



# SIMPOSIO INTERNACIONAL DE AGROINDUSTRIAS EN LATINOAMÉRICA

## MEMORIA DEL SIMPOSIO

Proyecto realizado con financiamiento del Consejo Nacional de  
Ciencia y Tecnología (CONACYT)



UNIVERSIDAD DE  
LA COSTA

15 Y 16 DE OCTUBRE DE  
2020



# III

### ÍNDICE

AUTORIDADES.....	1
COMITÉ ORGANIZADOR Y REVISOR.....	1
PARTICIPANTES .....	2
PONENTES MODALIDAD ORAL .....	2
PONENTES MODALIDAD CARTEL.....	3
PONENTES TALLERES.....	3
FORO EMPRESARIAL.....	4
PRESENTACIÓN .....	5
OBJETIVOS.....	7
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	8
PRODUCCIÓN PRIMARIA AGRÍCOLA.....	8
AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA.....	9
AGROINDUSTRIA PECUARIA .....	10
MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS .....	11
PONENCIAS ORALES .....	12
ALTERNATIVAS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA EL MANEJO DEL MANCHADO DE CÁLIZ ( <i>Corynespora cassicola</i> ) DE LA JAMAICA ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ).....	12
CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA DE CAFÉ.....	18
TRAMIENTOS TÉRMICOS MODERADOS SOBRE LA INACTIVACIÓN DE <i>Listeria monocytogenes</i> EN PULPA DE GUANÁBANA .....	22
POTENCIAL DE MICOPARÁSITOS DEL SOCONUSCO, CHIAPAS, MÉXICO PARA BIOCONTROL DE ROYA DEL CAFÉ ( <i>H. vastatrix</i> Berk. & Br.).....	32
CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES EN PLANTAS DE JITOMATE SOMETIDAS A ESTRÉS BIÓTICO.....	37
CONTROL QUÍMICO <i>in vitro</i> DE LA MONILIASIS <i>Moniliophthora roreri</i> DE CACAO <i>Theobroma cacao</i> L.....	43
INDICADORES DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL SISTEMA HORTOFRUTÍCOLA EN MÉXICO .	47
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE GOMA TARA DE TRES ORIGENES .....	59
ESTRATEGIAS DE ASOCIATIVIDAD PARA MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS AGROINDUSTRIALES EN LATINOAMÉRICA.....	64
EVALUACIÓN QUÍMICO PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DE FIDEO A PARTIR DE HARINA PREGELATINIZADA DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd) Y ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> ) PARA CELÍACOS.....	68



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

LOGISTICA AGROINDUSTRIAL.....	74
TIPIFICACIÓN DEL QUESO “PRENSA” MADURADO ARTESANAL DE TATALTEPEC DE VALDÉS, OAXACA .....	77
APLICACIÓN DE COLORANTES NATURALES DE <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (QUINUA) Y <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (CAÑIHUA) EN DERIVADOS LÁCTEOS .....	85
LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS, ALIMENTOS FUNCIONALES .....	91
LA INDUSTRIA DE GANADO DE CARNE EN BRASIL: CARACTERÍSTICAS Y OPORTUNIDADES.....	94
¿POR QUÉ LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DEBE INNOVAR? .....	97
MIEL: CALIDAD Y BENEFICIOS A LA SALUD.....	100
MODELADO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS PARA OBTENER GLUCOSA.....	108
PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO Y METANO A PARTIR DE BIOMASAS CELULÓSICAS .....	111
MICROALGA-BACTERIA, UN SISTEMA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON ALTO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO CASO DE ESTUDIO: INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE ONDA Y RELACIÓN DE NUTRIENTES EN EL DESEMPEÑO DE SISTEMAS MICROALGA-BACTERIA.....	117
CARTELES.....	123
INHIBICIÓN DE <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Y CONTROL DE ANTRACNOSIS EN POSCOSECHA DE FRUTOS DE MANGO CV. ATAULFO CON PRODUCTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS.....	123
CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO DIRECTO E INDIRECTO CAUSADO POR <i>Diceroprocta bulgara</i> EN LIMÓN, EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA .....	130
GERMINADO Y EXTRUSION SOBRE LOS AMINOACIDOS DE LA CAÑIHUA ( <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> ).....	128
RADIOSENSIBILIDAD DEL GENOTIPO DE JAMAICA UAN-8 A LOS RAYOS GAMMA <sup>60</sup> Co Y SELECCIÓN DE MUTANTES POTENCIALES PARA LA COSTA DE OAXACA.....	135
PRIMER REGISTRO, CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE AGRIOTES SP. EN JAMAICA, EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA .....	141
FOTOSÍNTESIS Y TRANSPIRACIÓN EN PLANTAS DE TOMATE BAJO DISTINTOS NIVELES DE RADIACIÓN.....	147
“ROL DEL INGENIERO RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE EMPRESAS AGROINDUSTRIALES. COVID-19” .....	152
MODELO DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO PAPAYA EN MÉXICO .....	155
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO DE CILANTRO EN EL ESTADO DE PUEBLA .....	160



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

DESPERDICIO DE ALIMENTOS: INDUSTRIA PESQUERA.....	163
TALLERES .....	167
BUENAS PRÁCTICAS EN LA COSECHA DE MIEL.....	167
ELABORACIÓN DE CHORIZO DE CONEJO.....	171
ELABORACIÓN DE QUESOS DE CABRA ARTESANALES .....	176
VOLVER A TUS RAÍCES Y REINVENTARSE ANTE EL COVID 19: MARKETING DIGITAL PARA EMPRESAS .....	180
FORO EMPRESARIAL.....	184
INTRODUCCIÓN.....	184
METODOLOGÍA.....	185
RESEÑA GENERAL DE LAS EMPRESAS Y SU REPRESENTANTES PARTICIPANTES.....	186
OAXACANITA CHOCOLATE .....	186
NATIVO.....	187
GRANJA CAPRINA LA MORENITA .....	188
MARIEBELLE NEW YORK .....	189
LA BENDECIDA.....	190
JIASUM.....	191
MANGRO .....	192
APÍCOLA KITI YUUMA.....	193
VECCHIA STELLA .....	194
QUETZAL DE XADE .....	195
CONCLUSIONES DEL FORO .....	196
AGRADECIMIENTOS.....	199



# III

---

### AUTORIDADES

Dr. Modesto Seara Vázquez, **Rector del Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca.**

Dr. José Luis Hernández Hernández- **Vice-Rector Académico**, [vice\\_acad@uncos.edu.mx](mailto:vice_acad@uncos.edu.mx)

M.A. Oscar Cortés Olivares- **Vice-Rector de Administración**, [vice\\_admin@uncos.edu.mx](mailto:vice_admin@uncos.edu.mx)

M.C. Leidy Laura Cruz de la Cruz- **Jefa de Carrera de Ingeniería en Agroindustrias, UNCOS.**  
[leidycruz@uncos.edu.mx](mailto:leidycruz@uncos.edu.mx)

Arq. Fredy Domingo Hernández Martínez. **Jefe de Carrera de Ingeniería en Diseño**, [fredy@uncos.edu.mx](mailto:fredy@uncos.edu.mx)

M.E. Erika Marcela Gil Londoño. **Jefa de Carrera de Licenciatura en Enfermería**, [erika.gil@uncos.edu.mx](mailto:erika.gil@uncos.edu.mx)

M.C. Luis Victorio Díaz Rodríguez. **Jefe de Carrera de Licenciatura en Medicina Veterinaria.**  
[luis.diaz@uncos.edu.mx](mailto:luis.diaz@uncos.edu.mx)

Dr. Alejandro Martínez Jiménez. **Jefe de Carrera de Licenciatura en Ciencias Empresariales.**  
[alejandro.martinez@uncos.edu.mx](mailto:alejandro.martinez@uncos.edu.mx)

---

### COMITÉ ORGANIZADOR Y REVISOR

Manejo Sustentable de Residuos- Dra. Eliane Guevara López. [eliane.guevara@uncos.edu.mx](mailto:eliane.guevara@uncos.edu.mx)

Producción Primaria Agrícola- Dra. María Dolores Pérez Laínez. [dolores.lainez@uncos.edu.mx](mailto:dolores.lainez@uncos.edu.mx)

Agroindustria Pecuaria- Dr. Diego Felipe Portela Díaz. [felipe.portela@uncos.edu.mx](mailto:felipe.portela@uncos.edu.mx)

Agroindustria Alimentaria - M.C. Leidy Laura Cruz de la Cruz. [leidycruz@uncos.edu.mx](mailto:leidycruz@uncos.edu.mx)





# III

### PARTICIPANTES

#### PONENTES MODALIDAD ORAL

**Dr. Misael Martínez Bolaños.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [misael1480@hotmail.com](mailto:misael1480@hotmail.com)

**M.C. Luis A. Gálvez Marroquín.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [galvezluis2010@gmail.com](mailto:galvezluis2010@gmail.com)

**Dra. Almadalia Velasco Hernández.** Colegio de Posgraduados, México. [almadaliavh@gmail.com](mailto:almadaliavh@gmail.com)

**M.C. Carmen M. Rodríguez Barahona.** Innovación en Cárnicos y Embutidos, Honduras. [Carmen.Rodriguez.Barahona@cargill.com](mailto:Carmen.Rodriguez.Barahona@cargill.com)

**Dra. Ludmila Elisa Guzmán Pantoja.** Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de Mixteca, México. [ludmila@mixteco.utm.mx](mailto:ludmila@mixteco.utm.mx)

**M.A. Percy Segundo Huauya Pablo.** Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú. [percy\\_h\\_p@hotmail.com](mailto:percy_h_p@hotmail.com)

**M.I. Victor Justiniano Huamaní-Meléndez.** Universidade Estadual Paulista, Brasil. [victor.melendez@unesp.br](mailto:victor.melendez@unesp.br)

**M.E. José Luis Cahuana Jorge, J.L.** Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente, Perú. [joselej@gmail.com](mailto:joselej@gmail.com)

**Dra. Ángela Adriana Ruiz Colorado,** Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia. [aruiz@unal.edu.co](mailto:aruiz@unal.edu.co)

**PhD. María Sol Morales.** Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. [smorales@uchile.cl](mailto:smorales@uchile.cl)

**M.A. Lucio González Montiel.** Ingeniería en Agroindustrias, Universidad de la Cañada, México. [luciogonzalez@unca.edu.mx](mailto:luciogonzalez@unca.edu.mx)

**PhD. Pedro Veiga Rodrigues Paulino.** Cargill, Brasil. [Pedro.Veiga@cargill.com](mailto:Pedro.Veiga@cargill.com)

**Dr. Martín Barragán Trinidad.** Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. [MBarraganT@iingen.unam.mx](mailto:MBarraganT@iingen.unam.mx)

**Dr. Juan Sebastián Arcila Henao.** Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Manizales, Colombia. [jarcila@ucm.edu.co](mailto:jarcila@ucm.edu.co)

**M.C. Jorge Paucar Luna.** Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. [jpaucarl@unmsm.edu.pe](mailto:jpaucarl@unmsm.edu.pe)

**M.C. Saris Ulises Ramos Gabriel.** Maestría en Producción y Sanidad Animal, Universidad del Mar, México. [surf94827@hotmail.com](mailto:surf94827@hotmail.com)

**M.C. Irene Gómez de la Cruz.** El Colegio de la Frontera Sur. [gocri18@gmail.com](mailto:gocri18@gmail.com)



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

**Dr. William Zárate Martínez.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [zarate.william@inifap.gob.mx](mailto:zarate.william@inifap.gob.mx)

**Mtra. Lissete Lourdes Aguirre Huayhua.** Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. [lissete.aguirre@unh.edu.pe](mailto:lissete.aguirre@unh.edu.pe).

**Ing. Marco Antonio Cruz Chávez.** Tecnológico del Valle de Oaxaca, México. [ocram\\_91196@hotmail.com](mailto:ocram_91196@hotmail.com)

### PONENTES MODALIDAD CARTEL

**M.C. Luis A. Gálvez Marroquín.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [galvezluis2010@gmail.com](mailto:galvezluis2010@gmail.com)

**M.C. Adriana Araceli Rico Serrano.** Centro de Investigación en biotecnología Aplicada, [rico0ady@gmail.com](mailto:rico0ady@gmail.com)

**Mg. Jorge Paucar Luna.** Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [jpaucarl@unmsm.edu.pe](mailto:jpaucarl@unmsm.edu.pe), [jpaucarl@hotmail.com](mailto:jpaucarl@hotmail.com)

**Dra. Elizabeth Huanatico Suarez.** Universidad Nacional de Juliaca, Ingeniería en Industrias Alimentarias. [ehuanatico@unaj.edu.pe](mailto:ehuanatico@unaj.edu.pe)

**Dr. William Zárate Martínez.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [zarate.william@inifap.gob.mx](mailto:zarate.william@inifap.gob.mx)

**Dr. Jesús Alberto Cruz López.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. [cruz.alberto@inifap.gob.mx](mailto:cruz.alberto@inifap.gob.mx)

**Dr. Arturo Rojas Acosta.** Universidad de la Costa. [arojas41@yahoo.es](mailto:arojas41@yahoo.es)

**Francisco Javier Habana Vargas.** Universidad de la Costa. [francis.habana2@gmail.com](mailto:francis.habana2@gmail.com)

### PONENTES TALLERES

Zoot. Carlos Andrés Rubio. **Elaboración de quesos de cabra artesanales.** Granja Caprina La Morenita. [andresrusa@gmail.com](mailto:andresrusa@gmail.com)

Dr. José Gamboa Alvarado. **Elaboración de chorizo de conejo.** Licenciatura en Zootecnia. Universidad del Mar. [alvarado@zicatela.umar.mx](mailto:alvarado@zicatela.umar.mx)

MVZ. Josué López Martínez. **Buenas prácticas en la cosecha de la miel.** Apícola Kiti Yuuma. [kurasaki0405@gmail.com](mailto:kurasaki0405@gmail.com)

Ing. Andrea I. Fión Góngora. **Volver a tus raíces y reinventarse ante el COVID 19: Marketing digital para empresas.** La Bendecida. [andresrusa@gmail.com](mailto:andresrusa@gmail.com)



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### FORO EMPRESARIAL

**GRANJA CAPRINA LA MORENITA.** Zoot. Carlos Andrés Rubio. Colombia. [andresrusa@gmail.com](mailto:andresrusa@gmail.com)

**LA BENDECIDA.** Ing. Andrea I. Fión Góngora. Guatemala. [andrea@labendecida.com](mailto:andrea@labendecida.com)

**OAXACANITA.** Lic. German Santillan. Oaxaca, México. [oaxacanita@outlook.es](mailto:oaxacanita@outlook.es),

**JIASUM.** M.C. Israel Lorenzo. Edo. México, México. [israel.lorenzo25@gmail.com](mailto:israel.lorenzo25@gmail.com),

**MARIEBELLE NEW YORK.** Ing. Gracia María Borjas. Nueva York, E.U.A. [gracia.mbm@gmail.com](mailto:gracia.mbm@gmail.com),

**MANGRO.** Ing. Oscar Sotelo. Guerrero, México. [mangro@live.com.mx](mailto:mangro@live.com.mx),

**NATIVO.** Ing. Jose Esteban Mariche Sotelo. Oaxaca, México. [mariche8613@hotmail.com](mailto:mariche8613@hotmail.com),

**VECCHIA STELLA.** Ing. José Fidencio Delavequia. Veracruz, México. [fdelavequia@gmail.com](mailto:fdelavequia@gmail.com),

**QUETZAL DE XADE.** Ing. Ignacio Rafael Zorrilla Sánchez. Chiapas, México. [quetzaldexade@gmail.com](mailto:quetzaldexade@gmail.com),

**KITI YUMMA.** MVZ. Ángeles Adela Chávez Alejandrez. Oaxaca, México. [angels\\_855@hotmail.com](mailto:angels_855@hotmail.com)



### PRESENTACIÓN

El Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica (SIAL) se ha realizado, en sus versiones anteriores, de forma presencial en la Universidad de la Costa ubicada en Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. Debido a la pandemia de COVID-19, este año su tercera versión (III SIAL; <http://sial.uncos.edu.mx/2020/>) se realizó de forma virtual los días 15 y 16 de octubre de 2020, contó con la participación de estudiantes, académicos, investigadores, productores, empresarios y público en general de México y varios países Latinoamericanos. La carrera de Ingeniería en Agroindustrias, siempre a la vanguardia del desarrollo académico y comprometida con la divulgación del conocimiento, participó en la convocatoria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) que al ser otorgado el apoyo permitió el desarrollo de una plataforma de interacción a través de conferencias, talleres y foros.



Figura 1. III Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica.

Desde el principio el SIAL nació de la inspiración en la riqueza y biodiversidad de los recursos naturales de Latinoamérica y busca difundir el desarrollo del sector primario a través del fomento a



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

la industrialización de productos agrícolas, pecuarios y forestales de la región. Este intercambio de conocimiento contribuye al fortalecimiento de propuestas para la soberanía alimentaria, la equidad, la generación de empleos y el bienestar social de los productores a través de la mejora en la explotación de sus recursos y la generación de empresas Agroindustriales.

Dentro de los ponentes internacionales, se contó con la participación de: M.C. Carmen M. Rodríguez Barahona. Innovación en Cárnicos y Embutidos, Honduras. M.A. Percy Segundo Huauya Pablo. Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú. M.I. Victor Justiniano Huamaní-Meléndez. Universidade Estadual Paulista, Brasil. M.E. José Luis Cahuana Jorge, J.L. Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente, Perú. Dra. Ángela Adriana Ruiz Colorado, Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia. PhD. María Sol Morales. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. PhD. Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Cargill, Brasil. Dr. Juan Sebastián Arcila Henao. Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Manizales, Colombia. M.C. Jorge Paucar Luna. Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Mtra. Lissete Lourdes Aguirre Huayhua. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Por parte de México como país anfitrión se contó con la participación de ponentes de universidades hermanas del Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEEO) con investigadores como: Dra. Ludmila Elisa Guzmán Pantoja. Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de Mixteca. M.A. Lucio González Montiel. Ingeniería en Agroindustrias, Universidad de la Cañada. M.C. Saris Ulises Ramos Gabriel. Maestría en Producción y Sanidad Animal, Universidad del Mar. También se desatacó la participación de investigadores de prestigiosas instituciones de reconocimiento nacional e internacional como: Dr. Misael Martínez Bolaños. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. M.C. Luis A. Gálvez Marroquín. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Dra. Almadalia Velasco Hernández. Colegio de Posgraduados, México. Dr. Martín Barragán Trinidad. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Dr. William Zárate Martínez. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. M.C. Irene Gómez de la Cruz. El Colegio de la Frontera Sur. Ing. Marco Antonio Cruz Chávez. Tecnológico del Valle de Oaxaca, México.



Una de las actividades del simposio fue el Foro empresarial, bajo la temática: Impacto de la pandemia por la COVID-19 sobre el sector agroindustrial Latinoamericano. El objetivo del foro fue conocer las estrategias empresariales adoptadas por el sector agroindustrial para afrontar la crisis económica de sus diferentes países. Las empresas participantes en el foro fueron: de Colombia, GRANJA CAPRINA LA MORENITA, representada por Zoot. Carlos Andrés Rubio. De Guatemala LA BENDECIDA representada por Ing. Andrea I. Fión Góngora. De Honduras MARIEBELLE NEW YORK representada por Ing. Gracia María Borjas. De México participaron empresas como: OAXACANITA, JIASUM, MANGRO, NATIVO, VECCHIA STELLA, QUETZAL DE XADE, KITI YUMMA.

Además de las ponencias y el foro, el simposio ofreció una serie de talleres relacionados con los procesos de transformación de alimentos y las buenas prácticas de manufactura. Los talleres ofrecidos fueron: Elaboración de quesos de cabra artesanales. Granja Caprina (Colombia), Volver a tus raíces y reinventarse ante el COVID 19: Marketing digital para empresas ofrecido por La Bendecida (Guatemala), Elaboración de chorizo de conejo. Licenciatura en Zootecnia. Universidad del Mar (México), Buenas prácticas en la cosecha de la miel. Apícola Kiti Yuuma (México).

El evento presentó el registro de aproximadamente 500 participantes, que a lo largo de las sesiones se conectaron e interactuaron con los especialistas invitados, con lo cual, el objetivo se cumplió y el espacio virtual rompió una barrera física. De forma general se concluye que los retos de la agroindustria en Latinoamérica son el desarrollo de procesos sostenibles promoviendo la integración de empresas Agroindustriales desde la producción primaria, abastecimiento, acondicionamiento, conservación, transformación, modernización de la producción y mercadeo de productos del campo a productos inocuos, procesos sostenibles, con valor agregado y mayor vida útil.

---

## OBJETIVOS

El SIAL tuvo como objetivo ser una plataforma de interacción de estudiantes, profesores, investigadores, empresarios, productores y público en general interesado en el desarrollo del sector agropecuario; fomentando el crecimiento y desarrollo de la industria agroalimentaria de la Región y del País bajo un enfoque sostenible.



### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

#### PRODUCCIÓN PRIMARIA AGRÍCOLA

**COORDINACIÓN: Dra. María Dolores Pérez Laínez.** Ingeniera Agrónoma Especialista en Fitotecnia y Maestra en Ciencias en Biotecnología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo; Doctora en Ciencias en Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Colegio de Postgraduados.

La producción agrícola juega un papel fundamental en la sobrevivencia de la especie humana, además de proveer la seguridad alimentaria de la población, es uno de los ejes impulsores del desarrollo de la agroindustria; junto a la producción pecuaria, acuícola y forestal, su inclusión en esta actividad promueve la agregación de valor a productos perecederos, amplía su disponibilidad en el mercado, genera empleos e ingresos a lo largo de la cadena de procesamiento y distribución, así mismo, favorece el acceso de la población a los alimentos. En la actualidad, con la creciente densidad poblacional, se busca la combinación de tecnologías y herramientas que permitan una mayor productividad y sostenibilidad del ambiente; el presente simposio tiene como finalidad que los participantes, tantos ponentes, productores, empresas, estudiantes y/o productores conozcan, compartan y adquieran nuevos conocimientos en pro del desarrollo del sector agroindustrial.



#### Producción Primaria Agrícola

Coordinadora: Dra. María Dolores Pérez Laínez.



### AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

COORDINACIÓN: M.C. **Leidy Laura Cruz de la Cruz**. Ingeniera Agroindustrial y Maestra en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria por la Universidad Autónoma Chapingo

Los alimentos son una necesidad básica de toda la humanidad que contribuye a la soberanía de cada nación; sin embargo, los cambios en los sistemas de producción, el aumento de la población mundial, la explotación de recursos naturales, el cambio en los estilos de vida de los consumidores, el incremento de las enfermedades cardiovasculares, entre otros puntos, demanda nuevas tendencias que la Agroindustria debe adoptar para resolver los problemas del sector alimentario y fomentar la integración de las cadenas agroalimentarias desde la producción primaria, conservación, transformación, distribución y comercialización. Desarrollando estrategias de unificación de sistemas que involucren a los productores-empresarios; el desarrollo de productos innovadores, saludables, funcionales, de alta calidad e inocuidad; innovación en métodos de conservación y transformación; empaques sustentables; así como, la interacción de nuevos mercados, mayor vida de anaquel y valor agregado que permitan el desarrollo de sector agroindustrial.



### Agroindustria Alimentaria

Coordinadora: M.C. Leidy Laura Cruz de la Cruz.





### AGROINDUSTRIA PECUARIA

COORDINACIÓN: **Dr. Diego Felipe Pórtela Díaz**. Zootecnista de la Universidad de Cundinamarca, Colombia. Maestro y Doctor en Ciencias Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería del Colegio de Postgraduados.

