de SPME-GC-MS; estos compuestos fueron organizados de acuerdo a las características olor activas previamente reportadas en la literatura. Se encontraron cuatro géneros de levaduras, *Saccharomyces* sp., *Candida* sp., *Hanseniaspora* sp. y *Rhodotorula* sp. El 47% de los compuestos volátiles obtenidos pertenecen a la familia de ésteres, seguido de alcoholes con un 30%, mientras que los aldehídos, cetonas y ácidos corresponden a un 10%, 7% y 4%, respectivamente; esto concuerda con la percepción frutal reportada para el cacao en Santander, asociada con los ésteres producidos. A partir de nuestros resultados, futuros estudios pueden enfocarse en el análisis de los compuestos de manera individual, permitiendo identificar cuantitativamente el potencial olor activo de cada uno. Adicionalmente, las levaduras aisladas y residentes en los procesos de fermentación, pueden ser usadas como cultivos iniciadores de acuerdo a los compuestos que produzcan y su concentración.

PALABRAS CLAVES: Cacao; fermentación; levaduras; aislamiento.

Evaluación de las propiedades reológicas de pastas de chocolate

Andrés Felipe Caballero Tovar; Alejandro Fernández Quintero; Angélica Piedad Sandoval

Universidad del Valle Universidad del Tolima

RESUMEN

Reológicamente, las pastas de chocolate fundidas se caracterizan como fluidos no newtonianos que se comportan como un sólido bajo condiciones estáticas; es decir, se requiere aplicar cierta cantidad de fuerza al fluido antes de que se establezca un flujo. El esfuerzo requerido para iniciar el flujo se define como esfuerzo límite de fluidez, mientras que la energía necesaria para mantener el flujo, es expresada como viscosidad plástica o aparente.

Ambos parámetros reológicos, esfuerzo límite de fluencia y viscosidad plástica, reflejan el comportamiento de flujo del chocolate que depende de su composición y del tipo de proceso al que fue sometido para su producción. El siguiente trabajo pretende develar el efecto de la variación del contenido de grasa y emulsificante sobre la viscosidad plástica y el esfuerzo límite de fluidez en pastas de chocolate.

A las muestras se les midió el esfuerzo de corte a diferentes velocidades, usando un reómetro BrookField DV-III. Los resultados fueron modelados a través de la ecuación de Casson.

PALABRAS CLAVES: Viscosidad plástica; Esfuerzo límite de fluencia; Casson; emulsificante; chocolate.

Evaluación de la calidad final de mezclas de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Heidi Briggity Horta Téllez; Angélica Piedad Sandoval Aldana; Ivonne Ximena Verón Salazar; María Cristina García Muñoz; Kelly Johana Pedroza Berrio
Universidad del Tolima
AGROSAVIA

RESUMEN

La producción de cacao a nivel mundial es mayor a cuatro millones de toneladas. A pesar de los buenos resultados en producción se tiene que la tasa de pérdida en el rendimiento entre el área de siembra y la producción es de casi 13%, esto debido a factores como la etapa de beneficio donde las pérdidas se centran en la fermentación, generando mala calidad del grano debido a que no se cumplen los parámetros requeridos de tiempo y temperatura según la variedad de cacao, el clima, la cantidad de granos y la tecnología local disponible. En este trabajo se caracterizaron 5 clones de cacao ICS 01, ICS 95, ICS 39, TSH 565, CCN 51 provenientes del departamento del Huila, utilizando 42 descriptores morfológicos y fisicoquímicos. Posteriormente se realizaron 5 microfermentaciones haciendo un seguimiento a las variables prueba de corte, índice de fermentación, polifenoles totales y análisis sensorial, donde se observó una serie de similitudes en la correlación de los clones, con lo cual se identificaron 9 mezclas; la mezcla 1, 2 y 7 terminaron el proceso fermentativo entre el rango deseado de pH (4.75-5.19), a nivel de la prueba de corte NTC 1252 las mezclas 3, 4 y 6 no alcanzaron la mínima clasificación de esta norma con un promedio de granos bien fermentados <60%, y entre la clasificación de grano de cacao tipo pasilla se encuentran las mezclas 1 y 2. Para su evaluación sensorial se destacó la disminución de sabores como astringencia y amargor en estas mezclas en comparación a las microfermentaciones individuales, la característica verde se presentó de manera marcada en la mezcla 3 y a comparación del resto de las mezclas se resaltaron atributos como el de cacao con el mayor valor de 5.33, además de cualidades como nuez, floral, frutal y panela malta.

PALABRAS CLAVES: *Theobroma cacao* L.; prueba de corte; polifenoles totales; índice de fermentación; perfil sensorial.

Evaluación de fermentadores a escala piloto en la calidad final de una mezcla de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Heidi Briggity Horta Téllez; Ivone Ximena Cerón Salazar; Angélica Piedad Sandoval Aldana
Universidad del Tolima

RESUMEN

Se ha considerado que la calidad del grano final de cacao es dependiente de tecnologías de procesamiento y almacenamiento para prevención de defectos de calidad, debido a que estos procesos son favorables para el crecimiento de hongos, y problemas por factores abióticos y bióticos. Las prácticas inadecuadas y la tecnología poco práctica no garantiza la espontaneidad de todos los cambios que ocurren en el proceso del cacao no permiten la presentación idónea al mercado de un producto de alta calidad. Por ende, en el presente trabajo se realizó la macrofermentación de tres clones de cacao ICS 01, ICS 39 y CCN 51, provenientes del departamento del Huila, los cuales se caracterizaron por sus propiedades fisicoquímicas. La mezcla en igual porcentaje de los tres clones fue realizada en tres diferentes tipos de fermentadores, el fermentador tipo inclinado en policarbonato, el fermentador tipo escalera en madera, y el fermentador tipo tanque en acero inoxidable. Todos contaron con una fermentación en un tiempo de 8 días. Durante este proceso de macrofermentación se registró el comportamiento de la temperatura, el pH, acidez total, polifenoles totales e índice de fermentación en el cotiledón. Adicionalmente se realizó la prueba física de corte al final del proceso y la evaluación sensorial de la masa de cacao, con el fin de reconocer atributos de sabor para determinar un perfil sensorial. De igual manera la caracterización mediante el comportamiento secuencial y pruebas sensoriales determinó gran presencia de sabores amargos y astringentes debido a problemas en el proceso de fermentación en el caso del fermentador tipo tanque. Cabe resaltar que ninguno de las muestras registró sabores a moho u olor a jamón ahumado que son problemas de sobre fermentación. Finalmente se destaca que el fermentador tipo cajón inclinado en policarbonato mantiene buen grado de temperatura en el proceso de fermentación respecto al tiempo, así dando paso al buen desarrollo de reacciones que permitirán tener mejor calidad final de cacao y así aumentar su valor comercial.

PALABRAS CLAVES: Macrofermentación, Calidad, prueba de corte, polifenoles, perfil sensorial.

Diseño industrial de secador tipo marquesina para los productores de cacao en el departamento del Tolima

Carlos Fernando Morales Ayala; Angélica Piedad Sandoval Aldana
Universidad del Tolima

RESUMEN

El término marquesina hace referencia a toda techidumbre soportada sobre columnas generalmente de material metálico que sirve de protección. El uso convencional de la marquesina se basa en proteger del sol, lluvia, y viento; pero en el campo agroindustrial juega un papel muy importante para evitar contaminación por tierra, hojas, ramas y objetos extraños durante el secado del café, principalmente. El secado es una etapa crítica en la parte de pos cosecha del cacao, dónde el productor busca contar con un sistema práctico y de bajo costo que le permita mantener la calidad del grano en óptimas condiciones. Por lo tanto, la marquesina elaborada en guadua y madera es una opción viable para este proceso. En este trabajo se realizó el diseño y montaje de una marquesina para secado de cacao para la Finca “La Trinidad”, se realizaron modificaciones en altura de la base y en el área de la cámara de secado. Utilizando esta marquesina modificada se logró una mayor circulación de aire en el grano, evitando la retención de humedad, por lo tanto, el tiempo de exposición en esta etapa disminuyó entre un 30-35%, la temperatura máxima alcanzada fue de 56,2°C al medio día y una temperatura mínima de 22,4°C en horas de la madrugada, lo cual nos garantiza un promedio de 15°C por encima de la temperatura ambiente. Como ventajas de uso de esta marquesina se destaca su elaboración a un muy bajo costo y con materiales de fácil asequibilidad; no requiere de mano de obra calificada y su tiempo de fabricación es muy corto. Al realizarse un secado homogéneo los problemas de contaminación se reducen considerablemente, y durante el almacenamiento se pueden prevenir los problemas relacionados con hongos y mohos; de esta manera obtener una masa de cacao con un alto índice de inocuidad.