En la actualidad, los sistemas de producción pecuaria implementan técnicas de manejo zootécnico que consideran el bienestar animal en función de entregar a la agroindustria productos de calidad. De esta manera se consigue una producción primaria eficiente con variables productivas óptimas que hacen redituable la producción de carne, leche y huevo. Estos productos de origen animal son procesados y transformados en agroindustrias ligadas a la alimentación, en donde los productos derivados con valor agregado. Por otra parte, los subproductos que se generan pueden ser materias primas alternativas para la alimentación animal. En la búsqueda de esta calidad y eficiencia en el sistema productivo, en muchas regiones de Latinoamérica, la agroindustria pecuaria ofrece una oportunidad de trabajo asociativo entre los diferentes actores de la cadena productiva (productores, campesinos y empresarios) con el fin de lograr el objetivo de forma sostenible con los recursos naturales de cada región, que adopta nuevas tecnologías de manejo y técnicas de procesamiento, las cuales, aseguren un beneficio económico para las distintas partes y asegura la calidad e inocuidad del producto ofrecido al consumidor final.



### Agroindustria Pecuaria

Coordinador: Dr. Diego Felipe Portela Díaz.



### MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS

COORDINACIÓN: **Dra. Eliane Guevara López**. Ingeniera en Alimentos por la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Maestra en Ciencias Bioquímicas y Dra. en Ingeniería Ambiental por la Universidad Nacional Autónoma de México.

En la producción primaria (agrícola y pecuaria) y los procesos de transformación en productos con valor agregado, se producen residuos que al no ser manejados generan un problema ambiental. Aunado a esto, la disposición adecuada de estos residuos por las distintas empresas puede representar gran parte de sus costos de operación, lo que también se vuelve un problema económico. Aunque no se tienen cifras exactas de los residuos agroindustriales generados en el mundo, si se sabe que estos residuos contienen materia orgánica y otros nutrientes que sometidos a ciertos procesos como compostaje, hidrólisis química, transesterificación, procesos de adsorción fermentaciones microbianas y otros, pueden producir diversos productos de valor agregado entre los que se incluyen ingredientes para la alimentación animal, enzimas, fertilizantes, biocombustibles y aditivos alimentarios. El aumento de la contaminación y otras problemáticas mundiales como la dependencia de los combustibles fósiles ha incentivado la investigación en esta área.



## Manejo Sustentable de Residuos

Coordinadora: Dra. Eliane Guevara López.





## PONENCIAS ORALES

### ALTERNATIVAS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA EL MANEJO DEL MANCHADO DE CÁLIZ (*Corynespora cassicola*) DE LA JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*)

Serrano-Altamirano, V.<sup>1</sup>; Ovando-Cruz, M.E.<sup>1</sup>; Gálvez-Marroquín, L.A.<sup>1\*</sup>; Martínez-Bolaños, M.<sup>2</sup>; Cruz-de la Cruz, L.L.<sup>3</sup>; Ariza-Flores, R.<sup>1</sup>; Cruz-López, J.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales, Oaxaca, Melchor Ocampo # 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México. <sup>2</sup>INIFAP-Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, C.P. <sup>3</sup>Universidad de la Costa, Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas, Pinotepa Nacional, Oaxaca, C. P. 71606, México. \*Autor por correspondencia: [galvezluis2010@gmail.com](mailto:galvezluis2010@gmail.com), Tel.: 962 612 62 17.

#### RESUMEN

El manchado de cáliz de la jamaica, causado por *Corynespora cassicola*, es una enfermedad de importancia económica en los estados de Guerrero y Oaxaca, México, la cual afecta hojas y cálices frescos de la jamaica. En el presente trabajo se evaluaron ocho tratamientos (oxicloruro de cobre, silicio, azufre, extracto de canela, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, benomilo y testigo) para el manejo de manchado de cáliz del genotipo de jamaica Criolla. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. La aspersión de tratamientos se realizó durante las etapas fenológicas de prefloración, floración y madurez de cálices. Las principales variables evaluadas fue la incidencia de manchado de cálices durante el desarrollo y cosecha de cálices frescos, y severidad al momento de la cosecha. De manera general, los síntomas de manchado de cáliz se observaron durante la maduración de los cálices (próximo a cosecha). Los tratamientos que indujeron menor incidencia de manchado de cáliz al momento de cosecha fue silicio (32.64%) y *B. subtilis* (36.11%); la incidencia en las plantas testigo fue de 88.2%. El uso de silicio y *B. subtilis* indujo también el mayor porcentaje de cálices asintomáticos (70.8 y 65.9%, respectivamente).

**Palabras clave:** incidencia, severidad, control alternativo.

#### INTRODUCCIÓN

La jamaica, *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae) es una planta de crecimiento anual, que se desarrolla en climas tropicales y subtropicales (Mansour, 1975). Su principal importancia a nivel mundial es la médica: como tratamiento de hipertensión (Mojiminiyi *et al.*, 2007), pirexia, daño hepático y leucemia (Tseng *et al.*, 2000); como método preventivo para el cáncer y problemas de baja presión arterial (Muhammad y Shakib, 1995). El cáliz de la planta se le conoce como una fuente importante de antioxidantes (Mohd-Esa *et al.*, 2010).

En México se cultiva desde la época colonial, donde los cálices secos se comercializan generalmente para utilizarlos en la elaboración de bebidas refrescantes o en infusiones. Los principales estados productores son: Guerrero, Michoacán, Oaxaca, y Puebla; con un rendimiento promedio de 350-680 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2019).

Una de las principales limitantes en la producción de jamaica son los problemas fitosanitarios, siendo las enfermedades de origen fúngico las de mayor importancia (Rendón, 1992); algunos de los principales fitopatógenos del cultivo de jamaica son: *Rhizoctonia solani*, *Pythium perniciosum*, *Fusarium* spp.,





*Phymatotrichum omnivorum*, *Sclerotium rolfsii* y *Phytophthora parasítica* (Escalante, 2001; Amusa *et al.*, 2005).

En fechas recientes en el estado de Guerrero, México se reportó la presencia de una enfermedad que afecta los cálices frescos y las hojas de la jamaica con incidencia superior al 50% (Ortega *et al.*, 2015), denominada como manchado de cáliz (*Corynespora cassiicola* (Berk & Curt.) Wei)). Los principales síntomas en el cáliz se inician como manchas necróticas hundidas de forma circulares, y en etapas avanzadas de infección se genera un tizón. El daño por manchado afecta la calidad y comercialización del cáliz. La presencia de la enfermedad también se determinó en el estado de Oaxaca en fechas recientes.

Debido a la importancia económica de la enfermedad, el objetivo del presente trabajo fue evaluar alternativas de manejo con bajo impacto ambiental contra el manchado de cáliz en la región costa del estado de Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El presente estudio se desarrolló en el Sitio Experimental Costa de Oaxaca del INIFAP, perteneciente al Campo Experimental Valles Centrales, en la localidad de Río Grande, municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca. El sitio se localiza en las coordenadas 15°59'24.40"N y 97°25'18.21"O, a 10 msnm; la temperatura media es de 28° C y humedad relativa de 84 %.

### Diseño experimental

El experimento se desarrolló bajo condiciones de temporal, en un suelo franco arenoso. En un área experimental de 725 m<sup>2</sup> se evaluó el genotipo de jamaica Criolla oaxaqueña y ocho tratamientos (oxicloruro de cobre, silicio, azufre, extracto de canela, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, benomilo y testigo). El diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento.

Cada subparcela experimental consistió de 11 m<sup>2</sup> distribuidos en dos surcos y 12 plantas por surco; de cada una de ellas, la unidad experimental consistió de seis plantas útiles, con un total de 48 plantas muestreadas por tratamiento.

Cada uno de los tratamientos se aplicó durante las etapas fenológicas de prefloración, floración y madurez de cálices y de acuerdo a la dosis recomendada por el fabricante (oxicloruro de cobre, 4 g/L; silicio, 4 ml/L; azufre, 2.5 ml/L; extracto de canela, 8.75 ml/L; *Trichoderma harzianum*, 1.5 g/L; *Bacillus subtilis*, 4 ml/L; benomilo, 1.33 g/L), y testigo (sin aplicación).

### VARIABLES EVALUADAS Y ANÁLISIS DE DATOS

La incidencia de manchado de cáliz se evaluó un día previo a la aspersión de tratamientos y catorce días posteriores a la aspersión. En cada unidad experimental se determinó el porcentaje de plantas enfermas respecto al total de plantas presentes en cada uno de los tratamientos.

La severidad de manchado de cáliz se determinó con base a la escala diagramática sugerida por Ortega *et al.* (2016); para ello, en forma aleatoria dentro de cada tratamiento se muestrearon seis plantas y de cada una de ellas se colectaron y etiquetaron ocho cálices, con un total de 48 cálices por tratamiento. Cada uno de los cálices se clasificó de acuerdo a la escala (seis: 0 a 5) o clase de severidad correspondiente.

Los valores obtenidos para cada una de las variables evaluadas se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias por la prueba de Tukey, 0.05.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los síntomas de manchado de cálices en las plantas de jamaica se observaron a partir de la etapa de desarrollo y madurez de cálices (próximo a cosecha) (Cuadro 1). La mayor incidencia de manchado de cáliz se observó en las plantas testigo ( $\alpha=0.05$ ) al momento de la cosecha, con valor máximo de 88.2%. Los tratamientos que indujeron la menor incidencia de manchado de cáliz al momento de cosecha fueron silicio (32.6%) y *B. subtilis* (36.1%). Éstos valores representan una efectividad de 62.98 y 59.05% con respecto al testigo para cada estudio. Respecto a la severidad, los tratamientos a base de silicio y *B. subtilis* indujeron el mayor porcentaje de cálices asintomáticos (Clase 0) (70.8 y 65.9%, respectivamente). Las plantas del tratamiento testigo tuvieron el mayor porcentaje de cálices con grado afectación superior al 46% (clase 4 y 5).

**Cuadro 1.** Incidencia del manchado desde la prefloración hasta la cosecha de cálices del genotipo de jamaica Criolla y distribución de categorías de severidad al momento de la cosecha de los cálices.

Tratamientos	Incidencia (%)							Severidad (%)				
	PF	DPF	F	DC	DMC	C	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Testigo	0a	0a	0a	0a	72.9 <sup>a</sup>	88.2a	11.8b	39.6a	10.4a	12.5a	13.2a	12.5a
Extracto de canela	0a	0a	0a	0a	40.9ab	59.0ab	41.6ab	46.0a	7.6a	0.0b	1.4b	3.3b
Azufre	0a	0a	0a	0a	43.7ab	65.3ab	34.7ab	45.1a	11.8a	4.2b	2.8b	1.3b
Oxicloruro de cobre	0a	0a	0a	0a	43.0ab	63.2ab	36.8ab	49.3a	6.9a	5.6ab	0.7b	0.6b
Benomilo	0a	0a	0a	0a	33.3b	63.9ab	33.3ab	52.1a	5.5a	2.1b	4.2b	2.7b
<i>T. harzianum</i>	0a	0a	0a	0a	23.6b	52.1ab	47.9ab	41.6a	6.25a	1.4b	2.8b	0.0b
<i>B. subtilis</i>	0a	0a	0a	0a	12.5b	36.1b	65.9a	34.0a	0.00a	0.1b	0.0b	0.0b
Silicio	0a	0a	0a	0a	16.6b	32.6b	70.8a	26.4a	2.07a	0.0b	0.0b	0.6b

PF=Prefloración, DPF= Desarrollo previo a floración, F=Floración, DC=Desarrollo de cálices, DCM= Desarrollo y madurez de cálices (próximo a la cosecha), C=Cosecha, C0=Clase de severidad 0 (0 % de daño), C1=Clase de severidad 1 (>0-5 % de daño). C2=Clase





# III

de severidad 2 (>5-18 % de daño), C3=Clase de severidad 3 (>18-46% de daño), C4=Clase de severidad 4 (>46-77% de daño) y C5=Clase de severidad 5 (>77-100% de daño).

*Corynespora cassiicola* es considerado un hongo fitopatógeno foliar con un amplio rango de hospederos en áreas tropicales y subtropicales (Silva *et al.*, 1995). Los síntomas observados en el presente trabajo corresponden a los descritos por Ortega *et al.*, (2015) para este fitopatógeno.

Respecto a los tratamientos que indujeron menor incidencia de manchado de cáliz, existen diversos estudios sobre el uso de *Bacillus* sp., como agente de control biológico (Ferreira *et al.*, 1991). Para este grupo de bacterias, se considera que su efecto antagonista es debido principalmente a la producción de antibióticos antifúngicos (Zorzybski *et al.*, 1978), algunas de las cuales incluyen a las micobacilinas (Majumdar y Bose, 1958), surfactinas (Kluge *et al.*, 1988), micosubtilinas y fungistatinas (Islam *et al.*, 2012). A pesar de que no encontramos reportes previos del uso de *B. subtilis* para el manejo *C. cassiicola* en el cultivo de jamaica, Ngoc y Bao (2017) reportaron el control de este agente fitopatógeno en el cultivo de cuacho mediante el uso de la especie *Bacillus thuringiensis*. Sin embargo, el uso de *B. subtilis* como herramienta de control biológico de fitopatógenos se ha reportado en otros cultivos de importancia agrícola como el mango (Okigbo y Osuinde, 2003).

Respecto al silicio, Feng (2004) señala su efectividad para el control de plagas y enfermedades causadas por hongos y bacterias. La respuesta de inducción de resistencia se atribuye a la deposición del silicio en la superficie del tejido que actúa como una barrera física, así como su función como activador de la producción de fitoalexinas (Cherif *et al.*, 1994).

## CONCLUSIONES

*Corynespora cassiicola*, agente causal del manchado del cáliz se presenta en etapas de desarrollo y maduración de los cálices. Aspersiones de silicio y/o *Bacillus subtilis* indujeron menor incidencia y severidad de manchado de cáliz de jamaica en la región costa de Oaxaca.

## LITERATURA CITADA

- Amusa, N.A., Adegbite, A.A., and Oladapo, M.O. (2005). Vascular Wilt of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) in the Humid Forest Region of South-western Nigeria. *Plant Pathology Journal*, 4: 122-125. [10.3923/ppj.2005.122.125](https://doi.org/10.3923/ppj.2005.122.125).
- Cherif, M., Asselin, A., and Belanger, R.R. (1994). Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84: 236-242.
- Escalante, E.Y. (2001). Variabilidad patogénica de *Phytophthora parasitica* Dastur en Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1):84-89.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Feng, M.J. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50(1): 11-18. DOI: 10.1080/00380768.2004.10408447
- Ferreira, J.H., Matthee, F.N., and Thomas, A.C. (1991). Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 81: 283-287.
- Islam, M.R., Tae, J.Y., Se, L.Y., and Hyun, S.C. (2012). Isolation and Identification of Antifungal Compounds from *Bacillus subtilis* C9 Inhibiting the Growth of Plant Pathogenic Fungi. *Mycobiology*, 40(1):59-65, DOI: 10.5941/MYCO.2012.40.1.059
- Kluge, B., Vater, J., Salnikow, J., and Eckart, K. (1988). Studies on the biosynthesis of surfactin, a lipopeptide antibiotic from *Bacillus subtilis* ATCC 21332. *FEBS Lett*, 231:107-110.
- Majumdar, S.K., and Bose, S.K. (1958). Mycobacillin, a new antifungal antibiotic produced by *Bacillus subtilis*. *Nature*, 181: 134-135.
- Mansour, B.M.M. (1975). Effects of temperature and daylength on growth and flowering of roselle, *Hibiscus sadariffa* L. *Scientia horticulturnae*, 3:129-135. [10.1016/0304-4238\(75\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0304-4238(75)90018-7)
- Mojiminiyi, F.B.O., Dikko, M., Muhammad, B.Y., Ojobor, P.D., Ajagbonna, O.P., Okolo, R.U., Igbokwe, U.V., Mojiminiyi, U.E., Fagbemi, M.A., Beollo, S.O., and Anga, T.J. (2007). Antihypertensive effect of an aqueous extract of the calyx of *Hibiscus sabdariffa*. *Fitoterapia*, 78: 292-297. [10.1016/j.fitote.2007.02.011](https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.02.011)
- Mohd-Esa, N., Shin-Hern, F., Ismail, A., and Lye-Yee, C. (2010). Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the sedes. *Food Chemistry*, 122: 1055-1060. [10.1016/j.foodchem.2010.03.074](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.074)
- Muhammad, T. B., and Shakib, A. B. (1995). Jus hibiscus: Bukan sekadar minuman biasa. *Dewan Ekonomi*, 12-14.
- Ngoc, G.P.T., and Bao, Q.N. (2017). Biological control of *Corynespora cassiicola* causing *Corynespora* leaf fall disease (CLF) on rubber tree by *Bacillus thuringiensis* (T3). *Proceedings of International Rubber Conference*. 459-476.
- Okigbo, R.N., and Osuinde M.I. (2003). Fungal leaf spot diseases of mango (*Mangifera indica* L.) in Southeastern Nigeria and biological control with *Bacillus subtilis*. *Plant Protect. Sci.*, 39: 70-77. <https://doi.org/10.17221/3829-PPS>
- Ortega-Acosta, S.A., Hernández-Morales, J., Ochoa-Martínez D.L., and Ayala-Escobar, V. (2015). First report of *Corynespora cassiicola* causing leaf and calyx spot on roselle in Mexico. *Plant Disease*, 99(7): 1041. [10.1094/PDIS-04-14-0438-PDN](https://doi.org/10.1094/PDIS-04-14-0438-PDN)
- Rendón-Aguilar, B. (1992). Estudio de la variación morfológica y aspectos etnobotánicos en *Hibiscus sabdariffa* L. (*Malvaceae*), en relación a su uso y manejo [Tesis de Maestría, UNAM, Facultad de Ciencias, Biología]. Repositorio de UNAM.
- Silva, W.P.K., Multani, D.S., Deverall, B.J., and Lyon, B.R. (1995). RFLP and RAPD analyses in the identification and differentiation of isolates of the leaf spot fungus *Corynespora cassiicola*. *Australian Journal of Botany*, 43: 609-18. [doi.org/10.1071/BT9950609](https://doi.org/10.1071/BT9950609).



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Anuario estadístico de la producción agrícola.

<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Tseng, T., Kao, T., Chu, C., Chou, F., Lin, W., and Wang, C. (2000). Induction of apoptosis by hibiscus protocatechuic acid in human leukaemia cells via reduction of retinoblastoma (RB) phosphorylation and Bcl-2 expression. *Biochemical Pharmacology*, 60: 307–315. [10.1016/S0006-2952\(00\)00322-1](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(00)00322-1).

### CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA DE CAFÉ

Martínez-Bolaños, M. INIFAP

#### RESUMEN

Los cafetaleros desde Perú hasta México han lidiado con brotes de roya de café, hongo fitoparásito. Esta enfermedad genera grandes pérdidas económicas y en la seguridad alimentaria de los productores al arrasar con plantaciones completas. El objetivo del control biológico de la roya, busca aplicar micoparásitos con potencial de control de la roya de café.

**Palabras clave:** Microparásitos, roya, control biológico.

#### INTRODUCCIÓN

La roya del café es causada por el hongo fitopatógeno *Hemileia vastatrix*, que afecta las hojas y se considera la enfermedad más importante en el cultivo a nivel mundial. Causa pérdida de hojas de los arbustos y con ello reduce el rendimiento de los cafetos. La severidad de las recientes epidemias de la roya (Figura 1) en Centroamérica y México ha ocasionado pérdidas del 40 al 50% en el rendimiento del cultivo. De acuerdo a la Organización Internacional del Café, los factores económicos (descapitalización de productores) y agronómicos (falta de manejo del cultivo) han contribuido a alcanzar dichas pérdidas (Gómez-De La Cruz, et. al., 2018).

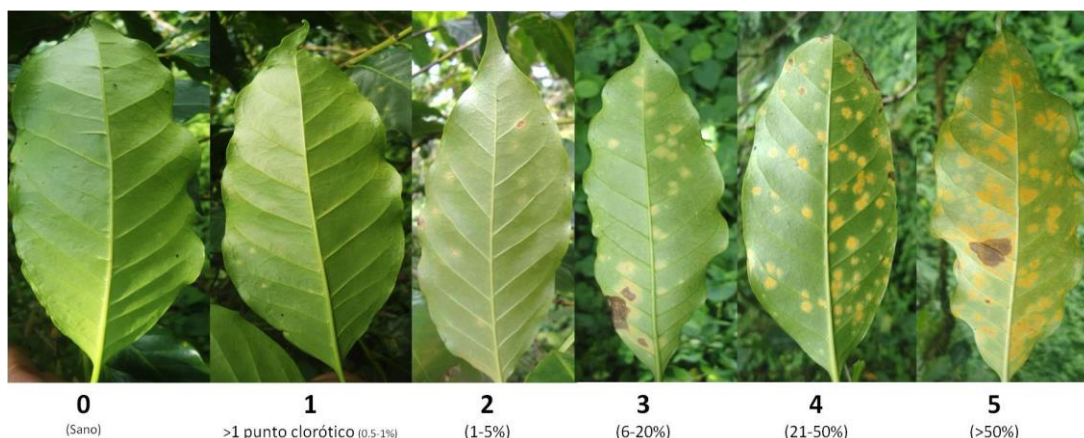


Figura 1. Incidencia del hongo fitopatógeno *Hemileia vastatrix* en hojas de cafetaleros.

Actualmente, se llevan estrategias de manejo cultural, nutricional, químico, biológico y con mejoramiento genético. En este sentido, el control biológico representa una alternativa, potenciando el uso de micoparásitos que afecten las estructuras reproductivas del patógeno, limitando el desarrollo y su dispersión. De los principios a considerar en el control biológico, es identificar las características de la Roya: es un parásito obligado (no sobrevive en el rastrojo de los cultivos), no es transmitido por semilla, es un patógeno policíclico



(varias generaciones en el ciclo de cultivo), las esporas son diseminadas por el viento a grandes distancias. En la Figura 2 se observa el efecto de los hongos en combinación a factores ambientales y la susceptibilidad de la variedad *Coffea arábica*.



Figura 2. Presencia del fitopatógeno *Hemileia vastatrix* e interacción de factores que favorecen su desarrollo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en Veracruz y Chiapas (Figura 3) evaluando variables fenológicas (hojas nuevas, hojas adultas), clima (temperatura, humedad relativa y punto de rocío), enfermedad (incidencia en hojas, severidad en hojas y plantas, cantidad de inóculo).

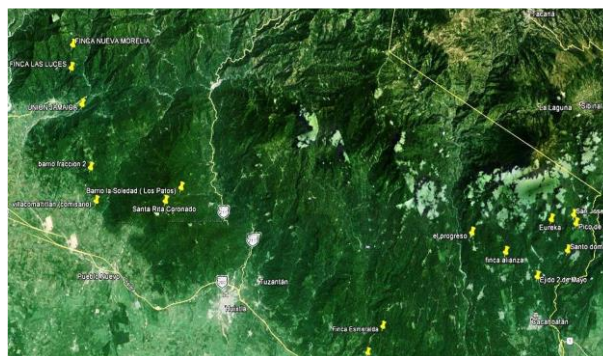


Figura 3. Muestreos para la obtención de inóculos del fitopatógeno *Hemileia vastatrix*.

Incubación por punción- deposición. Con la ayuda de una aguja hipodérmica se tomaron porciones de micelio de los hongos asociados a las pústulas de roya y se colocaron en cajas Petri con medio de cultivo agar (Figura 4). Identificando posteriormente sus características morfológicas.