PALABRAS CLAVES: Secado; Temperatura; Humedad; Contaminación: Costo.

Identificación de familias de compuestos de volátiles producidos por levaduras aisladas de fermentaciones espontáneas de cacao en Santander

Luis Javier López Giraldo; Claudia Johanna Sandoval Lozano; Angie Nathalia Lizarazo Román; David Caballero Torres
Universidad Industrial de Santander - UIS

RESUMEN

El cacao posee atributos sensoriales y organolépticos que son desarrollados en el beneficio del grano, el cual inicia con la fermentación. Éste es un proceso espontáneo, donde diferentes microorganismos, especialmente las levaduras producirán compuestos volátiles tales como ácidos, aldehídos, cetonas, ésteres y alcoholes; éstos tienen gran influencia en el aroma del licor de cacao. En la actualidad, es escasa la literatura donde se relacione la producción de compuestos volátiles y sus características olor activas, con la microbiota presente en los procesos de fermentación en Santander; por lo tanto, en este trabajo se priorizó el aislamiento y caracterización metabólica de los compuestos volátiles producidos por éstas últimas. Los microorganismos fueron colectados durante diferentes visitas a fincas productoras de cacao en Santander, se tomaron muestras de granos durante el proceso de fermentación, a intervalos regulares durante 120 horas. Las levaduras fueron aisladas y caracterizadas mediante pruebas bioquímicas. Posteriormente, se llevó a cabo la identificación de compuestos volátiles usando la técnica de SPME-GC-MS; estos compuestos fueron organizados de acuerdo a las características olor activas previamente reportadas en la literatura. Se encontraron cuatro géneros de levaduras, *Saccharomyces sp.*, *Candida sp.*, *Hanseniaspora sp.* y *Rhodotorula sp.* El 47% de los compuestos volátiles obtenidos pertenecen a la familia de ésteres, seguido de alcoholes con un 30%, mientras que los aldehídos, cetonas y ácidos corresponden a un 10%, 7% y 4%, respectivamente; esto concuerda con la percepción frutal reportada para el cacao en Santander, asociada con los ésteres producidos. A partir de nuestros resultados, futuros estudios pueden enfocarse en el análisis de los compuestos de manera individual, permitiendo identificar cuantitativamente el potencial olor activo de cada uno. Adicionalmente, las levaduras aisladas y residentes en los procesos de fermentación, pueden ser usadas como cultivos iniciadores de acuerdo a los compuestos que produzcan y su concentración.

PALABRAS CLAVES: Cacao; fermentación; levaduras; aislamiento.

Evaluación de la fermentación de cacao en dos tipos de fermentadores

Constanza Bohórquez Orozco
Universidad del Quindío

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objeto evaluar el proceso de fermentación en condiciones diferentes a las que fue cosechado y comparar dos tipos de fermentadores. Se evaluaron parámetros como pH, acidez, temperatura y humedad en granos fermentados, alcanzando temperatura interna promedio de 44,9°C, todo el proceso de beneficio se realizó a una altura de 1695 msnm con temperatura ambiente promedio de 20°C. Se utilizaron 62 kg de almendra de cacao, clon TSC01 (*Theobroma Corpoica La Suiza 01*); para el análisis de los resultados se utilizó el Diseño de Bloques al Azar (DBCA) con 2 tratamientos y tres repeticiones; para la interpretación de los resultados se realizó el análisis de variancia (ANOVA) de los tratamientos y para las comparaciones de los promedios se usó la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos de acuerdo a la evaluación para los granos fermentados fueron, en costal de yute una temperatura de 42,5°C, humedad de 74,46% y 4,6 pH; en comparación con la fermentación en bolsa de papel la temperatura fue de 47,3°C; con una humeada de 77,81% y 4,9 de pH.

PALABRAS CLAVES: Cacao, fermentación, temperatura, humedad.