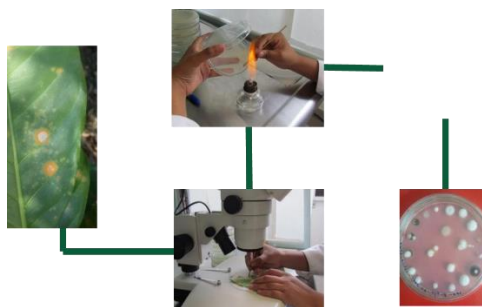


Figura 4. Aislamiento del fitopatógeno *Hemileia vastatrix*.

## RESULTADOS

### Identificación de micoparasitos

Se encontraron micoparasitos en pústulas de Roya del Cafeto y se identificaron sus características morfológicas en Avena- Agar (Figura 5). Gómez-de la Cruz et al., (2018), identificaron Micoparasitos de *H. vastatrix* en Veracruz: *Lecanicillium* sp. (68.1%), *Calcarisporium* sp. (51.6%) y *Simplicillium* sp. (88.86%). 120 hdi.

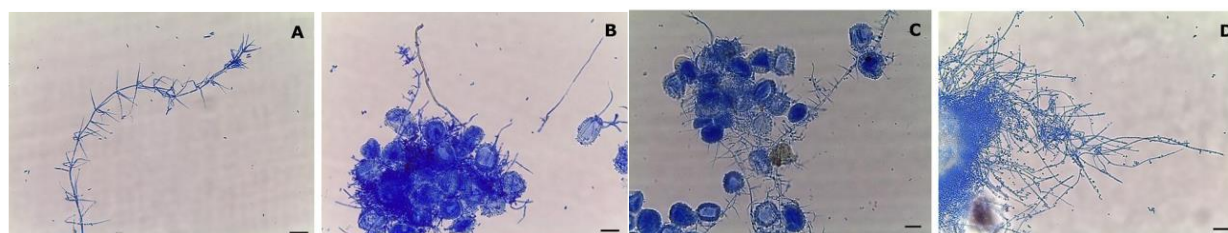


Figura 1. Micoparasitos encontrados en pústulas de Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix*) y sus características morfológicas. Dónde: *Lecanicillium* sp. (A-40X); *Calcarisporium* sp. (B-40X); *Simplicillium* sp. (C-40X) y *Sporothrix* sp. (D-40X). Barra: 10  $\mu$ m.

Cuadro 1. Evaluación del porcentaje de parasitismo de tres microorganismos sobre pústulas de roya de café (*Hemileia vastatrix*) en condiciones in vitro.

Tratamiento	Horas después de la inoculación				
	24	48	72	96	120
Testigo	0.00±0a	0.00±b	0.00±c	0.00±c	0.00±0c
<i>Calcarisporium</i> sp.	0.00±0a	20.87±13ab	41.02±13ab	50.12±0.7b	51.60±10b
<i>Lecanicillium</i> sp.	2.68±2 a	9.85±6b	17.49±16bc	49.19±13b	68.10±12b
<i>Simplicillium</i> sp.	0.89±2 a	42.73±9a <sup>z</sup>	51.19±16a <sup>z</sup>	83.48±3a <sup>z</sup>	88.86±11a <sup>z</sup>

<sup>z</sup>Medias ±Desviación estándar, los valores con la misma letra en las columnas no difieren estadísticamente (Tukey p=0.05) / <sup>z</sup>Means ±Standard deviation, values with the same letter in the columns do not differ statistically (Tukey p=0.05)

Cuadro 2. Micoparásitos encontrados en pústulas de Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix*) y sus características morfológicas.

Micoparásito	Morfología
<i>Simplicillium lanosoniveum</i>	
<i>Fusarium oxysporum</i>	
<i>Curvularia affinis</i>	
<i>Colletotrichum siamense</i>	
<i>Bacillus sp</i>	



# III

### CONCLUSIONES

Los géneros *Lecanicillium* sp., *Calcarisporium* sp., *Sporothrix* sp. y *Simplicillium* sp. fueron aislados de pústulas de roya de cafeto en los municipios de Huatusco y Zentla, en el estado de Veracruz, México.

Los mayores porcentajes de micoparasitismo en las pruebas *in vitro* se obtuvieron con las cepas de *Simplicillium* sp. (88.86%) y *Lecanicillium* sp. (68.10%), a las 120 horas posteriores a la inoculación.

### LITERATURA CITADA

Irene Gómez-De La Cruz, I., Pérez-Portilla, E., Escamilla-Prado, E., Martínez-Bolaños, M. Hernández-Leal, T. (2018). Selección *in vitro* de micoparásitos con potencial de control biológico sobre roya del café (*Hemileia vastatrix*). Rev. mex. fitopatol vol.36 no.1



## TRAMIENTOS TÉRMICOS MODERADOS SOBRE LA INACTIVACIÓN DE *Listeria monocytogenes* EN PULPA DE GUANÁBANA

Velasco-Hernández, A.\*; Saucedo-Veloz, C; Ramírez-Guzmán, M.E.; Chávez-Franco, S.H.; Valle-Guadarrama, S.; Saucedo-Reyes, D.

\*Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, 56230, Montecillo, Texcoco, México. [velasco.almadalia@colpos.mx](mailto:velasco.almadalia@colpos.mx). Tel. 5528434130.

### RESUMEN

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una fruta tropical de importancia comercial fresca o procesada en forma de pulpa pasteurizada o congelada utilizada para preparar jugos, bebidas, néctares, helados, paletas y postres. Además de la conservación de la calidad, otra de las preocupaciones del procesamiento en pulpas de frutas es la inocuidad del producto. Diversos estudios muestran la asociación entre el procesamiento de pulpas y el desarrollo de diversos microorganismos; sin embargo, pocos estudios se han enfocado a la asociación entre *L. monocytogenes* y pulpas de frutas ácidas. El objetivo fue evaluar el efecto de tratamientos térmicos moderados sobre la inactivación de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana para determinar las mejores condiciones de procesamiento que permitan conseguir un nivel de inocuidad adecuado. Se obtuvieron cinéticas de inactivación térmica de *L. monocytogenes* inoculada en pulpa de guanábana a cinco niveles de temperatura (50, 52.5, 55, 57.5, y 60 °C) y diferentes tiempos de exposición (0–60 min). Las curvas de sobrevivencia no siguieron una relación log-lineal y, en consecuencia, se ajustaron a la ecuación modificada de Gompertz. Los resultados indicaron que la ecuación modificada de Gompertz proporcionó una bondad de ajuste aceptable. Reducciones 5- $\log_{10}$  se lograron a 50°C/60 min, 52.5 °C/16 min, 55 °C/10 min, 57.5 °C/5 min, y 60°C/1.25 min.

**Palabras clave:** pulpa de guanábana, *Listeria monocytogenes*, tratamiento térmico.

### INTRODUCCIÓN

Fisiológicamente, los frutos de guanábana son altamente perecederos debido a su elevada velocidad de respiración y producción de etileno (Pareek et al., 2011). Por esta razón, los frutos se comercializan principalmente como un producto procesado, ya sea pulpa congelada o pasteurizada (Jiménez et al., 2014; Leite et al., 2016). Además de la conservación de la calidad organoléptica, nutricional y valor nutracéutico, otra de las preocupaciones del procesamiento de pulpas ácidas se relaciona con la inocuidad del producto. En este sentido, hay reportes (De Oliveira et al., 2018; Lima Tribst et al., 2009) de los brotes más relevantes que involucran patógenos transmitidos por los alimentos y microorganismos de descomposición asociados con jugos y pulpa de frutas, pero existen pocos estudios relacionados con el crecimiento y sobrevivencia de *L. monocytogenes* en pulpas de frutas ácidas, como la guanábana (Caggia et al., 2009; Von Breymann et al., 2013). La contaminación por *L. monocytogenes* ocurre durante el manejo postcosecha de los frutos y en su preparación para el procesamiento, por lo que resulta difícil evitar la contaminación cruzada; además, resulta difícil mantener las plantas de procesamiento libres de este microorganismo por su capacidad de formar biofilms (Carpentier y Cerf, 2011; Ferreira et al., 2014). De acuerdo con Von Breymann et al. (2013), *L. monocytogenes* tiene habilidad para sobrevivir y desarrollarse en pulpas de frutas al tolerar condiciones de pH





bajo y baja actividad de agua. Asimismo, se ha demostrado que es tolerante a un amplio rango de tratamientos de pasteurización (Mazzotta, 2001) y puede crecer bajo condiciones de congelación (Vitas et al., 2004); por lo cual, comercialmente, la conservación de pulpa de frutas se complementa con la adición de aditivos químicos como el benzoato de sodio o sorbato de potasio (Von Breymann et al., 2013). Sin embargo, la preferencia al manejo de pulpa de fruta libre de aditivos, conduce a la necesidad de realizar investigaciones que asocien las características fisicoquímicas de la pulpa y el tratamiento por aplicar para el control de *L. monocytogenes*. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tratamientos térmicos moderados sobre la inactivación de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana para determinar las mejores condiciones de procesamiento que permitan conseguir un nivel de inocuidad adecuado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Proceso para obtener la pulpa.

Se usaron frutos de guanábana en madurez de consumo (pH = 3.74, firmeza = 8.2 N, sólidos solubles totales de 8.1 °Bx y acidez titulable de 0.74 % de ácido cítrico), los cuales se adquirieron de comerciantes ubicados en la Central de Abasto de la Ciudad de México. Los frutos se lavaron y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 0.01%. Después, la cáscara y las semillas se removieron bajo condiciones asépticas. Para facilitar la manipulación de la pulpa durante las pruebas experimentales, se le agregó agua en una relación 1:1 para obtener una pulpa fluida que es fácil de filtrar (Francis y Bellot, 2003). La mezcla se homogeneizó en un mezclador de vidrio (Osterizer, Mod. 6644-13), se filtró (tamiz No. 45, Serie ASTM E-11, 0.355 mm) y se mantuvo a -63 °C hasta que se usó para los estudios de inactivación.

### Cepa bacteriana y preparación del cultivo celular.

Una cepa de *L. monocytogenes*, ATCC 7644, se utilizó para este estudio. La cepa se obtuvo de la colección de cepas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y se mantuvo en agar cistina tripticasa (CTA; Bioxon, Becton Dickinson, Mexico City, Mexico) a 5 °C. Para reproducir las células, se tomó una alícuota con un asa estéril y se transfirió a 100 mL de caldo infusión cerebro-corazón estéril (BHI broth, BD/Bioxon, Becton Dickinson, Mexico City, Mexico). Inmediatamente, las células se incubaron a 37 °C durante 24 h bajo agitación continua a 200 rpm para obtener células en fase de crecimiento estacionario. Luego, las células se centrifugaron dos veces a 4000 x g durante 15 min a 4 °C (HermLe, Z 446 K, Wehingen, Germany) y se re-suspendieron en 50 mL de BHI estéril. Los cultivos iniciales se colocaron en crioviales de plástico estériles de 2 mL conteniendo BHI suplementado con 20% de glicerol estéril en una relación 1:1. Posteriormente, las muestras se almacenaron a -63 °C hasta que se usaron para los estudios de inactivación por calor. La concentración estimada de *L. monocytogenes* fue 10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup>.



### Tratamientos térmicos.

Los tratamientos térmicos mediante capilares se desarrollaron de acuerdo a Vega et al. (2016). Para ello, 9 mL de pulpa estéril (pH=3.75) se inocularon con 1 mL de la suspensión celular de *L. monocytogenes* previamente descongelada y aclimatada a temperatura ambiente. La pulpa inoculada se homogeneizó en un agitador vórtex (modelo MX-S, 60W, Science Med, Helsinki, Finland). Tubos capilares de vidrio (intraMARK, BLAUBRAND®, Wertheim, Germany), previamente esterilizados a 250 °C durante 24 h y atemperados, se llenaron con 100 µL de pulpa inoculada. Ambos extremos de los tubos se sellaron inmediatamente, un extremo con grasa de silicona de alto vacío (Dow Corning®, Midland, USA) y el otro con flama. Los tubos se sellaron cuidadosamente para evitar el calentamiento de la pulpa inoculada. Los tratamientos térmicos se llevaron a cabo por inmersión de los capilares en un baño de agua en recirculación (Tempstir™, Precision Scientific Company, Tamil Nadu, India) a temperaturas controladas: 50.0 ± 1 °C, 52.5 ± 1 °C, 55.0 ± 1 °C, 57.5 ± 1 °C, y 60.0 ± 1 °C, a diferentes intervalos de tiempos (0–60 min), e inmediatamente se enfriaron en un baño de agua con hielo. Para cada combinación de temperatura y tiempo, se utilizó un set de 4 capilares. Un set de tubos capilares sin tratar se utilizó como control.

### Enumeración de *L. monocytogenes*.

Diluciones decimales en serie de las muestras tratadas y no tratadas se realizaron en agua de peptona estéril al 0.1% (w/v) (PW, BD/Difco Laboratories, Sparks, Md, USA.). Alícuotas de 0.1 mL de la solución diluida se colocaron en placas Petri, en duplicado, y el medio de enumeración que se usó fue agar tripton y soja estéril (TSA, BD/Becton Dickinson, Sparks, Md, USA.). Las diluciones seleccionadas se incubaron a 37 °C durante 48 h. Posteriormente, se realizó el conteo. La reducción de células viables se expresó como el logaritmo decimal del cociente de las células tratadas ( $N$ ) y no tratadas ( $N_0$ ).

### Modelación matemática y validación del modelo predictivo.

La ecuación modificada de Gompertz (ecuación (1)) (Linton et al., 1996) se ajustó a las curvas de inactivación por calor de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana.

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = C e^{-e^{BM}} - C e^{-e^{-B(t-M)}} \quad (1)$$

donde  $N$  y  $N_0$  representan la cuenta microbiana final e inicial, respetivamente;  $B$  es la velocidad de muerte relativa en  $M$  [ $\text{Log}_{10}$  (UFC  $\text{mL}^{-1}$ )  $\text{min}^{-1}$ ];  $C$  es la diferencia en el valor de la asíntota superior e inferior [ $\text{Log}_{10}$  (UFC  $\text{mL}^{-1}$ )];  $M$  es el tiempo en el cual la velocidad absoluta de muerte es máxima (min); el signo menos antes de  $C$  significa la inactivación de microorganismos, y  $t$  es el tiempo (min).

A su vez, mediante los parámetros  $B$  y  $C$  de la ecuación modificada de Gompertz, se calculó la velocidad máxima de muerte exponencial,  $\mu_{max}$  (ecuación (2)) (McMeekin et al., 1993):

$$\mu_{max} = \frac{BC}{e} \quad (2)$$

La bondad de ajuste se evaluó a partir del coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ) y la raíz del error medio cuadrático ( $RMSE$ ) (Ly-Nguyen et al., 2003). La capacidad de predicción del modelo experimental basado en la ecuación modificada de Gompertz (ecuación (1)) se determinó mediante el cálculo del factor de ajuste ( $A_f$ ), el cual es el valor absoluto de la relación entre las predicciones y los datos observados, y el factor de exactitud ( $B_f$ ), que representa el promedio general de la relación entre las predicciones y los datos observados (Ross, 1996), usando un grupo de datos no utilizados en la modelización.

### **Análisis estadístico.**

El análisis de varianza (ANOVA) se usó para evaluar los efectos de la intensidad de temperatura y tiempo en la pulpa de guanábana utilizando  $n = 3$  para los estudios en la inactivación de *L. monocytogenes*. La prueba de múltiples rangos (MRT) y la distribución de Fisher (LSD) se calcularon para comparar los tratamientos ( $p < 0.05$ ) y contraste de igualdad de varianzas. Los análisis estadísticos se hicieron usando el software Statgraphics Centurion XV (Statpoint Technologies Inc, Warrenton, VA, USA), y los ajustes del modelo matemático con el programa GraphPad PRISM (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, USA).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Inactivación de *L. monocytogenes*.**

Curvas de sobrevivencia se obtuvieron graficando el logaritmo de la fracción sobreviviente de células de *L. monocytogenes* inoculadas en la pulpa de guanábana después de las temperaturas aplicadas (50.0, 52.5, 55.0, 57.5 y 60.0 °C) y tiempos de exposición (0–60 min) (Figura 1), donde se observó que el aumento de la temperatura condujo a una disminución de la fracción sobreviviente del microorganismo en tiempos cada vez más cortos. De acuerdo al criterio de seguridad dado por la FDA (2004) y la NACMCF (2006) para productos pasteurizados, reducciones  $5\text{-log}_{10}$  de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana se lograron a: 1) 50.0 °C, 60 min (Figura 1(a)); 2) 52.5 °C, 16 min (Figura 1(b)); 3) 55.0 °C, 10 min (Figura 1(c)); 4) 57.5 °C, 5 min (Figura 1(d)); y 5) 60.0 °C, 1.25 min (Figura 1(e)). Algunos autores han demostrado la efectividad de tratamientos térmicos moderados para inactivar *L. monocytogenes* en diferentes sustratos de frutas. Benlloch-Tinoco et al. (2014) encontraron que para lograr una reducción de  $5\text{-log}_{10}$  de *L. monocytogenes* en puré de kiwi (pH = 3.39) al someterlo a 55 °C, se requirieron tiempos superiores a 5.92 min. Siguemoto et al. (2018) reportaron que el criterio de seguridad dado por la FDA (reducción  $5\text{-log}_{10}$ ) y la NACMCF (2006) se cumplió con un tratamiento



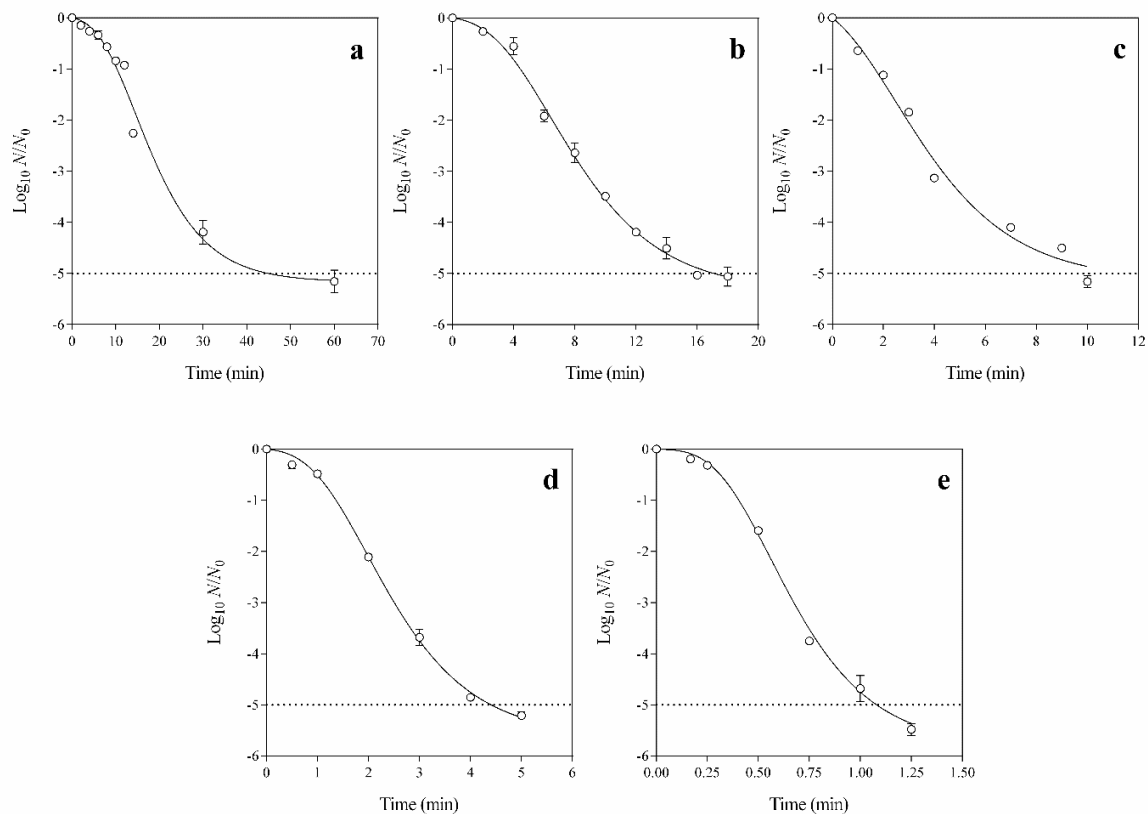
# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

térmico a 55 °C durante 180 s (3 min) en jugo de manzana (pH = 3.5). Además, Hassani et al. (2005) reportaron que 5- $\log_{10}$  de *L. monocytogenes* fueron inactivados en un medio de referencia (pH = 4) cuando este se sometió a 58 °C por 1.4 min.

Los estudios sobre la inactivación térmica de microorganismos por el método capilar se han reportado como un procedimiento preciso para medir la resistencia al calor con la ventaja de que los tiempos necesarios para alcanzar las temperaturas de tratamiento (come-up time) son más cortos en comparación con otros métodos, y el uso de volúmenes más bajos de suspensiones con alta concentración del microorganismo. Mediante este método, se han observado comportamientos tanto lineales como no lineales en las curvas de sobrevivencia atribuidos a las diferencias, por ejemplo, en la composición de sustratos alimentarios (pH, contenido sólido, actividad del agua, entre otros), cepa utilizada, rango de temperatura y método de calentamiento (Fernández et al., 1999; Fujikawa et al., 2001; Vega et al., 2016). En el caso de un comportamiento no lineal, desviaciones de la linealidad se han observado frecuentemente en los estudios de inactivación térmica de microorganismos tales como curvas con hombros y/o colas. Linton et al. (1996) explicaron que una región del hombro puede ser más pronunciada en los sistemas alimentarios con alto contenido de NaCl o pH casi neutro. Por lo tanto, un aumento de la temperatura, o una reducción del pH o NaCl a bajas temperaturas podrían ser estrategias adecuadas para disminuir los hombros asociados con las curvas de sobrevivencia. En las curvas de inactivación obtenidas (Figura 1), los hombros fueron más cortos a temperaturas más altas. Geeraerd et al. (2005) y Mossel et al. (1995) describieron el efecto del hombro bajo la hipótesis de la presencia de una sustancia teórica  $C_c$  alrededor o en cada célula, que inhibe la inactivación microbiana; además, esta sustancia teórica se destruye gradualmente. Por otra parte, la generación de proteínas de choque térmico en las células microbianas durante el calentamiento podría estar relacionada con la formación de colas, que posiblemente sea el efecto de una subpoblación termo-resistente (Fujikawa et al., 2001). Vega et al. (2016) estudiaron las curvas de inactivación isotérmica de *L. innocua* CECT 910 en una bebida vegetal por el método capilar donde las células fueron expuestas a tres niveles de pH (4.25, 4.75 y 5.20), cuatro niveles de temperatura (50, 55, 60, 65 °C) y diferentes tiempos de exposición (0–75 min). La ecuación modificada de Gompertz proporcionó la mejor bondad de ajuste para describir las curvas de sobrevivencia no lineales con hombros y colas, y la temperatura y el tiempo fueron los factores más influyentes que afectaron la carga microbiana final en el caso del nivel de temperatura más alto (65 °C), y el tiempo en el caso del nivel de temperatura más bajo (50 °C) probado. Fujikawa et al. (2001) estudiaron la inactivación térmica de las esporas de *Aspergillus niger* a temperaturas que variaron de 55 a 66 °C mediante el método capilar, y reportaron curvas de inactivación con hombro, declive lineal rápido y/o cola inclinada. Los autores indicaron que los hombros fueron más cortos a temperaturas más altas, y la región de la cola descrita como pendiente, dependió de la temperatura.





**Figura 1.** Curvas de sobrevivencia ( $\circ$ ) de *L. monocytogenes* inoculada en pulpa de guanábana tratada térmicamente a) 50.0 °C, b) 52.5 °C, c) 55.0 °C. d) 57.5 °C, e) 60.0 °C. Curvas ajustadas (–) usando la ecuación modificada de Gompertz (ecuación (1)). Los valores graficados y las barras del error representan la media de tres réplicas y la desviación estándar correspondiente.

### Ajuste del modelo matemático.

La Figura 1 muestra que las curvas de inactivación de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana tratada térmicamente se desviaron notoriamente de la linealidad, presentando un comportamiento de tipo sigmoidal. Por ende, las curvas de inactivación se ajustaron mediante el modelo no lineal ecuación modificada de Gompertz (ecuación (1)), versátil para el ajuste de curvas de inactivación no lineales (Saucedo-Reyes et al., 2017; Vega et al., 2016). La ecuación modificada de Gompertz puede ser usada para modelar curvas de sobrevivencia de tipo sigmoidal de *L. monocytogenes* inoculada en productos alimenticios pasteurizados térmicamente (Linton et al., 1996). Existen evidencias suficientes sobre la termoresistencia de *L. monocytogenes* en diferentes sustratos. Algunos autores han encontrado curvas de sobrevivencia no lineales, y la distribución de Weibull (Siguemoto et al., 2018), la ecuación modificada de Gompertz (Chhabra et al., 1999; Huang, 2009; Linton et al., 1996), y otras funciones no lineales (Xiong et al., 1999), han demostrado que se ajustan a las curvas de sobrevivencia de *L. monocytogenes* de manera adecuada.

En este estudio, el programa GraphPad PRISM fue efectivo para el ajuste del modelo modificado de Gompertz (ecuación (1)) a los datos cinéticos de inactivación. Usando  $R^2_{adj}$  y RMSE como criterio para determinar la bondad de ajuste, la ecuación modificada de Gompertz fue apropiada para representar los datos de inactivación térmica como lo muestran los valores altos de  $R^2_{adj}$  obtenidos, que oscilan entre 99.2 y 99.9%, y los valores bajos de RMSE (Cuadro 1). Por su parte, Xiong et al. (1999) reportaron que el ajuste del modelo modificado de Gompertz fue apropiado para describir curvas no lineales al modelar la inactivación térmica (50–60 °C) de *L. monocytogenes* Scott A en fórmula infantil.

Así mismo, mediante el ajuste de la ecuación modificada de Gompertz a los datos experimentales, se obtuvieron los parámetros  $C$ ,  $B$  y  $M$  (Cuadro 1). El parámetro  $C$  superó las cinco reducciones del ciclo logarítmico en todas las condiciones ensayadas, lo que sugiere que los tratamientos ensayados fueron efectivos para disminuir significativamente las células de *L. monocytogenes* en la pulpa de guanábana. El Cuadro 1 muestra que los parámetros  $C$  y  $B$  aumentaron, mientras que el parámetro  $M$  disminuyó significativamente al incrementar la temperatura. Los valores de la velocidad máxima de muerte ( $\mu_{max}$ ) obtenidos (Cuadro 1) incrementaron a medida que se aumentó la temperatura de calentamiento, lo que sugiere que, al aumentar la temperatura, la población microbiana murió más rápidamente. Linton et al. (1996) evaluaron la resistencia al calor de *L. monocytogenes* en fórmulas infantiles a 50, 55 y 60 °C; valores de pH de 5.0, 6.0 y 7.0; y concentración de NaCl de 0%, 2% y 4%; y encontraron que a medida que la temperatura de calentamiento aumentaba de 50 °C a 60 °C, la muerte de las células microbianas se aceleraba, generando curvas de sobrevivencia con o sin regiones escasas de hombros o colas.

**Cuadro 1.** Parámetros cinéticos primarios y bondad de ajuste determinados para curvas de inactivación de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana.

Temperatura (°C)	Parámetros de la ecuación modificada de Gompertz (ecuación (1))				$R^2_{adj}$	RMS E
	$C \pm sd$ Log <sub>10</sub> (CFU mL <sup>-1</sup> )	$B \pm sd$ Log <sub>10</sub> (CFU mL <sup>-1</sup> ) min <sup>-1</sup>	$M \pm sd$ min	$\mu_{max} \pm sd$ Log <sub>10</sub> (CFU mL <sup>-1</sup> ) min <sup>-1</sup>		
50.0	5.197 ± 0.016	0.113 ± 0.004	14.542 ± 0.027	0.209 ± 0.007	0.993	0.253
52.5	5.387 ± 0.022	0.252 ± 0.004	6.427 ± 0.010	0.500 ± 0.006	0.996	0.175
55.0	5.532 ± 0.002	0.393 ± 0.000	2.502 ± 0.001	0.799 ± 0.001	0.992	0.244
57.5	5.646 ± 0.028	0.881 ± 0.004	1.973 ± 0.006	1.830 ± 0.009	0.999	0.123
60.0	5.826 ± 0.021	3.625 ± 0.101	0.560 ± 0.001	7.768 ± 1.188	0.997	0.165

*sd*, desviación estándar.

### Validación del modelo.

Los valores  $A_f$  y  $B_f$  obtenidos para cada nivel de temperatura se muestran en el Cuadro 2. El valor  $A_f$  para la temperatura de 57.5 °C fue el más elevado, pero se encontró dentro del rango aceptable. Para la misma

temperatura, de 57.5 °C, el valor  $B_f$  obtenido sobre-predijo la respuesta de la inactivación bacteriana; sin embargo, el valor  $B_f$  promedio fue cercano a 1. En este sentido, el modelo de Gompertz podría ser aceptable para predecir el comportamiento de *L. monocytogenes* inoculada en pulpa de guanábana tratada térmicamente a 50.0, 52.5, 55.0, 57.5, y 60.0 °C.

**Cuadro 2.** Factor de ajuste ( $A_f$ ) y factor de exactitud ( $B_f$ ) de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana.

Temperatura (°C)	$A_f$	$B_f^a$
50.0	1.192	1.060
52.5	1.075	0.985
55.0	1.197	0.922
57.5	1.298	1.244
60.0	1.184	0.845
<i>Average</i>	<i>1.189</i>	<i>1.011</i>

<sup>a</sup>Los valores  $B_f$  están dentro del rango aceptable 0.75–1.25 (Dalgaard 2000, 2002; Ross et al., 2000).

### CONCLUSIONES

Reducciones 5- $\log_{10}$  de *L. monocytogenes* en pulpa de guanábana se lograron a 50.0 °C/60 min, 52.5 °C/16 min, 55.0 °C/10 min, 57.5 °C/5 min y 60.0°C/1.25 min cumpliendo con el criterio de seguridad dado por la FDA (reducción 5- $\log_{10}$ ).

### LITERATURA CITADA

- Benlloch-Tinoco, M., Pina-Pérez, M.C., Martínez-Navarrete, N. & Rodrigo, D. (2014). *Listeria monocytogenes* inactivation kinetics under microwave and conventional thermal processing in a kiwifruit puree. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22: 131–136.
- Caggia, C., Scifò, G.O., Restuccia, C., & Randazzo, C.L. (2009). Growth of acid-adapted *Listeria monocytogenes* in orange juice and in minimally processed orange slices. *Food Control*, 20: 59–66.
- Carpentier, B., & Cerf, O. (2011). Review-Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology*, 145: 1–8.
- Chhabra, A.T., Carter, W.H., Linton, R.H. & Cousin, M.A. (1999). A predictive model to determine the effects of pH, milkfat, and temperature on thermal inactivation of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 62: 1143–1149.
- Dalgaard, P. (2000). Fresh and lightly preserved seafood. In: Man, C.M.D. & Jones, A.A. (eds). *Shelf Life Evaluation of Foods*. 2nd Edition. Maryland: Aspen Publisher Inc, pp. 110–139.
- Dalgaard, P. (2002). Modeling and prediction the self-life of seafood. In: Bremmer, H.A. (ed). *Safety and Quality Issues in Fish Processing*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, pp. 191–219.
- De Oliveira, E.S., Tombini, L., Tondo, E.C. (2018). Foodborne outbreaks in Brazil associated with fruits and vegetables: 2008–2014. *Food Quality and Safety*, 2(4): 173–181.



- Fernández, A., Salmerón, C., Fernández, P.S. & Martínez, A. (1999). Application of a frequency distribution model to describe the thermal inactivation of two strains of *Bacillus cereus*. *Trends in Food Science & Technology*, 10:158–162.
- Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P. & Stasiewicz, M.J. (2014). Review-*Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: Epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *Journal of Food Protection*, 77: 150–170.
- Food and Drug Administration (FDA), Center for Food Safety and Applied Nutrition, United States (FDA/CFSAN, US). (2004). Juice HACCP hazards and controls guidance. Guidance for industry. 1st ed. Available at: [www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm072557.htm](http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm072557.htm) (accessed 24 November 2018).
- Francis, J. & Bellot, C. (2003). Tropical Fruits Newsletter. Special Issue Number 44/45. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, IICA Office, Port-of-Spain, Trinidad and Tobago.
- Fujikawa, H., Morozumi S, Smegare GH, and Teixeira AA. (2001). Thermal Inactivation Patterns of *Aspergillus niger* Spores in Capillaries. *Biocontrol Science*, 6(1): 17–20.
- Geeraerd, A.H., Valdramidis, V.P., Van Impe, J.F. (2005). GInaFiT, a freeware tool to assess non-log-linear microbial survivor curves. *International Journal of Food Microbiology*, 102: 95–105.
- Hassani, M., Álvarez, I., Raso, J., Condón, S. & Pagán, R. (2005). Comparing predicting models for heat inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas aeruginosa* at different pH. *International Journal of Food Microbiology*, 100: 213–222.
- Huang, L. (2009). Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in ground beef under isothermal and dynamic temperature conditions. *Journal of Food Engineering*, 90: 380–387.
- Jiménez, V.M., Gruschwitz, M., Schweiggert, R.M., Carle, R. & Esquivel, P. (2014). Identification of phenolic compounds in soursop (*Annona muricata*) pulp by high-performance liquid chromatography with diode array and electrospray ionization mass spectrometric detection. *Food Research International*, 65: 42–46.
- Leite, J.A., Luiz, T.F., Barbosa, R.F., Rabinovitch, L., Quintanilla, C.J., Gonsales, R.N., Cabral, H. & Pereira, D.E.C. (2016). Bacteriocin-like inhibitory substances (BLIS) produced by *Bacillus cereus*: Preliminary characterization and application of partially purified extract containing BLIS for inhibiting *Listeria monocytogenes* in pineapple pulp. *Food Science and Technology*, 72: 261–266.
- Lima Tribst, A.A., de Souza Sant’Ana, A. & Rodriguez de Massaguer, P. (2009). Review: Microbiological quality and safety of fruit juices—past, present and future perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*, 35(4): 310–339.
- Linton, R.H., Carter, W.H., Pierson, M.D., Hackney, C.R. & Eifert, J.D. (1996). Use of a modified Gompertz equation to predict the effects of temperature, pH, and NaCl on the inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A heated in infant formula. *Journal of Food Protection*, 59: 16–23.
- Ly-Nguyen, B., Van Loey, A.M., Scout, C., Eren Özcan, S., Fachin, D. & Verlent, I. (2003). Mild-heat and high-pressure inactivation of carrot pectin methylesterase: A kinetic study. *Journal Food Science*, 68: 1377–1383.





- Mazzotta, A.S. (2001). Thermal inactivation of stationary-phase and acid-adapted *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in fruit juices. *Journal of Food Protection*, 64: 315–320.
- McMeekin, T.A., Olley, J., Ross, T. & Ratkowsky, D.A. (1993). *Predictive microbiology: Theory and application*. New York: John Wiley and Sons.
- Mossel, D.A.A., Corry, J.E.L., Struijk, C.B., Baird, R.M. (1995). *Essentials of the Microbiology of Foods*. John Wiley & Sons, West Sussex.
- National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMCF). (2006). Requisite scientific parameters for establishing equivalence of alternative methods of pasteurization. *Journal of Food Protection*, 69(5): 1190–1216.
- Pareek, S., Yahia, E.M., Pareek, O.P. & Kaushik, R.A. (2011). Postharvest physiology and technology of *Annona* fruits. *Food Research International*, 44: 1741–1751.
- Ross, T. (1996). Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. *Journal of Applied Bacteriology*, 81: 501–508.
- Ross, T., Dalgaard, P. & Tienungoon, S. (2000). Predictive modelling of the growth and survival of *Listeria* in fishery products. *International Journal of Food Microbiology*, 62: 231–245.
- Saucedo-Reyes, D., Carrillo-Salazar, J.A., Román-Padilla, L., Saucedo-Veloz, C., Reyes-Santamaría, M.I., Ramírez-Gilly, M., Tecante, A. (2017). Modeling the pressure inactivation of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in sapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) pulp. *Food Science and Technology International*, 24(2): 117–131.
- Siguemoto, E.S., Wilhelms, G.J.A., Martinez, A. & Rodrigo, D. (2018). Inactivation kinetics of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in apple juice by microwave and conventional thermal processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45: 84–91.
- Vega, S., Saucedo, D., Rodrigo, D., Pina, C., Armero, C. & Martinez, A. (2016). Modeling the isothermal inactivation curves of *Listeria innocua* CECT 910 in a vegetable beverage under low-temperature treatments and different pH levels. *Food Science and Technology International*, 22(6): 525–535.
- Vitas, A.I., Aguado, V., Garcia-Jalon, I. (2004). Occurrence of *Listeria monocytogenes* in fresh and processed foods in Navarra (Spain). *International Journal of Food Microbiology*, 90: 349–356.
- Von Breyman, J., Chaves, C. & Arias, M.L. (2013). Análisis de la calidad microbiológica y potencial presencia de *Listeria monocytogenes* en pulpas de guanábana (*Annona muricata*), mango (*Mangifera indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) costarricenses. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63: 53–57.
- Xiong, R., Xie, G., Edmondson, A.S., Linton, R.H. & Sheard, M.A. (1999). Comparison of the Baranyi model with the modified Gompertz equation for modelling thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A. *Food Microbiology*, 16: 269–279.

## POTENCIAL DE MICOPARÁSITOS DEL SOCONUSCO, CHIAPAS, MÉXICO PARA BIOCONTROL DE ROYA DEL CAFÉ (*H. vastatrix* Berk. & Br.)

Gómez-de la Cruz, I.\* Guillén-Navarro, K., Martínez-Bolaños, M., García-Fajardo L., Gómez-Ruíz, J.  
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Km 2.5 Carretera al Antiguo Aeropuerto, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas, México. [gocri18@gmail.com](mailto:gocri18@gmail.com). Tel. 9613650469.

### RESUMEN

La roya del café (*Hemileia vastatrix*) es la enfermedad de mayor importancia económica en el cultivo de café, en el mismo ambiente de acción se encuentran diversos enemigos naturales del fitopatógeno, entre ellos los micoparásitos, término que refiere a un hongo alimentándose de otro hongo. Con el objetivo de determinar el efecto de tres cepas nativas de micoparásitos (*Simplicillium lanosoniveum* cepas CER1-530 y CER1-542, y *Acanthomyces muscarius* cepa CER1-701) y sus metabolitos, sobre la integridad estructural de uredosporas de *H. vastatrix*; mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), se comparó el efecto de la aplicación de conidiosporas de las tres cepas de micoparásitos, así como dos fracciones del sobrenadante (fracción 1=>10 kDa y fracción 2=<10 kDa) sobre las uredosporas de *H. vastatrix*. Además, se determinó el efecto de la aplicación de conidiosporas o sobrenadante de cada cepa de micoparásito sobre la germinación de *H. vastatrix*. Los resultados indican que las dos especies evaluadas tuvieron diferente efecto sobre la morfología de las uredosporas de *H. vastatrix*, además tanto el sobrenadante de *S. lanosoniveum* CER1-542, como la aplicación de sus conidiosporas, ocasionaron una evidente deformación de uredosporas, mientras que este efecto fue menos evidente cuando se aplicó *A. muscarius* CER1-701. Se determinó que las conidiosporas como el sobrenadante de *A. muscarius* disminuyen significativamente la germinación de *H. vastatrix*. Esta es la primera descripción del potencial de micoparasitosis sobre *H. vastatrix*, de tres cepas de micoparásitos aisladas en la región Soconusco, Chiapas, México.

**Palabras clave:** *Hemileia vastatrix*, *Simplicillium lanosoniveum*, *Acanthomyces muscarius*

### INTRODUCCIÓN

La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Brome, 1869) es un hongo parásito obligado que se alimenta de las hojas de café y en la planta ocasiona defoliación, pérdida de ramas (Avelino et al., 2015) o disminución de hasta 35 % de la producción.

El uso de variedades con resistencia genética combinado con control químico oportuno permite mantener bajo control a *H. vastatrix*. A pesar de esto, se requieren alternativas de control más ecológicas. El control biológico representa una alternativa, a través del uso de enemigos naturales del fitopatógeno. Al respecto, se han reportado diversos hongos alimentándose de *H. vastatrix* en campo. Esta interacción se conoce como micoparasitismo.

El género frecuentemente descrito es *Lecanicillium* spp. Algunos autores sugieren que tanto sus esporas, como el micelio (Mahfud et al., 2006) y filtrados (Esques et al., 1991; Leguizamón et al., 1989; González y Martínez, 1996) disminuyen la germinación, incidencia y severidad de *H. vastatrix* en plantas de invernadero; en campo, su establecimiento se limita por las condiciones ambientales (Esques et al., 1991), por lo que es importante estudiar el potencial de otras especies de micoparásitos y sus metabolitos para el biocontrol de *H. vastatrix*.

Se realizaron bioensayos en el Campo Experimental Rosario Izapa, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), los cuales indicaron que algunos de los micoparásitos aislados en cafetales de la región Soconusco, Chiapas, tienen potencial para micoparasitar a *H. vastatrix*, sin embargo, su efecto sobre la pústula es diferente entre cepas.

Debido a que la relación micoparasítica de estos hongos sobre *H. vastatrix* aún no se encuentra descrita y se desconoce qué efectos tienen estos micoparásitos sobre las uredosporas de este fitopatógeno; en este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de sus conidiosporas o sobrenadante de los micoparásitos sobre la germinación e integridad estructural de las uredosporas de *H. vastatrix*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el efecto de los diferentes productos de los micoparásitos sobre las uredosporas de *H. vastatrix*, las tres cepas (CERI-530, CERI-542 y CERI-701) se cultivaron en medio mínimo por 14 días a 28°C, con una hora de agitación diaria (150 rpm), esto para obtener esporas y sobrenadante. Posteriormente se separó la biomasa del sobrenadante y a este último se le hizo una ultrafiltración a 2000 rpm usando unidades de ultrafiltración Amicon® (Cat. UFC 901008) con tamaño de corte a 10 kDa. Se establecieron ocho tratamientos: conidiosporas ( $1 \times 10^5$ ) de las tres cepas, sobrenadante con peso molecular mayor a 10 kDa (fracción 1) de las tres cepas y sobrenadante con peso molecular menor a 10 kDa (fracción 2) de dos cepas (CERI-530 y CERI-542). Se aplicaron 20 µl de cada tratamiento pústulas de *H. vastatrix* que se encontraban libre de micoparasitosis. Se inocularon aleatoriamente 20 pústulas por tratamiento, el control consistió en inocular agua destilada estéril.

Las muestras (6 pústulas) de cada tratamiento fueron procesadas después de 72 horas de incubación para observarse en MEB. De cada pústula se obtuvieron fragmentos de 2mm<sup>2</sup>, los cuales se fijaron por 24 horas en una solución de formaldehído (2%) y etanol (70 %) y deshidratados en una serie de etanoles (70-100%). Las muestras se secaron a punto crítico, montadas, metalizadas y observadas en MEB.

Además, para evaluar el efecto de la aplicación de conidiosporas o sobrenadante de los micoparásitos sobre la germinación de *H. vastatrix*, se estableció un experimento factorial completamente al azar en el que se evaluaron tres cepas de micoparásitos, dos productos (conidiosporas y sobrenadante) y dos tiempos de aplicación de los productos (simultáneo a inocular *H. vastatrix* y 8 horas después). Se consideraron 12 tratamientos y un control (aplicación de medio mínimo estéril). La variable respuesta fue el número de uredosporas germinadas en 100 uredosporas observadas. Cada tratamiento tuvo tres replicas. Las uredosporas (100 µl) fueron aplicadas a una concentración de  $1 \times 10^4$  uredosporas/ml sobre placas de agua agar con 0.01% de cloramfenicol y, de acuerdo con la aleatorización, 100 µl de conidiosporas de micoparásitos a una concentración de  $1 \times 10^5$  conidios/ml o 100 µl de sobrenadante. Esas placas fueron incubadas a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  en condiciones de oscuridad durante 24 horas. Al terminar este tiempo, el número de uredosporas germinadas fueron



contabilizadas. Una uredospora se consideró germinada cuando su tubo germinativo superó la longitud de la misma. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza con ayuda del software R version 3.6.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 72 horas de la inoculación de conidiosporas y sobrenadante, se observó que *S. lanosoniveum* CERI-530 y *A. muscarius* CERI-701 formaron el típico micelio de cada especie sobre la pústula de *H. vastatrix*, mientras que la aplicación de conidiosporas y sobrenadante de *S. lanosoniveum* CERI-542 ocasionó la formación de una cubierta que deformó las uredosporas de *H. vastatrix*. Este efecto fue similar en *S. lanosoniveum* CERI-530, sin embargo, CERI-542 fue más agresiva. No se obtuvo la fracción 2 de *A. muscarius* CERI-701. Las uredosporas del control no presentaron daño alguno a este tiempo de observación.

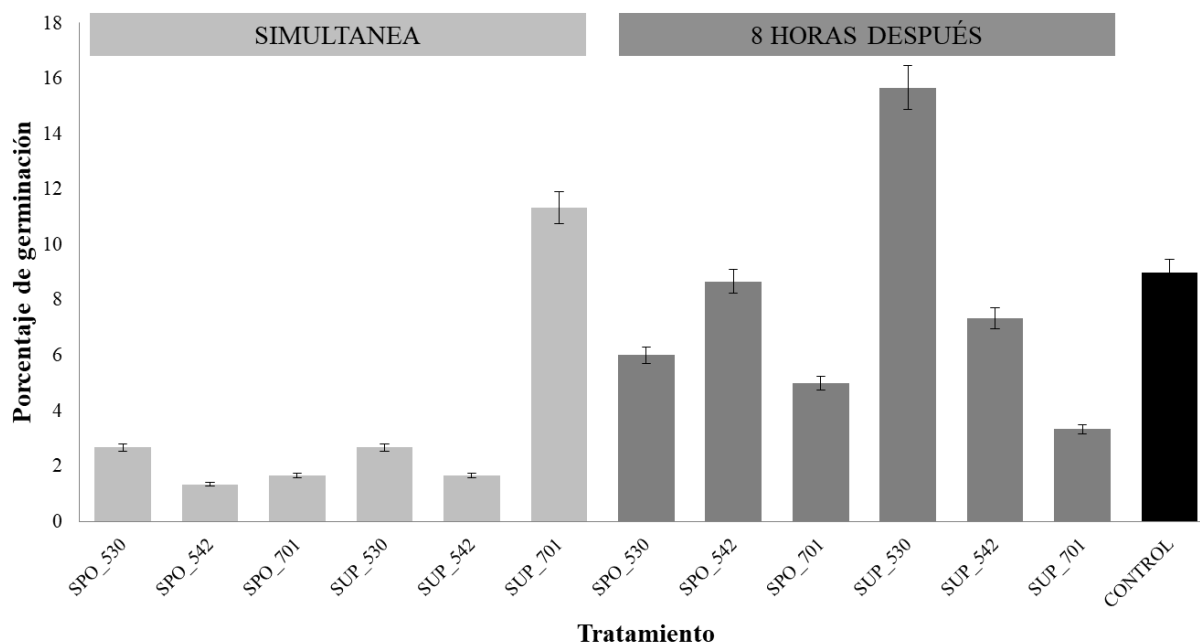
La formación micelial de los micoparásitos sobre su hospedero ha sido reportada en otras interacciones micoparasíticas como en *Lecanicillium lecanii* sobre *Uromyces dianthi* y *Puccinia recóndita* (Spencer y Atkey, 1981). También se ha reportado una ligera deformación de uredosporas de *Phakopsora pachyrizy* causadas por *Simplicillium lanosoniveum* (Ward et al., 2011). Sin embargo, la formación de una cubierta con la deformación de uredosporas causada por *S. lanosoniveum* (conidiosporas y sobrenadantes) que se observó en este estudio, no ha sido reportada previamente. Tanto la fracción 1 y 2 de *S. lanosoniveum* CERI-542 deformaron las uredosporas de *H. vastatrix*. Es posible que la fracción 2 contenga metabolitos con peso molecular menor a 10 kDa como volátiles antimicrobianos (Gomes et al., 2018), péptidos no ribosomales, policetidos o terpenoides, los cuales han sido reportados como metabolitos secundarios producidos por micoparásitos (Karlsson et al., 2017).