Estandarización de un protocolo para la fermentación del cacao (*Teobroma cacao* L.) para mejorar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del grano en la región de los Montes de María en el departamento de Bolívar

María José Pamplona; Ángel Pardo; Margarita Jiménez Escalante; Leanny Tejada Benítez

Institución: Centro Agroempresarial y Minero (Cartagena – Colombia)

RESUMEN

El cacao producido en los Montes de María en el Departamento de Bolívar, históricamente ha presentado problemas de calidad física relacionados con los altos porcentajes de pasilla y sabores inadecuados, los cuales son consecuencia de los procesos empíricos implementados en la poscosecha realizada al cacao fresco y a la fermentación artesanal llevada a cabo por los productores, la cual no presenta una estandarización, generando así, granos de cacao diferentes en calidad y precio de venta. Por lo anterior, el proyecto tiene como objetivo estandarizar un protocolo de fermentación de cacao (*Teobroma cacao*) que impacte positivamente la calidad física y sensorial del grano en la región de los Montes de María en el departamento de Bolívar. Metodológicamente, se realizará documentación en campo de los procedimientos realizados al cacao producido desde la cosecha hasta la finalización del proceso de fermentación. Luego, se recolectarán muestras del producto con el fin de caracterizar la calidad física y sensorial del cacao y someterlo a evaluación física de acuerdo a la NTC 1252 y un panel de catación entrenado para cacao respectivamente. Además, se diseñarán tres ensayos de fermentación en campo modificando y controlando las variables como el tipo de fermentador, tiempo y microflora. Los granos de cacao obtenidos se evaluarán física y sensorialmente siguiendo los protocolos implementados anteriormente. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se elaborará un protocolo de fermentación con diagrama de proceso y evidencia gráfica del mismo, que pueda ser implementado por los productores de la región de los Montes de María en el departamento de Bolívar.

PALABRAS CLAVES: Cacao; calidad; estandarización; Montes de María; fermentación.

Identificación de una estrategia para mejorar el proceso de fermentación del theobroma cacao L. para La Finca la solita de la asociación de cacaoteros de belén de umbría (asocacao b.u.) en Risaralda

Diana Carolina Mesa Sepúlveda
Universidad Tecnológica de Pereira

RESUMEN

Buscando dar cumplimiento a los requisitos comerciales se identificaron las variables fisicoquímicas pH, Acidez, Cenizas, Humedad, Largo de grano, ancho de grano, peso del grano y prueba de color del proceso de fermentación del Theobroma Cacao L realizado por la Finca la Solita única en producción de la Asociación de Cacaoteros de Belén de Umbría ASOCACAO BU de Risaralda, que está acorde a las recomendaciones de FEDECACAO, a excepción del corte de la mazorca que la realizan en ambos extremos horizontalmente. Posteriormente se propuso una metodología de fermentación del Theobroma Cacao L que permite desde el quinto día de fermentación obtener el color café deseado por los compradores de Theobroma Cacao L y además se obtuvo un lixiviado posible coproducto que podría ser aprovechado. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados bajo la metodología propuesta fueron que el grano de Theobroma cacao L tenía un color café, un peso mayor a 1.5 gramos, una acidez menor a 2.09, un pH inferior a 5.11, desde el quinto día ya se terminó la fermentación determinado por la prueba de corte y Fermentación, para posteriormente pasar a ser secado.

PALABRAS CLAVES: Cacao, fermentación, calidad, asociatividad, valor agregado.

• Social

La estimación de la adopción y la evaluación de impacto de dos ofertas tecnológicas generadas por Agrosavia para el cultivo de cacao en el departamento de Tolima

Luisa Amparo Díaz Jaimes; Maricel Piniero; Adriana Ballesteros
AGROSAVIA

RESUMEN

El balance social es un componente fundamental y estratégico en la evaluación de impacto en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), a través del cual, se mide y comunica anualmente los impactos económicos, sociales y ambientales de las tecnologías generadas por la corporación en todo el país para los productores agropecuarios y que están siendo adoptadas en el año de análisis. Para el departamento del Tolima en los ejercicios del balance social realizados en los años 2017 y 2018 se incluyó la estimación de la adopción y la evaluación de impacto de dos ofertas tecnológicas asociadas al cultivo de cacao. En el trabajo se presentan los resultados de la medición del impacto social, ambiental y económico realizado mediante entrevistas de percepción con productores adoptantes de las dos ofertas tecnológicas en los municipios de Mariquita, Palocabildo y Falan. Se reporta el beneficio social obtenido vía aumento de productividad y aumento de valor agregado en el cultivo. Se destaca entre los resultados, el conocimiento del tamaño de la adopción expresado en el número de hectáreas con adopción en el Tolima y se reportan cambios por el uso de las tecnologías en la disminución de la erosión, mantenimiento de la cobertura del suelo e incremento del contenido de nutrientes y la garantía de la producción. Se concluye que la experiencia de la medición de impacto y la obtención de un balance social incrementa la visibilidad de Agrosavia en los territorios y ayuda a identificar con más claridad las ofertas tecnológicas que contribuyen a promover el cambio técnico del sector agropecuario del país.