Además del efecto de los micoparásitos sobre la integridad estructural de *H. vastatrix*, también se determinó que los micoparásitos *per se* o sus sobrenadantes tienen efecto sobre la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*. La germinación de uredosporas fue menor cuando los tratamientos se aplicaron simultáneos a ellas. La aplicación de esporas y sobrenadante de *S. lanosoniveum* CERI-542, disminuyó significativamente ( $P < 0.001$ ) la germinación de *H. vastatrix* (menor a 2%) con relación al control (9% de germinación) cuando se aplicaron al mismo tiempo. Sin embargo la inoculación de esporas de *A. muscarius* CERI-701 redujo la germinación de *H. vastatrix* a 2 % cuando la inoculación fue simultánea a las uredosporas, pero cuando se inoculó 8 horas después de *H. vastatrix*, fue el único tratamiento que redujo la germinación a 3%.

Los resultados de este trabajo indican que las conidiosporas y sobrenadante de *S. lanosoniveum* CERI-542 redujeron significativamente la germinación de *H. vastatrix*, comparado con el control. Sin embargo, comparado con otros estudios, los tratamientos evaluados en este trabajo disminuyeron significativamente la



germinación de *H. vastatrix*, comparado con 9 aislamientos fúngicos que evaluó Haddad et al. (2014), los cuales no fueron capaces de disminuir la germinación de *H. vastatrix*. La cepa CER1.701 de *A. muscarius* disminuyó la germinación aun cuando se inoculó después de inocular *H. vastatrix*, esto sugiere que esta cepa tiene potencial para actuar en campo incluso después de la deposición de las uredosporas del fitopatógeno en las hojas de café.



**Figura 1.** Efecto de la aplicación de conidiosporas y sobrenadante de tres micoparásitos (*S. lanosoniveum* CER1-530, *S. lanosoniveum* CER1-542 y *A. muscarius* CER1-701) y dos tiempos de aplicación (simultaneo a *H. vastatrix* y 8 h. después de la inoculación) sobre la germinación de *H. vastatrix* en placas de agua agar.

### CONCLUSIONES

Se concluye que las tres cepas estudiadas en este trabajo tienen potencial para control biológico de la roya de café (*Hemileia vastatrix*), aun cuando es posible que el mecanismo de acción sea diferente entre especies. Es necesario realizar estudios posteriores para identificar sus metabolitos y su rol en el control biológico de *H. vastatrix*.

### AGRADECIMIENTOS

Irene Gómez-de la Cruz agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (702212) para relizar sus estudios de posgrado (Maestría en Ciencias).



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### LITERATURA CITADA

- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiu, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A.J. & Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): impact, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7:303-321.
- Eskes, B.A., Mendes, M.D.L. & Robbs, C.F. (1991). Laboratory and field studies on parasitism of *Hemileia vastatrix* with *V. leptobactrum*. *Café Cacao Thé*, 35(4):275-282.
- González, E. & Martínez, B. (1996). Efectividad *in vitro* de dos cepas de *Verticillium lecanii* (ZIMN) Viegas frente a *Hemileia vastatrix* Berk & Br. *Revista de Protección Vegetal*, 11(3):173-177.
- Gomes, A.A.M., Pinho, D.B., Cardeal, Z.L., Menezes, H.C., De Queiroz, M.V. & Pereira, O.L. (2018). *Simplicillium coffeanum*, a new endophytic species from Brazilian coffee plants, emitting antimicrobial volatiles. *Phytotaxa* 333(2):188-198.
- Haddad, F., Saraiva, R.M., Mizubuti, E.S.G., Romeiro, R.S. & Maffia, L.A. (2014). Isolation and selection of *Hemileia vastatrix* antagonists. *European Journal of Plant Pathology*, 139:763-772.
- Henderson, TP. (2019). La roya y el futuro del café en Chiapas. *Revista Mexicana de Sociología* 81(2):389-416.
- Karlsson, M., Atanasova, L., Jenssen, D.F. & Zeilinger, S. (2017). Necrotrophic mycoparasites and their genome. *Microbiology Spectrum*. 5(2):1-21.
- Leguizamón C.J.E., Vélez A.P.E. & González S.A. (1989). Efecto de extractos metabólicos de *Verticillium lecanii* sobre *Hemileia vastatrix*. *CENICAFE* 40(2):31-39.
- Mahfud, M.C., Mior, A.Z.A., Meon, S. & Kadir, J. (2006). *In vitro* and *in vivo* test for parasitism of *Verticillium psalliotae* Treschow on *Hemileia vastatrix* Berk. and Br. *Malaysian Journal of Microbiology*, 2(1):46-50.
- Spencer, D.M. & Atkey, P.T. (1981). Parasitic effects of *Verticillium lecanii* on two rust fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, 77(3):535-542.

## CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES EN PLANTAS DE JITOMATE SOMETIDAS A ESTRÉS BIÓTICO

Zárate-Martínez, W.<sup>1\*</sup>; González-Morales, S.<sup>2</sup>; Moreno-León, K.<sup>3</sup>; Felipe-Victoriano, M.<sup>4</sup>; Juárez-Maldonado, A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).<sup>2</sup>Cátedras CONACyT-Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.<sup>3</sup>Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <sup>4</sup>Campo Experimental Las Huastecas (CEHUAS). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).<sup>5</sup>Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. \*Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Melchor Ocampo No. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etna, Oaxaca. C.P. 68200, México. [zarate.william@inifap.gob.mx](mailto:zarate.william@inifap.gob.mx), Tel. 800 088 2222, Ext. 86206.

### RESUMEN

Se estableció un cultivo de tomate tipo Saladette, se le aplicó de forma foliar ácidos fenólicos a una dosis de 1 Kg<sup>-1</sup> ha, posteriormente fueron inoculadas con *Clavibacter* (1X10<sup>5</sup> UFC). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto sobre la capacidad antioxidante en hojas y frutos. Se encontró que inocular las plantas de tomate con *Clavibacter* incrementa la actividad enzimática, además hay mayor capacidad antioxidante en hoja que en fruto.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum*, capacidad antioxidante, Jitomate.

### INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) es un cultivo de importancia económica que se encuentra en todo el mundo. México ocupa el décimo lugar como productor de esta hortaliza (SIAP, 2017). Los patógenos bacterianos reducen el rendimiento de los cultivos, particularmente, la bacteria Gram positiva *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) causa la “marchitez” y “cancro bacteriano”, las dos enfermedades más importantes en tomate (Gartemann *et al.*, 2003). El grado de afectación por el cancro bacteriano puede ser de hasta un 100 % (Rueda-Barrientos *et al.*, 2017). Debido a la resistencia que los microorganismos han desarrollado a los antibióticos, se han buscado nuevos compuestos con capacidad de inhibir el desarrollo de patógenos (Daferera *et al.*, 2003). Existen reportes del uso de compuestos fenólicos como inhibidores de *Botrytis cinerea* (Mendoza *et al.*, 2013). Ante condiciones de estrés aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) en la planta (Mittler *et al.*, 2004). Es importante señalar que el daño en la planta ocurre cuando la cantidad de ROS es mayor que la capacidad antioxidante (Michalak, 2006). Ante esta situación, se planteó la siguiente investigación, para evaluar el efecto del estrés biótico en la capacidad antioxidante de las plantas y el efecto de la aplicación exógena de compuestos fenólicos para mitigarlo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Establecimiento del cultivo

El Presente trabajo se realizó en un invernadero de mediana tecnología del departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, México (25° 21'13"latitud norte y



101°01'56"longitud oeste, a 1,743 msnm). El modelo biológico empleado fue tomate tipo Saladette de la variedad Rio Fuego, se trasplantó en bolsas negras de polietileno que contenían 10 L de sustrato perlita: peat moss relación 1: 1 (v/v). El cultivo se manejó a un solo tallo, con podas de yemas axilares y deshoje. La nutrición fue administrada a través de un sistema de riego dirigido con solución Steiner (Steiner, 1961), esta fue aplicada a distintas concentraciones: 25% en etapa vegetativa, 50% en floración, 75% en amarre de frutos, y 100% en llenado y cosecha de fruto.

### Aplicación de tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de ácidos fenólicos (AF) usando como fuente el producto Defens Gr<sup>®</sup> (10 000 ppm de ácidos fenólicos). Se establecieron seis tratamientos: 1) testigo absoluto (T0); 2) aplicación de ácidos fenólicos antes de inocular *Clavibacter* (AFA); 3) aplicación de ácidos fenólicos después de inocular *Clavibacter* (AFD); 4) aplicación de ácidos fenólicos antes y después de inocular *Clavibacter* (AFAD); 5) solo aplicación de ácidos fenólicos (AF) y 6) solo inoculación con *Clavibacter* (Cmm). La aplicación foliar de ácidos fenólicos se realizó cada siete días, a una dosis de 1 kg ha<sup>-1</sup> con un total de 10 aplicaciones, esta dosis se aplicó a todos los tratamientos a excepción de (AFA) donde se manejaron tres aplicaciones a una dosis de 3.3 kg ha<sup>-1</sup> a intervalos de cinco días. La aplicación de ácidos fenólicos se inició siete días después del trasplante (ddt), a los 21 días ddt se realizó la inoculación con *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, restableciendo las aplicaciones a los 28 ddt. Las plantas correspondientes a los tratamientos con estrés biótico fueron inoculadas con *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* a los 21 ddt, a una concentración de 1X10<sup>5</sup> Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por mililitro. La bacteria *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* se aisló de plantas de tomate con síntomas atribuibles a ésta. Se obtuvo savia de las plantas colectadas mediante un macerado en mortero de porcelana. La savia fue sembrada en cajas Petri con medio de cultivo NBY reportado por Borboa *et al.* (2009). Se incubaron a 28 °C por 48 h. Posteriormente el crecimiento bacteriano fue purificado, se les realizó pruebas morfológicas y bioquímicas para su identificación. Se realizó un lavado del crecimiento bacteriano ajustando a 1X10<sup>5</sup> UFC.

### Muestras y variables estudiadas

A los 15, 31 y 92 ddt se seleccionaron plantas aleatorias, de las que se tomó la tercera hoja joven totalmente expandida, a los 90 ddt se tomaron frutos seleccionados al azar, frutos uniformes y con el mismo grado de madurez. Las muestras se congelaron a -80 °C, se liofilizaron durante 72 horas a -84 °C y 0,060 mbar en un liofilizador (Labconco<sup>®</sup>, modelo FreeZone 2.5 L, Kansas City, MO, USA). Estas muestras se molieron hasta obtener un polvo fino. En un tubo eppendorf de 2 mL, se colocaron 200 mg de tejido vegetal liofilizado, se





adicionaron 20 mg de polivinil pirrolidona y 1.5 mL de buffer de fosfatos pH 7-7.2 (0.1 M), se centrifugó a 12 000 rpm por 10 minutos a 4°C en una microcentrífuga (Labnet Int. Inc., Modelo Prism™ R). El sobrenadante fue recolectado y filtrado con una membrana de PVDF de 0.45 micras de poro (Ramos *et al.*, 2010). Se determinó capacidad antioxidante por DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) y ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)). Para hacer la determinación por DPPH se utilizó la metodología propuesta por Sykłowska-Baranek *et al.* (2012). La absorbancia se determinó en el Lector de Microplacas (Modelo ELx808™) a 540 nm. La determinación de antioxidantes por ABTS (C<sub>18</sub>H<sub>18</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>S<sub>4</sub>) se realizó por el método espectrofotométrico de Miller (1993); se determinó la absorbancia en un espectrofotómetro UV-VIS a 754 nm. Las absorbancias fueron interpoladas en las ecuaciones obtenidas de las curvas de calibración realizada con TROLOX (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) y ácido ascórbico con estándares a una concentración de 0.1 a 5 mM y 0.01 a 0.5 mg mL<sup>-1</sup> respectivamente.

### Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, una planta se consideró como unidad. Se muestreó un total de cinco repeticiones, cada repetición se conformó de dos unidades. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias según la prueba LSD de Fisher ( $p \leq 0.05$ ) en el programa InfoStat versión 2016.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer muestreo (15 ddt), se encontraron diferencias significativas en la capacidad antioxidante (ABTS) en hoja (Cuadro 1), los tratamientos AFAD, AF, y Cmm presentaron 19 % más actividad que el tratamiento testigo. Muestreos realizados en hoja a los 31 y 92 ddt y en fruto (90 ddt) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el testigo no fue diferente al resto de los tratamientos. La menor capacidad antioxidante se registró en el tratamiento AFAD. En todos los muestreos los tratamientos provocaron diferencias en la capacidad antioxidante por DPPH (Cuadro 1). A los 15 ddt la aplicación de ácidos fenólicos aumentó la capacidad antioxidante, tal como se observa en el tratamiento AFA al presentar un 19.2 % más capacidad antioxidante que el T0. A los 31 ddt, aunque hubo diferencias entre tratamientos, la aplicación de ácidos fenólicos no provocó diferencias con respecto al T0. En el muestreo (92 ddt) los tratamientos AFD y AFAD presentaron la mayor capacidad antioxidante, 22.6 y 18.5 % más que el T0. En fruto, aunque hubo diferencias entre tratamientos, el T0 no fue diferente a ningún otro tratamiento.

**Cuadro 1.** Capacidad antioxidante determinada por ABTS y DPPH en hojas y frutos de tomate con aplicaciones de ácidos fenólicos.

Tratamiento	ABTS							
	15 ddt (Hoja)		31 ddt (Hoja)		92 ddt (Hoja)		90 ddt (Fruto)	
	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC
TO	42.0 b	340.7 b	52.4 ab	696.6 ab	58.2 ab	894.6 ab	35.1 ab	137.8 ab
AFA	43.1 b	378.4 b	55.6 a	805.3 a	61.4 ab	1004.5 ab	34.6 ab	129.1 ab
AFD	42.0 b	340.7 b	49.1 ab	585.6 ab	59.3 ab	933.5 ab	34.8 ab	132.3 ab
AFAD	50.0 a	616.5 a	41.0 b	307.5 b	48.2 b	553.6 b	31.8 b	97.2 b
AF	50.0 a	616.5 a	53.4 a	731.0 a	53.5 ab	734.4 ab	40.2 a	227.3 a
Cmm	50.0 a	616.5 a	49.5 ab	598.2 ab	69.9 a	1295.2 a	35.2 ab	136.3 ab

Tratamiento	DPPH							
	15 ddt (Hoja)		31 ddt (Hoja)		92 ddt (Hoja)		90 ddt (Fruto)	
	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC	TEAC	VCEAC
TO	46.8 c	409.6 c	45.3 ab	342.2 ab	34.0 c	219.2 c	25.6 ab	393.7 ab
AFA	55.8 a	821.9 a	45.9 ab	369.9 ab	38.6 ab	433.3 ab	26.3 ab	425.4 ab
AFD	46.8 c	409.6 c	40.7 b	132.0 b	41.7 a	572.1 a	21.8 b	219.2 b
AFAD	52.2 b	658.0 b	56.7 a	865.5 a	40.3 a	508.7 a	22.2 b	235.1 b
AF	52.2 b	658.0 b	53.0 ab	695.0 ab	36.3 bc	326.3 bc	30.1 a	599.9 a
Cmm	52.2 b	658.0 b	41.2 b	155.8 b	34.6 c	227.2 c	28.5 a	524.5 a
c.v.	4.4	18.0	21.9	111.2	5.7	26.4	13.3	39.5

ABTS: (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)). DPPH: (1,1-difenil-2-picrilhidrazil). ddt: días después del trasplante.

TEAC: Capacidad Antioxidante Equivalente Trolox. VCEAC: Capacidad Antioxidante Equivalente Vitamina C. T0: testigo absoluto.

AFA: aplicación de ácidos fenólicos antes de inocular *Clavibacter*. AFD: aplicación de ácidos fenólicos después de inocular con *C.*

*michiganensis*. AFAD: aplicación de ácidos fenólicos antes y después de inocular *Clavibacter*. AF: solo aplicación de ácidos fenólicos.

Cmm: solo inoculación con *Clavibacter*. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo con la prueba LSD Fisher ( $p \leq 0.05$ ).

Los antioxidantes son compuestos que contrarrestan el estrés oxidativo causado por un desequilibrio de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Halliwell, 2006). Las plantas incrementan la producción de ROS ante tensiones ambientales. Algunos autores reportan que el contenido de compuestos fenólicos como los flavonoides (compuestos más comunes en frutas y vegetales) tienen una fuerte capacidad antioxidante, y esta capacidad antioxidante una alta correlación con sustancias fenólicas (Gaviria et al, 2012). Con esta información podemos inferir que los compuestos fenólicos son los principales responsables de la actividad antioxidante. En las hojas se encontró mayor actividad antioxidante que en los frutos, esto posiblemente se debe a que en las hojas hay mayor número de cloroplastos, las cuales desarrollan fotosíntesis, proceso que genera ROS (Blanke y Lenz, 1989). La actividad antioxidante se correlaciona positivamente con el contenido de compuestos fenólicos; tal como lo reporta Edet *et al.* (2015) que los valores de antioxidantes en frutos (Hidrofilicos) se correlacionaron significativamente con el contenido de flavonoides, compuestos fenólicos y ácido ascórbico.

## CONCLUSIONES

Inocular las plantas de tomate con *Clavibacter michiganensis* incrementa la actividad enzimática. Lo anterior indica que se activa el sistema de defensa antioxidante enzimático por efecto del estrés biótico. Al aplicar



ácidos fenólicos a estas plantas la actividad enzimática disminuye, por lo cual, podemos inferir que los ácidos fenólicos intervienen en los mecanismos de defensa enzimáticos de la planta reduciendo los niveles de estrés ocasionados por la inoculación de *Clavibacter michiganensis*.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los que participaron y apoyaron este proyecto.

## LITERATURA CITADA

- Dadali, G., Demirhan, E., & Özbek, B. (2008). Effect of drying conditions on rehydration kinetics of microwave dried spinach. *Food and Bioproducts Processing*, 86(4): 235-241
- Blanke, M. M. & Lenz, E. (1989). Fruit photosynthesis. *Plant Cell Environment*, 12(1), 31-46.
- Borboa, F. J.; Rueda, P. E. O.; Acedo, F. E.; Ponce, J. F.; Cruz, M.; Grimaldo, J. O. y García, O. A. M. 2009. Detección de *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis* en el tomate del estado de Sonora, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 32(4):319-326.
- Daferera, D. J., Ziogas, B. N. and Polissiou, M. G. 2003. The effectiveness of plant essential oils in the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*. 22: 39-44.
- Edet, E. E., Ofem, J. E., Igile, G. O., Ofem, O. E., Zainab, D. B., & Akwaowo, G. (2015). Antioxidant capacity of different African seeds and vegetables and correlation with the contents of ascorbic acid, phenolics and flavonoids. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9 (13), 454-461.
- Gartemann, K. H., Kirchner, O., Engemann, J., Gräfen, I., Eichenlaub, R. & Burger, A. (2003). *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*: First steps in the understanding of virulence of a Gram-positive phytopathogenic bacterium. *Journal of Biotechnology*, 106(2), 179-191. doi: 10.1016/j.jbiotec.2003.07.011
- Gaviria, M. C., Hernández, A. J., Lobo, A. M., Medina, C. C. & Rojano, B. (2012). Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65 (1), 6487-6495.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiol*, 141, 312-322. doi: 10.1104/pp.106.077073.
- Mendoza, L.; Yáñez, K.; Vivanco, M.; Melo, R. y Cotoras M. 2013. Characterization of extracts from winery by-products with antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Industrial Crops and Products* 43:360-364.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Michalak A. (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Pol J Environ Stud*, 15:523–53.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V. & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci*, 84. 407–412.
- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., & Breusegem, F. V. (2004). Reactive oxygen gene network of plants. *Trends Plant Sci*. 9, 490–498. doi: 10.1016/j.tplants.2004.08.009
- Ramos, S. J., Faquin, V., Guilherme, L. R. G.; Castro, E. M., Ávila, F. W., Carvalho, G. S., Bastos, C. E. A. & Oliveira C. (2010). Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite. *Plant soil environ*, 56(12), 584-588.
- Rueda-Barrientos, M. C., Martínez-Fernández, E., Villegas-Torres, O. G., Sainz-Aispuro, M. J., Peña-Chora, G., Hernández-Velazquez, V. M. & Hernández-Romano, J. (2017). Sensibilidad de la prueba de InmunoStrips® en la detección de *Clavibacter michiganensis* en tomate. *ActA Agrícola y pecuaria*. 3(2), 50-57.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Atlas Agroalimentario 2017.
- Sykłowska-Baranek, K., Pietrosiuk, A & Naliwajski, M. R. (2012). Effect of lphenylalanine on PAL activity and production of naphthoquinone pigments in suspension cultures of *Arnebia euchroma* (Royle) Johnst. *Vitr Cell Dev Biol – Plant*, 48(5), 555-564.





## CONTROL QUÍMICO *in vitro* DE LA MONILIASIS *Moniliophthora roreri* DE CACAO *Theobroma cacao* L.

Cruz-Chávez, M. A.<sup>1</sup> Martínez-Bolaños, M.<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca Ex-Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230 <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, C.P.30870, México. \*Autor por correspondencia: [ocram\\_91196@hotmail.com](mailto:ocram_91196@hotmail.com), Tel. 951 5001539.

### RESUMEN

La Moniliasis del cacao, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, es una de las principales limitantes en la producción de cacao a nivel mundial. En México se reportan pérdidas superiores al 50% en la producción. El manejo de la enfermedad se sustenta en estrategias de control químico y prácticas culturales. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar estrategias de control químico *in vitro* para el control de la Moniliasis. El estudio, se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Rosario Izapa, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con sede en Tuxtla Chico Chiapas. La cepa de *M. roreri* a utilizar en el estudio fue previamente seleccionada a partir de una colección de cepas del hongo colectadas en las principales regiones cacaoteras de México y seleccionada por su mayor tasa de crecimiento y esporulación. Se evaluaron cuatro fungicidas en diferentes concentraciones: Benomilo (3000-200 ppm), Azoxystrobin – Difenconazol (1000-25 ppm), Azoxystrobin – Fludioxonil (1250-25 ppm) y Oxicloruro de Cobre (3000- 500 ppm). Se utilizó la metodología de medios de cultivo envenenados (PDA) y se evaluó el crecimiento micelial del hongo en cada uno de los tratamientos. La efectividad de cada uno de los tratamientos se determinó a través de Efectividad de Abbot. Los resultados indicaron que los mayores valores de efectividad para el control de *M. roreri* se obtuvieron con el uso de benomil en dosis de 3000 ppm (99.7%) y Azoxystrobin – Difenconazol en 100 ppm (93.59%).

Palabras claves: Cacao, Moniliasis, Control químico.

### INTRODUCCIÓN

La Moniliasis del cacao causada por *Moniliphthora roreri* Cif y Par es la principal enfermedad en este cultivo (Torres-de la Cruz *et al.*, 2011). Las pérdidas ocasionadas por este patógeno en México son superiores al 75 % de la producción (Torres-de la Cruz *et al.*, 2011). El control cultural ha sido el método más utilizado, sin embargo, el empleo de estrategias de control de la moniliasis es escaso debido principalmente a la falta de productos seleccionados por su efectividad sobre *M. roreri*. El objetivo de este trabajo fue evaluar estrategias de control químico para la Moniliasis del cacao *in vitro*, en búsqueda de alternativas para su manejo en campo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología del INIFAP, Campo Experimental Rosario Izapa. La cepa del hongo a utilizar se tomó de una colección establecida en el laboratorio y previamente seleccionada por su mayor tasa de crecimiento y esporulación, en relación a otras cepas de *M. roreri* colectadas. La cepa CERI-3682 de *M. roreri* se incubó en medio papa-dextrosa-agar (PDA) durante ocho días; después del periodo de incubación, la evaluación de la efectividad biológica *in vitro* de fungicidas se realizó mediante la

metodología de cultivos envenenados. En matraces volumétricos se preparó medio de cultivo agar dextrosa sabouraud (ADS); posterior esterilización en autoclave (120 libras x 15 minutos) y después de que el medio de cultivo se atemperó a aproximadamente 45° C (Zavala-León *et al.*, 2005), se adicionaron los diferentes tratamientos (Cuadro 1) y se homogenizó el medio de cultivo para posteriormente vaciar el contenido en placas Petri. Se consideraron cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos (dosis). Sobre el medio de cultivo de cada tratamiento se colocaron discos de crecimiento micelial (5 mm de diámetro) de la cepa seleccionada de *M. royeri*, con 15 días de crecimiento. Las placas con el hongo se incubaron a 25±2°C y de cada tratamiento se evaluó el crecimiento radial diario (mm, en dos ejes) para cada una de las repeticiones con ayuda de un vernier digital. Las evaluaciones se realizaron hasta que el hongo cubrió la totalidad del medio de cultivo en alguno de los tratamientos. El estudio se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial y cuatro repeticiones; los factores fueron los fungicidas y las dosis. Se determinó la efectividad de cada fungicida mediante fórmula de Abbott (1925). Los valores de crecimiento diario del hongo se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias entre tratamientos (Tukey; P≤0.05) mediante el programa estadístico SAS (SAS Institute, Inc., 2010).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tratamientos a base de benomil se observó una correlación entre el incremento de concentración del producto y el porcentaje de reducción del crecimiento micelial del hongo. Para el caso de Azoxystrobin +Difenoconazol y Azoxystrobin + Fludioxonil, las dosis superiores a 250 ppm inhibieron totalmente el crecimiento micelial de *M. royeri*; solo dosis menores permitieron un crecimiento máximo del patógeno de 14.14% 6.65%, respectivamente (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Crecimiento micelial de *M. royeri* en diferentes concentraciones de Benomilo, Azoxystrobin + Difenoconazol 50% WG, Azoxystrobin + Fludioxonil 50% WG y Oxiclورو de cobre.

Fungicida	Dosis (ppm)	Crecimiento (%)	Dosis (ppm)	Crecimiento (%)
Benomilo	3000	0.25	800	40.04
	2500	13.67	600	44.54
	2000	6.73	400	66.38
	1500	44.25	200	60.76
	1000	30.47		
	1000	0	100	13.18
Azoxystrobin +Difenoconazol	750	0	75	11.42
	500	0	50	6.41
	250	0	25	14.14
	125	0.02		
Azoxystrobin+Fludioxonil	1250	0.15	200	3.89
	1000	0.05	150	8.37
	750	0.1	100	6.31
	500	0.15	50	5.34
	250	1.02	25	6.66

	7000	0	2500	0
	6000	0	2000	0
<b>Oxicloruro de cobre</b>	5000	0	1500	0
	4000	0	1000	0
	3000	0	500	93.26

La mayor efectividad de benomil se observó en las dosis mayores evaluadas; concentraciones superiores a 1500 ppm mostraron efectividad superior al 80%. Dosis superiores a 75 ppm de Azoxystrobin + Difenconazol mostraron efectividad del 100% y para el caso de Azoxystrobin + Fludioxonil todas las dosis evaluadas condujeron a efectividad superior al 90%. Finalmente, las dosis evaluadas de Oxicloruro de cobre mostraron efectividad del 100%.

**Cuadro 2.** Inhibición de crecimiento micelial de *M. royeri* en diferentes concentraciones de Benomilo, Azoxystrobin + Difenconazol 50% WG, Azoxystrobin + Fludioxonil 50% WG y Oxicloruro de cobre.

Tratamiento	Concentración (gr/L o µL/L)	% Efectividad (Abbott)	Tukey (p≤0.05)	Concentración (gr/L o µL/L)	% Efectividad (Abbott)	Tukey (p≤0.05)
Benomilo	3000 ppm	99.74	0.11 d	800 ppm	59.96	17.44 b
	2500 ppm	93.26	2.90 cd	600 ppm	55.46	19.69 ab
	2000 ppm	86.33	8.89 cd	400 ppm	33.63	23.34 ab
	1500 ppm	80.31	8.48 ac	200 ppm	39.24	28.86 ab
	1000 ppm	69.53	19.05 b			
Azoxystrobin + Difenconazol	1000 ppm	100	0b	100 ppm	93.59	2.52b
	750 ppm	100	0b	75 ppm	88.58	4.49b
	500 ppm	100	0b	50 ppm	86.83	5.50b
	250 ppm	100	0b	25 ppm	85.54	6.12b
	125 ppm	99.98	0.10b			
Azoxystrobin + Fludioxonil	1250	99.89	0.02b	200	96.12	1.52b
	1000	99.85	0.03b	150	91.64	2.38b
	750	99.88	0.02b	100	93.70	2.47b
	500	99.92	0.01b	50	94.67	2.09b
	250	99.86	0.02	25	93.35	2.61b
Oxicloruro de Cobre	7000 ppm	100	0b	2500 ppm	100	0c
	6000 ppm	100	0b	2000 ppm	100	0c
	5000 ppm	100	0b	1500 ppm	100	0c
	4000 ppm	100	0b	1000 ppm	100	0c
	3000 ppm	100	0b	500 ppm	32.53	31.20b

A pesar de la respuesta favorable al uso de benomil para lograr la inhibición de *M. royeri*, se considera necesario su evaluación in vivo debido a que se ha documentado que el uso del benomil dentro de programas de manejo de la moniliasis no genera diferencias estadísticas con respecto al manejo cultural implementado por los productores (Sánchez *et al.*, 2003). La respuesta fungicida del benomil observada en dicho estudio es



similar a la reportada por (Gviria *et al.*, 2013) para el control *in vitro* de los ascomicetos *Colletotrichum gloeosporioides* y *C. acutatum*.

Cada uno de los fungicidas químicos probados en este estudio tiene un modo de acción único a nivel bioquímico. Análogos de estrobilurina, como Azoxystrobin, inhiben la respiración mitocondrial por bloqueo de la transferencia de electrones en el citocromo bc1 complejo (Brandt *et al.*, 1988; Anke, 1995). p, estos fungicidas podrían incorporarse en un programa de manejo de enfermedades que minimizaría el riesgo de desarrollo de resistencia por *M. roreri*, y al mismo tiempo, maximizar el control de la enfermedad.

## CONCLUSIONES

los fungicidas de origen químico provocaron efectividad por encima del 70 % ante el crecimiento de *M. roreri*. Benomilo mostró efectividad de 99.74 % en dosis de 3000 ppm y Azoxystrobin+ Difenconazol efectividad de 93.59 % en dosis de 100 ppm que podrían incorporarse en un programa de manejo de la enfermedad.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento del proyecto “Desarrollo de innovaciones tecnológicas para el manejo integral sustentable del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, La cual forma parte la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Anke, T., 1995. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. *Can. J. Bot.* 73 (Suppl. 1), S940–S945.
- Brandt, U., Schagger, H., von Jagow, G., 1988. Characterization of binding of the methoxyacrylate inhibitors mitochondrial cytochrome c reductase. *Eur. J. Biochemist.* 173, 499–505.
- Gviria Viviana, Luis fernando, Hoyos Alegria (2013). Evaluacion in vitro de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla, Corpoica ciencia tecnologia agropecuaria, 67-74
- Torres-de la Cruz M, (2011). Temporal progress and integrated management of frosty pod rot (*Monilophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans *et al.*), of cocoa (*Theobroma cacao*) in Tabasco, Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 93:31-36.
- Sánchez F.L., Gamboa, E., y Rincón, J. 2003. Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. *Rev. Fac. Agron.* 20 (2): 188-194.
- Zavala LMJ, T. S. (2005). Control postcosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Sacc. a fungicidas organosintéticos. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 11:251-255.



## INDICADORES DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL SISTEMA HORTOFRUTÍCOLA EN MÉXICO

Guzmán-Pantoja, L.E.<sup>\*a</sup>; Villalobos-Delgado<sup>a</sup>, L.H.; Guadarrama-Mendoza, P.C.<sup>a</sup>; Valadez-Blanco, R.<sup>a</sup>; Santiago-Gómez, M.P.<sup>a</sup>; Bowater, R.J.<sup>b</sup>; Acevedo-Hernández, D.A.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca, C.P. 69000, México.

<sup>b</sup> Investigador independiente, Sartre 47, Acatlima, Huajuapán de León, Oaxaca, C.P. 69004, México

### RESUMEN

La medición de la calidad de frutas y hortalizas de consumo en fresco constituye una base fundamental en la toma de decisiones para su mejora continua. Para analizar a la calidad en el sector productivo, resulta necesario el uso de indicadores. En el presente trabajo, se presentan los diferentes indicadores más utilizados para estimar la calidad intrínseca y extrínseca de productos hortofrutícolas. Se utilizaron tres tipos de fuentes de información en calidad e inocuidad (FAO, FAOSTAT y SIAP), así como también se consultaron base de datos, reportes técnicos e investigaciones de instituciones afines a la agroindustria. Los resultados exponen que la fuente de los problemas de la gestión de la calidad, no corresponde a la omisión de los indicadores en la toma de decisiones de la calidad del producto, más bien se centra en la desarticulación entre los responsables de la calidad, en algunos casos a la falta de infraestructura y a la falta de capacitación.

Palabras claves: Características de calidad, frutas, hortalizas, indicadores de calidad, gestión de la calidad.

### INTRODUCCIÓN

#### Producción mundial de frutas y hortalizas frescas

La producción mundial de frutas y hortalizas frescas se estimó en 2,751,762 425 de toneladas en 2018, de las cuales 297, 596,674.0 y 1,111,126,942 de toneladas corresponden a las hortalizas y frutas, respectivamente (FAOSTAT, 2018a; FAOSTAT, 2018b). México participa con 16,173, 812 Ton de producción mundial de hortalizas y 22,768, 278 de frutas. Entre las frutas destacan la naranja, limón, plátano, aguacate, ciruela, mango, naranja y sandía. En las hortalizas producidas se distingue el tomate rojo, cebolla y pepino (SIAP, 2018). Los países que exportan hortalizas frescas son China, seguido de México y de Países Bajos (FAOSTAT, 2018).

La comercialización de productos agroalimentarios cuenta con medidas que permiten conservar la calidad de los productos, en este sentido la Comisión del Codex Alimentarius establece una serie de normas que garantizan la correcta comercialización en el mercado internacional, de frutas y hortalizas para consumo en fresco asimismo recomienda buenas prácticas para el envasado y transporte (aéreo, terrestre y marítimo) incorporando las especificaciones para su almacenamiento, empaque y/o refrigeración (SIAP, 2019).

Por otra parte, la producción en México de frutas y hortalizas para consumo en fresco se caracteriza por su alta dispersión territorial, bajo nivel de incorporación tecnológica esto en ciento lugares, dificultades en el destino de fuentes de financiamiento, falta de capacitación y organización del capital humano para la adecuada comercialización (Guzmán et al., 2008) y, por lo general, por la poca participación con el consumidor final, que en tiempos contemporáneos es parte vital de la mejora continua y gestión de la calidad (ISO, 2018a).

La hortofruticultura contribuye a la seguridad alimentaria y a la mejora de la situación nutricional de la población (Olney et al., 2015), observándose que a medida que se dinamiza el sector, tanto para el abastecimiento de los mercados de abastos, como para de los mercados de exportación son importantes las prácticas de gestión de calidad de los productos durante la cadena productiva.

### **Tendencias en el consumo**

Los sistemas agroalimentarios siempre van cambiando en función al consumidor quien es el principal promotor de desarrollo en la oferta de alimentos. Factores como la urbanización, el crecimiento demográfico, la búsqueda del incremento en los ingresos y el estilo de consumo, entre otros aspectos, han enfocado el desarrollo de alimentos al mercado individual (Seto y Ramankutty, 2016), lo cual genera el desarrollo de nuevos productos, la variabilidad de la oferta, y a la generación de oportunidades para los productos con alto valor agregado, entre éstos las frutas y las hortalizas de consumo en fresco frescas (López-González y Alarcón-Osuna, 2017).

Tanto los procesos de acondicionamiento como los de transformación generan valor agregado a las frutas y hortalizas, por ejemplo, los procesos de acondicionamiento hacen que el consumo del producto sea fácil (precortados, porciones individuales, listas para cocinar o listos para consumir).

Las frutas y hortalizas sujetas a procesos de acondicionamiento para su consumo en fresco resultan de un proceso de inversiones para colocar los productos en tiempo y forma en el lugar de demanda del consumidor, razón por la cual los adelantos tecnológicos junto con la evolución del comercio mundial de alimentos de mayor valor exige desarrollar el mercado, aumentar la productividad, la investigación, la aplicación de tecnologías en campo y poscosecha, así como mantener la gestión de la calidad y seguridad alimentaria en toda la cadena productiva (Alexander-Kasriel, 2016).

### **Componentes de la calidad de productos hortofrutícolas**

Según la norma ISO 9000 (2015), la calidad es el conjunto de características implícitas de un producto que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades de los consumidores. La satisfacción del consumidor se logra cumpliendo sus necesidades y expectativas en un ambiente comprometido con la mejora continua, la eficiencia y eficacia del proceso productivo. Desde el punto de vista de los productos agroalimentarios, de acuerdo a la FAO (2020), la calidad específica se considera como una característica de los alimentos que determina su valor o aceptabilidad por los consumidores que puede estar relacionada con la composición, los métodos de producción o la comercialización, lo que permite diferenciar el producto.

Las características generales de la calidad de un alimento pueden relacionarse con diferentes componentes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Componentes generales de la calidad de un alimento

Características	Componente de la calidad
Relacionadas con el alimento	Calidad higiénica/inocua
	Calidad nutricional
	Calidad organoléptica
	Funcional
Relacionadas con la calidad de uso	Facilidad de empleo Capacidad de conservación
Relacionadas en la calidad psicosocial o subjetiva	Satisfacción, placer

Fuente. Organización Internacional de Normalización. ISO 9004:2018 (ISO, 2018a)

Este componente y otros no especificados en el cuadro definen las posibilidades de satisfacer las necesidades del consumidor por lo que es importante conservarlos y mejorarlos continuamente mediante un sistema de control, desde las labores del cultivo hasta que el producto llegue al consumidor, principalmente en garantía de la inocuidad y conservación de las propiedades nutrimentales de las frutas y hortalizas.

En la gestión internacional de alimentos la certificación de la calidad cuenta con un marco regulador normativo del *Codex alimentarius* (ISO, 2018b), con lo cual la industria de frutas y hortalizas debe dar garantías al consumidor sobre que el alimento no implica riesgo para su salud, que el contenido es correspondiente con la oferta que presenta el etiquetado (genuino) y que le permite discernir entre lo nutritivo y lo que puede causarle problemas de salud (composición nutricional), asimismo la regulación normativa puede ayudar a controlar las pérdidas poscosecha, que son el resultado de diversos factores como los fallos del manejo de productos hortofrutícolas durante la cadena productiva, las cuales se estiman en aproximadamente un tercio de la producción mundial.

También se reconoce que la evaluación y el control de la calidad al ser de carácter público deben estar bajo la gestión de órganos de normalización, una opción es el aseguramiento de la calidad que puede realizarse a través de normas públicas o privadas, de carácter obligatorio o voluntario. Los sistemas de aseguramiento de la calidad, como las buenas prácticas de manufactura (BPM), los procedimientos operativos estandarizados de sanitización (POES), y el análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC), deberán estar definidos por las empresas.



En el presente trabajo se hace un análisis sobre el estado actual en México de los indicadores de la calidad de frutas y hortalizas comercializadas para su consumo en fresco y discutir si son tomados en cuenta como un mecanismo para evitar la contaminación en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el desarrollo del presente trabajo se revisaron las fuentes de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Las fuentes principales fueron el perfil de la producción mundial de frutas y hortalizas que reporta la FAO, mediante el enlace <http://www.fao.org/faostat>. Datos complementarios en especial para la conformación del estado de la gestión de la calidad y los indicadores en frutas y hortalizas fueron considerados a partir de los aportes documentados del SIAP de la SAGARPA, a través de las bases interactivas de estadísticas que contienen en sus páginas oficiales en internet.

En una primera parte se establecieron los fundamentos estructurales de la gestión de la calidad de frutas y hortalizas en México y se registraron datos con el fin de evaluar el estado reciente. En una segunda parte se identificaron los más comunes y actuales indicadores de calidad de frutas y hortalizas de consumo en fresco para el caso de México.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **Importancia y situación actual de la gestión de la calidad en el sector Hortofrutícola en México**

La comercialización de frutas y hortalizas frescas principalmente en los supermercados ha generado exigencias en materia de calidad, así como en inocuidad, nutrición, empaques, volúmenes y relación precio-calidad (Avendaño-Ruiz, 2006), lo que ha generado nuevas prácticas de coordinación y comunicación entre el productor, el proveedor y el cliente, prácticas que reducen la cadena de intermediación y los riesgos que impactan en la seguridad y calidad del alimento (Pérez-Souza, 2017). La reflexión en que vale la pena detenerse, en consideración de las características de calidad de los sistemas de producción de frutas y hortalizas es si están preparados los productores y comercializadores para permanecer en los mercados altamente competitivos y reglamentados, donde el concepto de calidad involucra atributos intrínsecos del producto (funcionalidad, apariencia, valor nutricional, etc.), su aseguramiento y, una permanente ocupación de los sistemas de producción, métodos de poscosecha, métodos de procesamiento, así como consideraciones ambientales y éticas, aunque desde el siglo XIX ha incrementado en alguna forma la ejecución de sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad de alimentos, lo que ha impulsado la aplicación práctica del manejo





poscosecha, con el objetivo de lograr una mayor eficiencia en la cadena, mantener y maximizar la calidad y la inocuidad de los productos.

### **Gestión de la calidad en el manejo poscosecha de frutas y hortalizas frescas**

Teniendo en cuenta que el proceso de logística consiste en llevar productos, producidos con buenas condiciones de calidad, y entregarlos en buenas condiciones de calidad, en el tiempo justo y con una optimización de los costos, y que si los productos son de baja calidad no importa qué tan eficientes son los procesos de la logística, el cliente recibirá productos de baja calidad, es importante vigilar y controlar los procesos utilizados para determinar la calidad de un producto hortofrutícola, haciendo un análisis tanto de los indicadores técnico científicos de calidad como de las relaciones existentes entre los procesos de normalización, de certificación de los atributos de calidad y de acreditación de los sistemas necesarios para la ejecución exitosa de programas de aseguramiento de la calidad e inocuidad.

Diversos factores de logística de los alimentos se traducen en productos de calidad que llegan al consumidor. En este sentido, algunos adelantos tecnológicos en materia de poscosecha han permitido tener éxito en los procesos de logística y de gestión de la calidad, por ejemplo, las tecnologías en el transporte han permitido exportar frutas en condiciones especiales de temperatura y humedad relativa. También se ha logrado reducir el tiempo empleado en las operaciones de logística como resultado de la eficiencia en los procesos de selección, clasificación y optimización de los sistemas de carga y descarga de embalajes con alimentos.

Asegurar la calidad de un producto hortofrutícola significa que el consumidor tendrá un producto con las características que responde a sus expectativas. El proceso de aseguramiento de productos hortofrutícolas comienza en el momento en que se selecciona la variedad y continúa en toda la cadena productiva, vigilando las características de sabor, aspectos nutricionales, textura, vida poscosecha, carácter perecedero, etc.

La importancia de la calidad de frutas y hortalizas frescas ha llevado al establecimiento de normas y documentos públicos, de cumplimiento voluntario, en donde se establecen las especificaciones de los atributos de calidad, de los procesos de producción, transformación y adecuación sí como las tecnologías poscosecha que deben utilizarse, etc., dirigidas a mejorar la calidad (PAHO, 2016b). Estas directrices facilitan el comercio y un claro entendimiento entre los interesados de la calidad de frutas y hortalizas en fresco durante toda la cadena productiva. Lo anterior, ha dado origen a la ejecución de programas de aseguramiento de la calidad e inocuidad con el objetivo de garantizar y certificar los atributos deseados en el producto, mediante documentos normativos, la inspección de la aplicación de las normas y otorgando garantía de estos atributos a través de una marca, sello o certificación (Aung and Chang, 2014). La reglamentación, de conformidad con las normas

del Codex, ha incluido el Sistema de APPCC y los aspectos relacionados con la legibilidad y el carácter informativo del etiquetado como elementos reglamentarios que debe cumplir un producto alimenticio para que pueda ser comercializado.

Estos procesos de garantía de la calidad se efectúan con el cumplimiento voluntario de la gestión de la calidad (Serie total ISO 9000), el respeto ambiental (ISO 14000), de consideraciones éticas, certificaciones de origen, certificaciones de producto como productos orgánicos, etc.

El manejo poscosecha del producto es una de las estrategias útiles en el mantenimiento de la calidad que se obtiene en el campo, y como elemento de diferenciación y generación de oportunidades de mercado. En este sentido ha resultado importante para todo productor analizar las causas primarias de deterioro de la calidad del producto, así como el impacto que tienen en el deterioro de la calidad los sistemas inapropiados de manejo del producto durante las fases de la cosecha y poscosecha (transporte factores que afectan los procesos biológico/fisiológico/mecánico/físico como la respiración, transpiración, generación de etileno, procesos directamente relacionados con la senescencia, que son, empaque, almacenamiento, etc.).

La tecnología en las fases de producción, cosecha y poscosecha de unos productos tiene como objetivo fundamental dar lugar a un producto de una determinada calidad, y todas las acciones complementarias se limitan a conservar, mantener y maximizar los atributos de la calidad del producto.

### **Indicadores que sirven como medida de la calidad de frutas y hortalizas de consumo en fresco**

Los atributos de la calidad de un producto, que permiten satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores (y de los demás actores de la cadena) se dividen en atributos relacionados directamente con el producto (atributos del producto) y atributos de la calidad relacionados con la producción y la elaboración, llamados atributos de proceso. Dentro de los primeros se incluyen el sabor, la apariencia, la textura, la consistencia, el olor, la inocuidad, así como aspectos funcionales del producto como vida poscosecha, conveniencia, etc. Dentro de los atributos de proceso, se incluyen, por ejemplo, la producción orgánica, preocupación por el medio ambiente, el origen del producto, etc.