PALABRAS CLAVES: Impacto, adopción, tecnologías, retorno social.

Métodos participativos para la caracterización y localización de zonas geográficas productoras de cacao de Chaparral – Tolima

Jairo García Lozano; Jaqueline ChicaLobo; Carlos Alfonso Mosos Torres; Henry Giovanni Rubiano Sotelo; Leonel Fernando Arévalo Avila
Universidad del Tolima

RESUMEN

Las estadísticas agropecuarias suelen informar datos cuantitativos sobre áreas, volúmenes productivos, costos, entre otros. No hay disponibilidad de mapas de las zonas productoras que faciliten el trabajo investigativo en campo. Los esfuerzos al respecto son de carácter individual y se realizan a nivel regional. Con la intención de identificar veredas productoras de cacao en Chaparral – Tolima, estimar área cultivada y caracterizar el manejo del cultivo se implementaron métodos participativos con productores, entrevistas a informantes claves y cartografía social. Como resultado se obtuvo delimitación de las franjas productoras de cacao en un mapa geográfico y la caracterización de las prácticas culturales, la sombra y especies acompañantes del cacao, las enfermedades presentes, las variedades utilizadas.

Las zonas geográficas identificadas como productoras de cacao sugieren que el carácter agroforestal del cultivo lo convierten en la única zona de bosque dada la fuerte deforestación que ha sufrido buena parte del municipio en los últimos 50 años.

Mientras que el manejo cultural del cacao descrito por los productores, técnicos y líderes de asociaciones deja ver que el cultivo no ha cambiado y luce muy similar a lo descrito por el censo cacaotero de 1998, evidenciando su carácter tradicional y campesino.

Pese al significativo número de proyectos de transferencia de tecnología que se han ejecutado en Chaparral y que promueven la siembra de clones de mayor productividad y más tolerantes a enfermedades la adopción es mínima, al menos en lo que concierne al manejo del cultivo. No obstante, es posible que el área cultivada con clones haya aumentado.

Las encuestas o censos son técnicas que consumen mucho tiempo y recursos financieros y desconocen la percepción del entrevistado en tanto que los métodos participativos para elaborar diagnósticos permiten lograr resultados en corto tiempo, obtener información de quienes construyen el territorio otorgando pertinencia a la información colectada.

PALABRAS CLAVES: Cartografía social, Diagnostico rural rápido participativo, cacao.

Planificación de las experiencias en el marco de la construcción ruta del cacao

Yojana Hurtado Bernal
Universidad del Tolima

RESUMEN

El propósito del artículo, "Planificación de las experiencias en el marco de la construcción Ruta del cacao" busca compartir la puesta en valor turístico del municipio de Nilo, Cundinamarca. Adicionalmente exponer desde la visión de una planificación turística incluyente la construcción de la Ruta.

Se avizora también la implementación del recorrido en el departamento del Tolima articulando el proyecto a los objetivos de desarrollo de producto turístico que tiene La Región Administrativa y de Planeación Especial, RAPE, entidad pública regional creada en el país (en septiembre de 2014), constituida mediante convenio suscrito por los departamentos Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima y por Bogotá D. C.

PALABRAS CLAVES: Planificación turística, ruta turística, Experiencia turística, Atractivo turístico, inclusión de Género.