A continuación, se consignan los factores que debe cumplir el producto hortofrutícola destinado para el consumo en fresco, los cuales son de apoyo para cada uno de los actores interesados en la producción, en el proceso de toma de decisiones de la calidad del producto.

1. Especificación de la madurez del fruto (cambios internos y su relación con los cambios en el color externo), utilizando tablas de color para estimar el estado de madurez.



2. Requisitos mínimos de consistencia, sólidos soluble totales, pH y acidez titulable, entre otros, con relación a cada grado de madurez especificado. El contenido mínimo de sólidos solubles totales de la pulpa del fruto deberá ser, como mínimo, de 12° Brix.
3. Factores que definen la aptitud del producto para el consumidor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales aptitudes de las frutas y hortalizas como productos de consumo en fresco

Factor	Característica de calidad
Forma	Frutos enteros y forma característica de la variedad
Consistencia	Aspecto fresco y consistencia firme
Sanidad	Sano, exento de daños por insectos y/o enfermedades, que perjudiquen la calidad interna
Integridad	Exento de fisuras, daños mecánicos, humedad externa anormal
Frescura	Sin inicios de deshidratación
Olores y sabores extraños	Exentos de cualquier olor y sabor extraño
Materiales extraños	Exento de materiales extraños
Inocuidad	Exento de contaminantes

Fuente. Pérez, 2018.

4. Criterios para seleccionar y clasificar, independientemente del calibre y color, al producto en las categorías extra (exento de todo defecto que perjudique la calidad interna del fruto (se aceptan manchas superficiales ocasionadas por látex, sombreadamiento, heridas), categoría I (Los defectos aceptados no deben exceder el 10% de la superficie del fruto) y categoría II (Los defectos aceptados no deben exceder en conjunto el 15% de la superficie total del fruto).
5. Tamaños presentados (expresado en peso del fruto).
6. Tolerancias de aceptación del incumplimiento de la categoría y calibre en cada unidad de empaque.
7. Uniformidad de las características de calidad, calibre y color, por cada unidad de empaque; así como características del envasado y estar compuesto únicamente por productos del mismo origen, variedad y grado de madurez.
8. El envase debe ser de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados deberán ser limpios y de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno.
9. Aclaración sobre requisitos de etiquetado.
10. En términos de inocuidad:
  - a) Niveles máximos de metales pesados establecidos por el CODEX y la directriz oficial mexicana.
  - b) Límites máximos para residuos establecidos por el CODEX y la directriz oficial mexicana.
  - c) Aplicación del Código Internacional Recomendado de Principios de Higiene de los Alimentos, textos del CODEX y la directriz oficial mexicana.

11. Especificación sobre el tamaño de la muestra para evaluar los criterios de calidad.
12. Métodos para determinar cada criterio de calidad (cuantitativo). Métodos para la determinación del peso, consistencia, contenido de pulpa, SST, pH, acidez titulable.

Por lo general, se observa que la calidad alimentaria tiene que ver con la ausencia de daño biológico, químico y físico, así como con la calidad sensorial, nutricional, fisiológica (alimentos que prometen salud) y requerimientos de calidad en el proceso (uso). Otros autores señalan que la tecnología seleccionada y factores como la Infraestructura, proceso tecnológico, mercado, servicios, equipo, localización, costos y dirección, afectan la calidad y la competitividad de las industrias alimentarias.

Los atributos de la calidad, como su valor nutricional o la presencia o ausencia de contaminantes microbiológicos de un producto hortofrutícola, generalmente no pueden determinarse sobre la base de la percepción del producto, pero pueden ser comunicados mediante un indicador externo, como un sello o una certificación. Lo mismo sucede con otros atributos de proceso, como el impacto ambiental de ciertas prácticas de producción, que sólo pueden reconocerse a través de un indicador externo.

### **Situación actual de las capacidades institucionales mexicanas para abordar la calidad poscosecha en el sector hortofrutícola**

Después de que se ha logrado obtener productos de calidad, las siguientes actividades practicadas en México se enfocan en los procesos de manejo poscosecha y en la gestión de la comercialización, en las que la prioridad es mantener la calidad e inocuidad de los productos. Las dificultades detectadas en estudios realizados en centrales de abastos de México, destaca la carencia de criterios de calidad al momento de recibir mercancías y destinar más rápido a los productos con calidad comprometida (AVQ Consultoría Integral, S.C., 2012), en otros ambientes productivos y de comercialización, privados o públicos, se reportan las dificultades que tiene que ver con los mecanismos de poscosecha, disponibilidad de información entre los responsables de la calidad, la capacitación a diferentes actores de la cadena, así como la infraestructura.

Una gran parte de la cadena de valor de diversas frutas y hortalizas se encuentra desarticulada, por ejemplo, se destaca que los problemas sobre la calidad y que impactan la competitividad de la cadena del mango mexicano son la insuficiente aplicación de los procesos poscosecha y la baja calidad de origen por escasa sintonía entre los productores y empacadores sobre los estándares de calidad, principalmente.

Para el mantenimiento de la calidad e inocuidad de un producto durante su manejo poscosecha existe la Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009 que establece los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene





que deben observarse en el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo de su proceso.

Entre las herramientas útiles para conservar la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas destacan las innovaciones relacionadas con el establecimiento de índices objetivos de cosecha, la optimización de las técnicas de cosecha, la optimización de los sistemas de selección, clasificación y embalaje para lograr mayor funcionalidad, la introducción de sistemas de enfriamiento rápido, la normalización de empaques y embalajes, la mejora de los sistemas de almacenamiento en frío en los sistemas de transporte (cobertores de lona y carpas térmicas para proteger el producto), entre otras.

La aplicación de tratamientos poscosecha destinados a reducir las pérdidas de agua (como el curado, el uso de ceras y de películas plásticas), los tratamientos diseñados para reducir los daños causados por el etileno, tratamientos para evitar el deterioro de la calidad debido a la presencia de hongos y enfermedades (tratamientos con agua caliente y vapor, etc.), representan oportunidades que ofrece la tecnología poscosecha para mantener y maximizar la calidad e inocuidad a lo largo de la cadena de manejo del producto.

### **Oportunidades para el sistema hortofrutícola en gestión de calidad**

Entre las oportunidades para el sector hortofrutícola en gestión de la calidad, la mejora continua de la cadena de valor es la más importante para la diferenciación de un producto y se integra dinámicamente con la innovación y el desarrollo tecnológico poscosecha abriendo nuevas perspectivas a la producción y a la exportación de frutas y hortalizas de calidad e inócuas.

De la mano con la mejora continua, la exportación de productos frescos en los países desarrollados, toma en cuenta la contribución de la tecnología poscosecha, que permiten que los productos lleguen a mercados distantes. Por otra parte, la creciente adopción de normas y reglamentaciones por parte de los mercados importadores, principalmente respecto del tema de la inocuidad de los productos frescos, ha estado acompañada por importantes adelantos en los métodos de reducción de los riesgos de contaminación microbiológica. Y también en este caso puede hablarse de oportunidades ofrecidas por la tecnología para canalizar oportunidades de mercado.

Otra oportunidad en gestión de calidad es la permanencia en el mercado con un producto de calidad e inocuo.

Actualmente México cuenta con áreas de oportunidad en la investigación, revaloración, conocimiento, promoción y conservación de los recursos genéticos de frutas y hortalizas. En términos de calidad se ha observado que este sector se caracteriza por bajos niveles de productividad en pequeños productores puesto



que una gran parte de la cadena de valor se encuentra desarticulada, destacando que los pequeños productores obtienen bajos rendimientos debido, respecto a la gestión de la calidad, a la falta de labores culturales, disponibilidad insuficiente de agua para riego, bajo equipamiento tecnológico.

### CONCLUSIONES

Los indicadores más empleados en el sector hortofrutícola de México para medir la calidad del producto son de carácter universal y los responsables de la calidad, dependiendo de la empresa, los han adoptado a las condiciones de los mercados productivos.

En México, la producción de frutas y hortalizas de calidad, dependiendo de la organización, está asociada a tecnologías que se aplican en cada fase de los procesos de producción, cosecha y poscosecha.

En centrales de abasto se promueve las buenas prácticas para ofrecer mejor calidad a consumidores y mejoran la imagen y la percepción sobre la seguridad, higiene y calidad de los productos.

Las tecnologías poscosechas en el sector hortofrutícola han permitido obtener productos hortofrutícolas competitivos en los mercados internacionales.

México cuenta con la NOM-251-SSA1-2009, que establece que las instalaciones con actividades agroalimentarias deben de implementar de forma obligatoria un paquete de programas de pre-requisitos para el manejo y distribución de alimentos, los cuales procuran las condiciones mínimas operativas para conservar la calidad y evitar la presencia de peligros físicos, químicos y biológicos en alimentos.

Dentro de los problemas que requieren mayor atención destacaron la falta de mejora continua en la obtención de frutos de calidad, con una mejora en la calidad se elevaría el valor del producto, no se interrumpirían los estudios de mercado para nuevos productos y subproductos.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Tecnológica de la Mixteca por el apoyo al presente trabajo.

### LITERATURA CITADA

Alexander-Kasriel, D. (2016). Update on our top 10 global consumer trends for 2016. Ch. 22. Greener Food. Euromonitor International.

Aung, M.M. & Chang, Y.S. (2014). Traceability in a food supply chain: quality y safety perspectives. Food Control, 39: 172-184.



- Avendaño-Ruiz. (2006). La inocuidad alimentaria en México: las hortalizas de exportación. Universidad Autónoma de Baja California, México. Miguel Ángel Porrúa, Librero Editor, 224 pp. ISBN: 970-701-751-1.
- AVQ Consultoría Integral, S.C. (2012). Estudio para el desarrollo de un esquema de gestión para centros de abasto en México. Reporte final, Vol. 3, 182 pp.
- FAO. (2020). Calidad específica: un método voluntario de diferenciación de un producto. Consulta: 20 de septiembre de 2020. <http://www.fao.org/in-action/quality-and-origin-program/background/what-is-it-specific-quality/es/>.
- FAOSTAT. (2018a). Producción anual de frutales. Consulta: 19 de septiembre de 2020. <http://www.fao.org/faostat>.
- FAOSTAT. (2018b). Producción anual de hortalizas. Consulta: 19 de septiembre de 2020. <http://www.fao.org/faostat>.
- Guzmán, E., Gómez, R., Pohlan, A. J., Álvarez, J., Pat, J. & Geissen, V. (2008). La producción de papaya en Tabasco y los retos del desarrollo sustentable. *El Cotidiano*, 23(147): 99–106.
- ISO. (2015). Organización Internacional de Normalización. ISO 9001:2015. Sistema de gestión de la calidad. Requisitos. Suiza: Secretaría Central de ISO. 87 p.
- ISO. (2018a). Organización Internacional de Normalización. ISO 9004:2018. Quality management. Quality of an organization. Guidance to achieve sustained success. Consulta: 19 de septiembre de 2020. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9004:ed-4:v1:en>
- ISO. (2018b). Organización Internacional de Normalización. ISO 22000: 2018. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.
- López-González, F. y Alarcón-Osuna M.A. (2018). Cambio generacional del consumo de frutas y verduras en México a través de un análisis de edad-periodo-cohorte 1994-2014. *Población y salud en Mesoamérica*, 15(2): 1-13. Consulta: 14 febrero 2020). <https://doi.org/10.15517/psm.v15i2.28458>.
- PAHO. (2016b). Pan American Health Organization nutrient profile model. ISBN 978-92-75-11873-3. <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/18621>.
- Pérez, C.O.A. (2018). Análisis de la cadena productiva del arándano en México y Chile. *Revista Mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 12(13): 3-62.
- Pérez-Souza, V.A. (2017). Normatividad vigente en México aplicada a la inocuidad de los alimentos. Legiscomex, México. Consulta. 18 de septiembre de 2020.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

<https://www.legiscomex.com/Documentos/NORMATIVIDAD-MEXICO-INOCUIDAD-ALIMENTOS-VIRGINIA-PEREZ-ACTUALIZACION>.

Olney, D.K.; Pedehombga, A.; Ruel, M.T.; and Dillon, A. (2015). A 2-year integrated agriculture and nutrition and health behavior change communication program targeted to women in Burkina Faso reduces anemia, wasting, and diarrhea in children 3–12.9 months of age at baseline: a cluster-randomized controlled trial. *Journal of Nutrition*, 145(6): 1317–1324. doi:10.3945/jn.114.203539. <http://jn.nutrition.org/content/145/6/1317>.

Seto, K.C. & Ramankutty, N. (2016). Hidden linkages between urbanization y food systems. *Science*, 352(6288):943-945. doi:10.1126/science.aaf7439. <http://science.sciencemag.org/content/352/6288/943.full.pdf>

SIAP. 2018. Servicio de información agroalimentaria y pesca, avance de siembras y cosechas. Resumen nacional perennes 2018. Riego y temporal. Consulta: 20 de septiembre de 2020. <http://www.siap.gob.mx>.

SIAP. (2019). Panorama Agroalimentario 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Primera Edición. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2020. Consulta: 19 de septiembre de 2020. <http://www.siap.gob.mx>.



## PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE GOMA TARA DE TRES ORIGENES

Huamaní-Meléndez, V.J.\*; Mauro, M.A.; Darros-Barbosa, R.

\*Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de São José do Rio Preto – São Paulo, Brasil.  
[victor.melendez@unesp.br](mailto:victor.melendez@unesp.br), Tel. +55-17-992646905.

### RESUMEN

Debido a sus propiedades reológicas, la goma Tara viene mostrándose como sustituto al uso de gomas Guar o Garrofin, exhibiendo propiedades funcionales como: emulsificante, estabilizante y modificador de viscosidad de soluciones acuosas. Para su mejor aprovechamiento, es importante conocer algunas de sus propiedades fisicoquímicas, principalmente relacionados a sus propiedades hidrodinámicas, que es el principal objetivo de la presente investigación. Para el estudio se utilizó goma tara de tres diferentes fuentes, siendo previamente purificados con isopropanol. La viscosidad intrínseca y la densidad de las soluciones, fueron determinadas usando viscosímetro capilar y densímetro DMA 4500M. Las muestras de goma tara mostraron diferentes valores de viscosidad intrínseca (12,4 – 14,1 dL g<sup>-1</sup>), con fuerte dependencia al origen de la goma. De igual manera, la masa molar, el radio hidrodinámico y el coeficiente difusivo se mostraron dependientes del origen de la goma.

**Palabras clave:** Goma Tara, propiedades hidrodinámicas, viscosidad intrínseca.

### INTRODUCCIÓN

La goma Tara obtenida a partir de semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*), es utilizada como estabilizante, espesante y emulsificante (Maier et al., 2012). Está constituido por galactomananos, con relación manosa/galactosa de 3 (Dea et al., 1977; Maier et al., 2012; Muschin & Yoshida, 2012). En solución acuosa y concentración baja (0,2 – 1,0% m/m), puede ser considerado como material viscoelástico (Yanbei Wu et al., 2015), constituyéndose una excelente alternativa al uso de gomas Guar o Garrofin.

Una de las propiedades principales de las gomas, es su capacidad de aumentar la viscosidad de una solución. Esta característica puede ser valorada usando la viscosidad intrínseca,  $[\eta]$ , explicada como el volumen ocupado por la molécula cuando le es permitido girar libremente em torno de su centro de gravedad. El valor de  $[\eta]$  puede ser determinada a partir de la viscosidad específica reducida a dilución infinita (modelo de Huggins, Ecuación 1) (Billmeyer, 1984; Gillet et al., 2017).

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left( \frac{\eta_{sp}}{c} \right) \quad (1)$$

donde,  $\eta_{sp}$  es la viscosidad específica,  $\eta_{sp} = \eta_r - 1 = \frac{\eta - \eta_s}{\eta_s}$ ,  $c$  es la concentración,  $\eta$  es la viscosidad de la solución,  $\eta_s$  es la viscosidad del solvente y  $\eta_r$  es la viscosidad relativa.

A partir de la determinación de la viscosidad intrínseca, es posible conocer otras propiedades importantes de la goma, como la masa molar, el radio de giro, la difusividad entre otras que representan valiosa información para la utilización industrial de la goma. Por consiguiente, esta investigación fue realizada con el interés de



conocer las propiedades fisicoquímicas de galactomananos de goma Tara y su comportamiento en solución acuosa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia Prima

Fueron utilizadas tres fuentes de goma Tara comercial bruta: TG-Exandal, Tara gum powder HV, lote: 1098801091620, comercializada por EXANDAL (Lima - Perú), TG-Huánuco, AGLUMIX-01 comercializada por SILVATEAM (Lima - Perú), TG-Ayacucho, comercializada por G&A AGROPRODUCTS (Lima - Perú). Las gomas fueron obtenidas por separación, mediante procesos físicos (molido tamizado), a partir del endospermo de semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*). La goma comercial cruda fue previamente purificada por precipitación con isopropanol, conforme la metodología descrita por Lopes da Silva y Gonçalves (1990).

### Determinación de las propiedades fisicoquímicas de goma Tara en solución acuosa.

La viscosidad intrínseca fue determinada utilizando viscosímetro capilar Cannon Fenske No 100 (ISO/DIS 3105, ASTM D2515). Aplicando el principio de Hagen-Poiseuille puede ser determinada la  $\eta_r$ . La masa molar viscosimétrica media,  $\bar{M}_v$ , fue determinada mediante la Ecuación de Mark-Houwink-Sakurada (M-H-S) que correlaciona la viscosidad intrínseca con la masa molar del polímero (Doublier & Launay, 1981).

La viscosidad intrínseca puede ser relacionada al radio de giro,  $\langle R_G \rangle$ , de una molécula polimérica en un solvente usando el parámetro  $\Phi$ , conocido como la relación fundamental entre  $[\eta]$  y la dimensión de una cadena de polímero flexible de Flory e Fox (Harding, 1997), para un polímero de masa molar  $M$ . Morris et al. (2008) reportaron  $2,86 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  como siendo la constante de Flory-Fox,  $\Phi$ , para galactomananos de gomas Guar e Garrofín,

El coeficiente de difusión de galactomananos a dilución infinita,  $D_0$ , puede ser determinado mediante la relación de Stokes-Einstein, considerando las moléculas como esferas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen específico parcial,  $\bar{v}$ , de soluciones acuosas de goma Tara, fue calculado conforme a la Ecuación 2, considerando el coeficiente angular presentada en la Figura 1, resultando en  $0,6509 \pm 0,0001 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ , valor próximo a  $0,6 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ , que es usualmente atribuido a los polisacáridos en solución acuosa (Durchschlag & Zipper, 1997). La temperatura tiene influencia en el valor de  $\bar{v}$ , que puede ser correlacionado por un modelo polinomial de tercera orden (Ecuación 3).

$$\frac{\partial \rho}{\partial c} = 1 - \rho_0 \bar{v} \quad (2)$$

$$\bar{v} = 0,649 - 3,866 \cdot 10^{-5}T + 5,135 \cdot 10^{-6}T^2 - 2,718 \cdot 10^{-8}T^3 \quad (3)$$

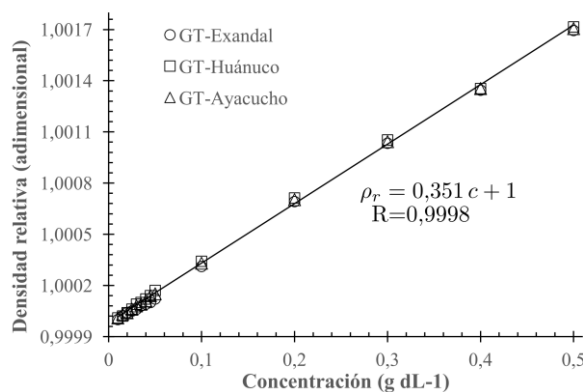


Figura 1. Densidad relativa de goma Tara de tres orígenes en función a la concentración de goma a 25 °C. La línea continua representa la regresión lineal de las gomas estudiadas.

Como presentado en el Cuadro 1,  $[\eta]$  presenta dependencia de la temperatura, siendo que, a menor temperatura mayor viscosidad intrínseca. Para goma Tara purificada Picout et al. (2002) reportaron  $[\eta] = 14,0 \text{ dL g}^{-1}$  y a su vez Sittikijyothin et al. (2005) reportaron  $[\eta] = 16,46 \text{ dL g}^{-1}$ , ambos medidos a 25 °C.. Para la goma bruta, Wu et al. (2009) reportaron valores de viscosidad intrínseca de  $14,55 \pm 0,07 \text{ dL g}^{-1}$  a la misma temperatura. Estas diferencias pueden deberse a diferencias culturales de la materia prima, el grado de extracción de goma y la técnica de medición utilizada.

Cuadro 1. Viscosidad intrínseca de goma Tara de tres orígenes diferentes.

Temp. (°C)	Viscosidad intrínseca $[\eta]$ (dL g <sup>-1</sup> , media $\pm$ SD)		
	GT-Exandal	GT-Huánuco	GT-Ayacucho
5	14,640 $\pm$ 0,130	15,224 $\pm$ 0,171	17,472 $\pm$ 0,282
10	14,333 $\pm$ 0,155	14,887 $\pm$ 0,140	17,095 $\pm$ 0,274
15	13,211 $\pm$ 0,066	14,309 $\pm$ 0,201	15,190 $\pm$ 0,292
20	12,845 $\pm$ 0,053	13,856 $\pm$ 0,130	14,255 $\pm$ 0,192
25	12,396 $\pm$ 0,143	13,288 $\pm$ 0,102	14,050 $\pm$ 0,116
30	12,089 $\pm$ 0,098	13,174 $\pm$ 0,059	13,924 $\pm$ 0,290
25*	11,067 $\pm$ 0,690	12,870 $\pm$ 0,086	13,834 $\pm$ 0,085

\*Correspondiente a goma no purificada (goma Tara comercial)

Las masas molares viscosimétricas medias de la goma Tara purificada, resultaron próximas a 1519 kDa, reportadas por Wu et al. (2017) para la goma Tara cruda. El radio hidrodinámico,  $R_H$  resultó ser directamente proporcional al aumento en la masa molar. Masuelli (2015) reportó el  $R_H$  de la goma Tara como siendo 63,02 nm, que es ligeramente inferior al determinado en el presente estudio (Cuadro 2). Se puede observar también

que el comportamiento del coeficiente de difusión a dilución infinita, es inversamente proporcional al aumento de temperatura.

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos de goma Tara de tres orígenes diferentes, medidos a 25 °C.

Parámetros	GT-Exandal	GT-Huánuco	GT-Ayacucho
$\bar{M}_v$ , kDa	1293	1503	1532
$R_H$	77	84	85
$\langle R_G \rangle$ , nm	73	79	80
$D_0 \cdot 10^{-12}$ , $m^2 s^{-1}$	3,20	2,93	2,90

### CONCLUSIONES

Las viscosidades intrínsecas de goma Tara (variando de 12,4 a 14,1 dL g<sup>-1</sup>), presenta gran dependencia al origen de la goma, que a su vez, también presentaron reducción con el aumento de temperatura. La goma Tara, en solución acuosa, presenta elevada masa molar (1293 – 1532 kDa), la misma que presenta influencia en las propiedades hidrodinámicas, favoreciendo el aumento de la viscosidad global y consiguiente disminución del coeficiente difusivo, lo que hace que la goma Tara sea una buena alternativa para estabilizar suspensiones.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado en parte por la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - subvención 88882.195683/2018-01, y por la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Código 2017/02808-6.