Percepción de productores sobre daños causados por vertebrados en cultivo de cacao, base para una propuesta de control

Félix Augusto Moreno Elcure-Luis Demetrio Delgado Morato -Carlos Alfonso Mosos
Torres
Universidad del Tolima

RESUMEN

El cultivo de cacao en Colombia presenta desafíos y estas deben apuntar a mejorar los rendimientos y la calidad. En el Tolima diferentes estrategias incentivan la reactivación como productor de cacao, buscando alternativas eficaces que conduzcan al buen manejo, uno de estos desafíos es el desarrollo de modelos propicios para una agricultura diversificada y apropiada a realidades socio-ambientales, una de ellas es la coexistencia con afectaciones de enfermedades y plagas del cultivo. Como los cultivos de cacao son complejos y muchos de ellos se encuentran aledaños a formaciones vegetales naturales, vertebrados pueden estar utilizando el agroecosistema, generando posibles daños al sistema con afectación en sus rendimientos. Por ello, el presente estudio pretende revisar la percepción de productores de cacao frente a daños causados por vertebrados. El estudio se realizó en el municipio Chaparral, utilizando una entrevista semi-estructurada, que orienta sobre el conocimiento de vertebrados que generan daños, tipos de daños y su relación con los rendimientos del cultivo. Se identifica que existen individuos de dos familias que afectan al cultivo Sciuridae (ardillas) y Picidae (Carpinteros), que deben ser identificados. Los daños causados son descritos como perforaciones (carpinteros) y oquedades con retiro de semillas por parte de las ardillas. Los productores aducen que los daños están asociados a ambas especies (1°carpintero – 2°ardilla). Aun no se evidencian los efectos del daño en los rendimientos del cultivo, pero la percepción es que es alta, a lo cual se debe hacer una evaluación con mayor detalle. Los daños se evidencian en frutos maduros, pero no se analiza el estado del fruto y posibles medidas que ayuden a la reducción del daño. Aunque los controles no se describen claramente, se intuye que recurren a prácticas para ahuyentar y la remoción. Se concluye que existe una percepción sobre los daños de los vertebrados por parte productores.

PALABRAS CLAVES: Plagas; daños en frutos; efectos; producción.

• Manejo Integrado

Desarrollo de un esquema de manejo integrado para *Phytophthora palmivora* Butler en cacao

Eleonora Rodríguez Polanco; Edinson Bayardo Parra Alferes; José Dimas Segura
Amaya
AGROSAVIA

RESUMEN

La mazorca parda del cacao, causada diferentes especies del oomycete *Phytophthora* spp, es la enfermedad más limitante para la producción de cacao en el mundo. Este trabajo tuvo como objetivo integrar las estrategias de manejo cultural y química para el control de la pudrición parda de la mazorca. Dos experimentos en plantaciones comerciales del clon CCN51 fueron establecidos empleando el diseño completamente al azar con 16 repeticiones (árboles). Los tratamientos evaluados fueron T1: MT-RFE14 [(manejo tradicional (MT) y remoción de frutos enfermos cada 14 días (RFE14)], T2: MI-RFE7 [manejo integrado (MI)] y remoción de frutos enfermos cada 7 días (RFE7), T3: MI-RFE14 y T4: MI-RFE21. El MT incluyó: poda, purga (eliminación total de frutos en periodo de baja producción), control de maleza, rehabilitación del drenaje; el MI incluyó: MT, aplicación de: silicato de potasio (SiK) (100 ml/20l) a frutos con dos meses de edad, Mancozeb-50 (g/20l) 6 semanas después de la aplicación del (SiK), Fosetyl-Al (100g/20l) 8 semanas después de la aplicación del SiK. La incidencia por conteo de frutos sanos y enfermos [(Nro. de frutos enfermos/Nro. total de frutos)*100] de acuerdo con la edad (0-2 meses, 2-4 meses y más 4 meses) fue estimada con la misma frecuencia de la remoción de frutos enfermos del tratamiento y para el manejo tradicional estimada cada 7 días, los frutos enfermos fueron retirados del árbol. Los frutos cosechados por experimento fueron registrados para estimar la producción y realización del análisis económico. Los valores de incidencia acumulada total (IAT) fueron analizados empleando ANOVA y diferencias entre tratamientos estimadas por Tukey ($p \leq 0.05$). Los resultados indicaron menor IAT en MI-RFE7 y MI-RFE14 con un valor aproximado del 10% e igual significancia estadística, los valores más altos fueron para MT-RFE14 y MI-RFE21 con 21.51 % y 20.64% respectivamente e igual significancia estadística. La ganancia neta en pesos registrada en el MI-RFE14 con relación al MT-RFE14 fue de \$ 1682289.6 indicando el efecto aditivo de la aplicación de agroquímicos, bajo la misma frecuencia de RFE.

PALABRAS CLAVES: *Phytophthora cinnamomi*, Protocolo, *Persea americana* L., Resistant rootstock.

Caracterización morfológica, molecular y patogénica de aislados de *Phytophthora palmivora* que causan podredumbre negra de cacao en cacao en Colombia

Eleonora Rodríguez Polanco¹; Juan Gonzales Morales Osorio²; Melina Muñoz Agudelo²; José Dimas Segura Amaya¹; Martha Liliana Carrero Gutierrez¹
1 AGROSAVIA

2Universidad Nacional de Colombia (Medellín)

RESUMEN

Las pérdidas en los cultivos de cacao se deben principalmente a enfermedades en las que la pudrición de la vaina negra del cacao (BPR), causada por varias especies de *Phytophthora*, se destaca a nivel mundial, causando más de 400 millones de dólares por año. El presente trabajo tuvo como objetivo principal caracterizar aislamientos de *Phytophthora* sp., Obtenidos de 8 regiones de cultivo de cacao en Colombia, utilizando la morfología de esporangios y clamidosporas, secuenciación molecular de regiones de ADN nuclear (rDNA- ITS) y mitocondrial (COX) y virulencia en diferentes genotipos de vainas de cacao. Los resultados indicaron una alta variabilidad fenotípica entre los aislados, siendo la longitud del pedicelo y la relación longitud / ancho (l / w) los caracteres más estables para la identificación de especies. *Phytophthora palmivora* fue la única especie asociada a BPR, identificada mediante morfología junto con análisis de secuencia.

PALABRAS CLAVES: *Theobroma cacao* L.; *Phytophthora* sp.; *P. palmivora*; sporangia; pedicelo; chlamydosporos.

Respuesta de los frutos de los clones seleccionados de cacao a la inoculación con *Phytophthora palmivora* BUTLER

Eleonora Rodríguez Polanco; José Dimas Segura Amaya; Martha Liliana Carrero
Gutiérrez; Edinson Bayardo Parra Alferes
AGROSAVIA

RESUMEN

La podredumbre de la vaina negra, causada por varias especies del género *Phytophthora*, es una de las enfermedades más limitantes para la producción de cacao, ya que ocurre en todas las regiones productoras del mundo y genera grandes pérdidas. El objetivo de este estudio fue establecer el grado de resistencia genética presente en seis clones de cacao, EET8, IMC67, TSH565, PA46, ICS95 y CCN51, mediante una prueba de inoculación de vaina separada utilizando cinco aislamientos de *P. palmivora* de cinco regiones productoras. Se usó una suspensión de 1.5×10^5 zoosporas mL⁻¹ y se evaluó la incidencia y severidad seis y diez días después de la inoculación (DAI). La clasificación de los materiales se realizó de acuerdo con la escala de resistencia genética propuesta por Phillips-Mora y Galindo (1989). La variabilidad de la virulencia de los aislamientos utilizados también se estableció seis DAI. Nuestros resultados clasificaron el clon CCN51 como susceptible (S) y los clones IMC67 y PA46 como moderadamente susceptibles (MS) a seis DAI. Todos los clones evaluados fueron categorizados como susceptibles a diez DAI. Los aislamientos de *P. palmivora* HURV19 mostraron la mayor agresividad en comparación con ANYA228, que resultó ser la menos agresiva.

PALABRAS CLAVES: Podredumbre negra; *Theobroma cacao*; Resistencia genética.

AGRADECIMIENTOS

Este evento fue posible gracias al apoyo de la Gobernación del Tolima, en cabeza del gobernador Dr. Oscar Barreto Quiroga, la Secretaria de Planeación y Tic Dra. Olga Lucía Alfonso y el secretario de Desarrollo Agropecuario José Edgar Bonilla, además, del apoyo institucional brindado por parte de la Universidad del Tolima y de la ardua labor de cada integrante del Comité Organizador encabezado por la Dra. Angélica Piedad Sandoval Aldana y la Vicerrectora Académica María Byanney Bermúdez Cardona, todos los valiosos esfuerzos de cada una de las personas que aportaron al desarrollo del encuentro, lograron el fortalecimiento institucional, la creación de oportunidades de investigación y la socialización de importantes avances en estas especies de importancia regional, nacional e internacional.

Gracias...