### LITERATURA CITADA

- Billmeyer, F. W. (1984). *Textbook of polymer science* (3rd ed.). Wiley.
- Dea, I. C. M., Morris, E. R., Rees, D. A., Welsh, E. J., Barnes, H. A., & Price, J. (1977). Associations of like and unlike polysaccharides: Mechanism and specificity in galactomannans, interacting bacterial polysaccharides, and related systems. *Carbohydrate Research*, 57(C), 249–272. [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(00\)81935-7](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(00)81935-7)
- Doublier, J. L., & Launay, B. (1981). Rheology of galactomannan solutions: comparative study of guar gum and locust bean gum. *Journal of Texture Studies*, 12(2), 151–172. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1981.tb01229.x>
- Durchschlag, H., & Zipper, P. (1997). Calculation of partial specific volumes and other volumetric properties of small molecules and polymers. *Journal of Applied Crystallography*, 30(5 PART 2), 803–807. <https://doi.org/10.1107/s0021889897003348>
- Gillet, S., Aguedo, M., Petrut, R., Olive, G., Anastas, P., Blecker, C., & Richel, A. (2017). Structure impact of two galactomannan fractions on their viscosity properties in dilute solution, unperturbed state and gel state. *International Journal of Biological Macromolecules*, 96, 550–559. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.12.057>
- Harding, S. E. (1997). The intrinsic viscosity of biological macromolecules. Progress in measurement, interpretation and application to structure in dilute solution. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 68(2–3), 207–262.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

[https://doi.org/10.1016/S0079-6107\(97\)00027-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6107(97)00027-8)

- Lopes da Silva, J. A., & Gonçalves, M. P. (1990). Studies on a purification method for locust bean gum by precipitation with isopropanol. *Food Hydrocolloids*, 4(4), 277–287. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(09\)80204-X](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(09)80204-X)
- Maier, H., Anderson, M., Karl, C., Magnuson, K., & Whistler, R. L. (2012). Guar, Locust Bean, Tara, and Fenugreek Gums. In R. L. Whistler & J. N. BeMiller (Eds.), *Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives: Third Edition* (pp. 181–226). Academic Press, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092654-4.50012-7>
- Masulli, M. (2015). Tara Gum, the New Biopolymer for Various Applications: Hydrodynamic Properties. In *Handbook of Sustainable Polymers* (pp. 59–98). Pan Stanford. <https://doi.org/10.1201/b19600-3>
- Morris, G. A., Patel, T. R., Picout, D. R., Ross-Murphy, S. B., Ortega, A., Garcia de la Torre, J., & Harding, S. E. (2008). Global hydrodynamic analysis of the molecular flexibility of galactomannans. *Carbohydrate Polymers*, 72(2), 356–360. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.08.017>
- Muschin, T., & Yoshida, T. (2012). Structural analysis of galactomannans by NMR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*, 87(3), 1893–1898. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.08.059>
- Picout, D. R., Ross-Murphy, S. B., Jumel, K., & Harding, S. E. (2002). Pressure Cell Assisted Solution Characterization of Polysaccharides. 2. Locust Bean Gum and Tara Gum. *Biomacromolecules*, 3(4), 761–767. <https://doi.org/10.1021/bm025517c>
- Sittikijyothin, W., Torres, D., & Gonçalves, M. P. (2005). Modelling the rheological behaviour of galactomannan aqueous solutions. *Carbohydrate Polymers*, 59(3), 339–350. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.10.005>
- Wu, Y., Cui, W., Eskin, N. A. M., & Goff, H. D. (2009). An investigation of four commercial galactomannans on their emulsion and rheological properties. *Food Research International*, 42(8), 1141–1146. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.015>
- Wu, Yanbei, Ding, W., & He, Q. (2017). Molecular characteristics of tara galactomannans: Effect of degradation with hydrogen peroxide. *International Journal of Food Properties*. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1270300>
- Wu, Yanbei, Ding, W., Jia, L., & He, Q. (2015). The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *Food Chemistry*, 168, 366–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.083>



## ESTRATEGIAS DE ASOCIATIVIDAD PARA MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS AGROINDUSTRIALES EN LATINOAMÉRICA

Huauya Pablo, P.S. Universidad de San Cristobal Huamanga.

### RESUMEN

Las condiciones económicas en América Latina y el Caribe han empeorado drásticamente a medida que toda la región se ha visto afectada por la pandemia de COVID-19 (coronavirus). Los recientes brotes en la región se han propagado con rapidez, y el impacto económico provocado por el cierre de los negocios y las restricciones para circular a nivel nacional ha sido abrupto y grave. La fuerte caída de los precios mundiales de los productos básicos ha afectado a gran parte de la región, en especial, a los productores. La abrupta desaceleración económica en Estados Unidos y China ha alterado las cadenas de suministro de México y Brasil y provocado una fuerte caída en las exportaciones de economías productoras de productos básicos, como Chile y Perú. El derrumbe del turismo, del que dependen en gran medida los países del Caribe y México, también ha tenido un impacto negativo.

Palabras clave: COVID-19, Asociatividad,

### INTRODUCCIÓN

Debido a las diversas perturbaciones internas y externas derivadas de la pandemia, en 2020 la actividad económica regional sufrirá una contracción de un 7,2 %, lo que constituirá una recesión mucho más profunda que las causadas por la crisis financiera mundial de 2008-09 y la crisis de la deuda latinoamericana de la década de 1980. Se prevé que la actividad económica caerá a su punto más bajo durante el segundo trimestre del año, cuando las medidas de mitigación se encuentren en sus niveles más altos. En este contexto, la normalización de las condiciones internas y mundiales permitirían que el crecimiento regional se recupere al 2,8 % en 2021.

La economía de México, golpeada por condiciones financieras más difíciles, el derrumbe en los precios del petróleo, la paralización del turismo y las restricciones en la circulación, se encuentra en vías de contraerse un 7,5 %. Se proyecta que la economía de Brasil se retraerá este año un 8 % debido al confinamiento, y a la caída de las inversiones y de los precios mundiales de los productos básicos agropecuarios. La actividad económica en la Argentina se prevé que caerá un 7,3 % en 2020, como consecuencia de las estrictas medidas de mitigación de la pandemia aplicadas, de una menor demanda externa y del efecto de la incertidumbre con respecto a las negociaciones de la deuda en curso.

### RESULTADOS

#### Estrategia asociativa

Un mecanismo de relación y acción conjunta organizada y con cierto grado de permanencia, entre distintos actores - empresas, personas u organizaciones interesados en unir voluntariamente sus esfuerzos para conseguir objetivos comunes y obtener beneficios que no podrían alcanzar individualmente. Sus principales

características son: Mecanismos de cooperación, grado de organización, grado de permanencia, decisión voluntaria y se orienta al logro de objetivos comunes. Los beneficios de asociarse son: mayor aprovechamiento de los recursos disponibles, aumento del poder relativo de los asociados y Aumento del poder relativo de los asociados. Los obstáculos para asociarse: Problemas asociados a los lazos de confianza, percepción sesgada de los costos y beneficios de asociarse, y entorno poco favorable.

### ¿Cómo asociarse?

Es necesario acordar una serie de cuestiones tales como las necesidades y objetivos comunes, las actividades que se realizarán conjuntamente y en qué forma se trabajará, el tipo y nivel de compromiso que los asociados están dispuestos a asumir, los vínculos con organismos externos públicos y privados que podría ser conveniente desarrollar y los recursos que se van a compartir.



Figura 1. Asociatividad entre micro y pequeñas empresas.

### ¿En que actividades asociarse?

Actividades básicas y actividades de apoyo (Figura).



*Logística Interna:* Almacenar conjuntamente materia prima y compartir transporte de materiales.



*Operaciones:* Prestación de servicios o producción conjunta en la totalidad o en partes de las actividades productivas, contratación de actividades de mantenimiento, servicio. etc. Utilizar conjuntamente medios físicos de producción como edificios, galpones, maquinarias, equipamiento, etc.

*Logística externa:* Distribuir conjuntamente productos a clientes y almacenar conjuntamente productos.

*Marketing y ventas:* publicidad conjunta, Compartir vendedores (para ventas por separado o ventas conjuntas), marca conjunta, Asesoramiento y consultoría en marketing, recepción conjunta de pedidos, Analizar conjuntamente las posibilidades de acceso a nuevos mercados, compartir local de venta, exposición, stands en ferias y otros canales de venta.

*Servicios de posventa:* compartir servicios de atención de reclamos o reparaciones.

*Infraestructura:* solicitar créditos conjuntos, garantías mutuas o compartir financiamiento, realizar gestiones representativas en conjunta ante autoridades gubernamentales u otras instituciones, compartir asesoramiento legal o contable.

*Gestión de RRHH.* Actividades de capacitación y motivación del personal: aulas conjuntas, textos, materiales de formación. Intercambiar consultoría en gestión de RRHH.

*Desarrollo de Tecnología:* Desarrollar conjuntamente un nuevo producto. Intercambiar conocimientos o experiencias en el uso de tecnologías.

*Abastecimiento:* Realizar compras conjuntas materia prima y otros insumos necesarios comunes. Compartir vendedores (para ventas por separado o ventas conjuntas). Realizar acuerdo de compra – venta de insumos entre las empresas asociadas.



Figura. Ejemplos de asociatividad de productores de cacao y plátano.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### CONCLUSIONES

La asociatividad ha sido la estrategia más poderosa encontrada por las empresas de menor tamaño, para enfrentar tales cambios y sobrevivir en una competencia desigual.

### LITERATURA CITADA

The World Bank. Global Economic Prospects. <https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects>.



## EVALUACIÓN QUÍMICO PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DE FIDEO A PARTIR DE HARINA PREGELATINIZADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y ARROZ (*Oryza sativa*) PARA CELÍACOS

Aguirre-Huayhua, L.L.\*; Oré-Areche, F.

\* Universidad Nacional de Huancavelica, Ingeniería Agroindustrial. Av. Evitamiento este S/N – Común Era, Acobamba, Huancavelica, Perú. [lissete.aguirre@unh.edu.pe](mailto:lissete.aguirre@unh.edu.pe), Tel. +51 992045799.

### RESUMEN

En los últimos años ha aumentado la patología gastrointestinal crónica llamada enfermedad celíaca, por tanto, el interés por elaborar alimentos que ejerzan efectos benéficos para la salud es mayor. El arroz (*Oryza sativa*) y la quinua (*Chenopodium quinoa* Will) son adecuados ya que ambos poseen proteínas que se complementan. El objetivo fue determinar la propiedad químico proximal y microbiológica del fideo de harina de arroz y quinua. Para la formulación se utilizaron harina de arroz y quinua pre gelatinizada, se hicieron 3 formulaciones: Q/A1 (50:50), Q/A2 (60:40) y Q/A3 (70:30). En cada formulación se mezcló adicionando el 40% de agua a razón del peso de las harinas. La evaluación sensorial se realizó con un panel entrenado de 20 panelistas y se ejecutó un test de valoración del 1 al 5, resultando con mayor aceptabilidad la formulación Q/A2 (60:40), misma a la que se le determinó las características químico proximal y microbiológicas. Los resultados del análisis químico proximal mostraron: carbohidratos 74,8%, energía total 350,9%, humedad 11,9%, proteínas 10,9%, cenizas totales 1,5%, grasas 0,9%, y acidez 0,08%; el análisis microbiológico del producto final obtuvo: Aerobios mesófilos viables 74,8 UFC/g, Coliformes totales 350,9 NMP/g; los cuales se encuentra dentro del límite permitido e indican que es apto para el consumo humano, de acuerdo a la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. En conclusión, la propiedad químico proximal del fideo se encuentra al mismo nivel que los fideos comerciales, mientras que el contenido de grasa es menor en relación a los fideos comerciales.

**Palabras claves:** celíaco, quinua, fideo.

### INTRODUCCIÓN

Las proteínas de gluten de trigo corresponden a las principales proteínas de almacenamiento que se depositan en las células del endospermo harinoso (Shewry *et al.*, 2002). El gluten comprende un 75% de proteína en base a peso seco, el resto corresponde a almidón y lípidos (Shewry *et al.*, 2002). La mayoría de las proteínas del gluten corresponden a las prolaminas (Jancurová *et al.*, 2009). Las principales prolaminas del trigo son gliadina y glutenina, ambas se encuentran en una proporción del 4-9% (Amos *et al.*, 1969). La enfermedad celíaca (EC) se caracteriza por una inflamación crónica de la mucosa del intestino delgado por intolerancia al gluten, que resulta en atrofia vellositaria, mala absorción y síntomas clínicos que pueden manifestarse en la niñez y la adultez. La mayor prevalencia de EC se encuentra en aquellas personas con predisposición familiar y está asociada con enfermedades autoinmunes, como la artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, enfermedad de Addison, enfermedad tiroidea autoinmune y hepatitis crónica activa (Nelsen, 2002). Para las personas que padecen celiaquía, se debe omitir de su dieta todos aquellos productos derivados del trigo, avena, cebada y centeno (Stojceska, *et al.*, 2010). En los últimos años los casos de intolerancia al gluten se han incrementado a nivel mundial (Korus *et al.*, 2009). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha atraído la atención de los consumidores debido a que es un alimento prometedor para la elaboración de productos para celíacos; debido



a la ausencia de gluten en su composición, alta calidad de sus proteínas, la presencia de abundante cantidad de fibra y presencia de minerales como calcio y hierro (Vidaurre *et al.*, 2019). Además, es fuente de compuestos bioactivos como ácidos fenólicos y flavonoides (Repo-Carrasco *et al.*, 2010; Vidaurre *et al.*, 2017).

Aunque aún no se ha investigado el efecto de la mezcla de harina de quinua y arroz de la calidad final en la obtención de pastas libres de gluten, un primer paso sería entender cómo se comportan estas harinas en diferentes proporciones. Una alternativa para analizar los efectos de los ingredientes por si solos y en combinaciones con otros componentes es el diseño de mezclas (Cornell, 2011). El fideo elaborado en esta investigación no contiene harina de trigo, por lo cual se considera un fideo libre de gluten. En los fideos libres de gluten, la formación de una estructura de almidón retrogradado puede ser una alternativa a la red de gluten, ya que confiere rigidez al producto cocido y reduce la pegajosidad de la pasta y la pérdida de materiales solubles en el agua de cocción (Mariotti *et al.*, 2011). En general, los fideos libres de gluten tienen una textura menos elástica que las pastas que contienen gluten (Huang *et al.*, 2001).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materias primas

La adecuación de las materias primas se realizó de la siguiente manera:

**Harina de quinua:** Se aplicaron las siguientes operaciones para la adecuación del grano: eliminación de impurezas, higienización del grano mediante la aplicación de lavados con agua potable con el objetivo de quitar la saponina, luego se hizo una desinfección con hipoclorito de sodio a una concentración de 10 ppm por un tiempo de 5 minutos, se secó a una temperatura de 50 °C por un lapso de 20 minutos hasta alcanzar una humedad final de 12%, la molienda se hizo en un molino de martillos (malla N° 18), la pre gelatinización de harina de quinua se realizó en un secador flash a temperatura de entrada de 200 °C y temperatura de salida de 180 °C, la harina pregelatinizada se empacó en bolsas de polietileno de capacidad de 5 kg.

**Harina de arroz:** Se aplicaron las siguientes operaciones para la adecuación del grano: selección, eliminación de impurezas, la molienda se hizo en un molino de martillos (malla N° 18), la pre gelatinización de la harina de arroz se realizó en un secador flash a temperatura de entrada de 200 °C y temperatura de salida de 180 °C, la harina pregelatinizada de arroz se empacó en bolsas de polietileno de capacidad de 5 kg.

**Elaboración de los fideos:** Los fideos fueron elaborados en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01, de la E. P. de Ingeniería Agroindustrial, tomando como referencia a las investigaciones anteriores.

**Ingredientes y formulación:** El desarrollo de las pastas libres de gluten se realizó en tres tratamientos.

**Cuadro 1.** Proporciones de los tratamientos formulados de los fideos.

TIENOD	HQ (%)	HA (%)
Q/A1	50	50
Q/A2	60	40
Q/A3	70	30

El amasado y homogenizado se efectuó mecánicamente en un mezclador marca, inicialmente se mezcló la harina de quinua y la harina de arroz con un 40% de agua en relación al peso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los fideos de harina de quinua y arroz pregelatinizada se muestran a continuación:

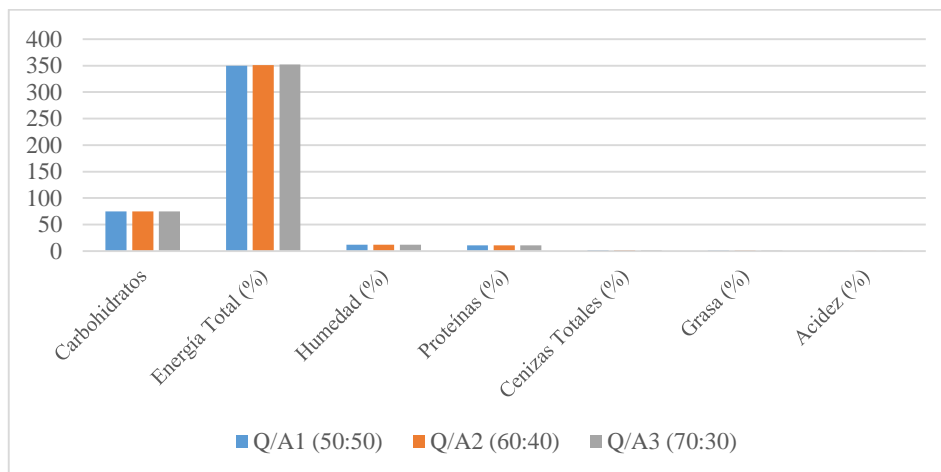
**Cuadro 2.** Resultados del análisis químico proximal del fideo aceptado en la evaluación sensorial.

Análisis (100 g de muestra)	Q/A*1 (50:50)	Q/A*2 (60:40)	Q/A*3 (70:30)
Carbohidratos (%)	74.9	74.8	74.7
Energía Total (Kcal)	349.5	350.9	352.2
Humedad (%)	11.8	11.9	11.8
Proteínas (%)	10.8	10.9	11.0
Cenizas Totales (%)	1.5	1.5	1.6
Grasa (%)	1.0	0.9	0.9
Acidez (%)	0.08	0.08	0.08

\*Q/A= Quinua/Arroz

En el cuadro 2 se muestran los resultados del análisis químico proximal de las tres formulaciones realizadas para la obtención del fideo para personas celiacas, el resultado predominante corresponde al tratamiento Q/A2, teniendo una concentración de 60% de harina de quinua y 40% de harina de arroz.





**Figura 1.** Porcentajes del análisis químico proximal de los tratamientos del fideo. Q/A= Quinoa/Arroz

La Norma Técnica Peruana (NTP) 206.010:1981, afirma que el contenido de humedad de los fideos para encontrarse en la calificación de secos debe ser menor o igual al 15% ya que si éste tuviera más contenido de humedad pertenecería a los fideos frescos según la NTP mencionada, para esta investigación se obtuvo un porcentaje de humedad de 11.9% encontrándose este en la calificación de fideos secos.

Se obtuvieron fideos con las siguientes humedades: 11.8%, 11.9% y 11.8%, que son próximos a los obtenidos por Giménez *et al.*, (2013) que obtuvo fideos con humedad de 11.18% y 11.21%; para energía se obtuvo 349.5 Kcal, 350.9 Kcal y 352.2 Kcal, mientras que Giménez *et al.*, (2013) obtuvo 1250 Kcal y 1450 Kcal; estas variaciones podrían ser por el tipo de materia prima utilizado en las formulaciones. De la misma forma, Según la NTP 206.010:1981 revisada en el 2011. Donde se indica que el contenido de carbohidratos oscila en un 75% y el contenido mínimo de proteína debe de ser un 10% para fideos, encontrando en el presente estudio un 74.5% de carbohidratos y un contenido de proteína de 10.9%, observando que existe similitud de acuerdo a la investigación de (Ruiz, 2009).

Los resultados microbiológicos fueron los siguientes: Aerobios Mesófilos Viables 74.8 UFC/g, Coliformes Totales 350.9 NMP/g y mohos 69 UFC/g. Según los criterios microbiológicos para fideos secos establecidos por el MINSA y DIGESA (2008), señalan límites mínimos y máximos permitidos, y según los análisis realizados por esta investigación señala 74.8 UFC/g de mesófilos viables y la ausencia de Coliformes totales, pero para mohos presenta 69 UFC/g de fideo, el cual aún es inferior respecto a lo exigido por esta Norma, la cual indica que para mohos el límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable es 100 UFC/g y como valores superiores a 1000 UFC/g se rechaza el lote y representa un riesgo para la salud. Es entonces que los fideos cumplen con los requisitos microbiológicos estimados por esta norma.



## CONCLUSIONES

El tratamiento sobresaliente en el análisis químico proximal del fideo, fue Q/A2 (60:40) que obtuvo los siguientes resultados: 74.8% de carbohidratos, 350.9 Kcal de energía total, 11.9% de humedad, 10.9% de proteína, 1.5% de cenizas totales, 0.9% de grasa, y 0.08% de acidez (ácido láctico).

La caracterización microbiológica fue de: Aerobios Mesófilos Viables 74.8 UFC/g, Coliformes Totales 350.9 NMP/g y mohos 69 UFC/g. Cumpliendo así con la resolución ministerial N° 591-2008-MINSA.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a las personas que apoyaron para la culminación de la investigación.

## LITERATURA CITADA

- Amos A. J., Billington A. E., Burrell J. R., Colquhoun J. M., Cutting C. L., Dalgleish J. McN., Davis J. G., Dickinson D., Evans G., Gerrard F., Gooding E.G.B., Ingrams C.E., Paine F.A., Schwitzer M.K., Slade F.H., Williams C.T. (1969). *Harina y Molinería; Panadería y Pastelería. Manual de industria de los alimentos. Capítulo 1 y 2.* Editorial Acribia. Pág 30, 73.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis (17th ed).* Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- Cornell, J. A. (2011). *A Primer on Experiments with Mixtures.* Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470907443>
- Giménez, M., Bassett, N., Lobo M. & Sammán, N. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales. ISSN 0328-1310.
- Huang, J.C., Knight, S. & Goad, C., (2001). Model prediction for sensory attributes of nongluten pasta. *Journal of Food Quality* 24, 6, 495-511.
- Jancurová M., Mínavá L., Dandár A. & Czeck J. (2009). Quínoa. A review. *Food Sci.* 27, (2): 71–79. [En línea]< <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/06732.pdf>> [Consulta: 02/09/20].
- Korus J., Witzak M., Ziobro R., & Juszczak L. (2009) The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*; 23:988–995.
- Mariotti, M., Iametti, S., Cappa, C., Rasmussen, P., & Lucisano, M., (2011). Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: evaluation of the uncooked products. *Journal of Cereal Science* 53, 3, 319-327.
- Nelsen D. (2002). Gluten-Sensitive Enteropathy (Celiac Disease): More common than you think. *Am Fam Physician*; 66: 2259-66, 2269-70.
- NTP 206.010. (1981). *Pastas y fideos para el consumo humano-Requisitos.* Perú: Autor.
- Repo-Carrasco, R., Hellström, J. K., Pihlava, J. M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120(1), 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087>



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Ruiz, F. (2009) “Elaboración de pastas alimenticias a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa will*) y zanahoria (*Daucus carota*)”, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.
- Shewry, R., Halford, N., Belton, S. & Tatham, S. (2002). The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. The Royal Society. Institute of Arable Crops Research, Long Ashton Research Station, Department of Agricultural Science, University of Bristol, Long Ashton, Bristol BS41 9AF, UK 2 School of Chemical Sciences, University of East Anglia, Norwich NR47TJ, UK. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2002) 357, 133–142 DOI 10.1098/rstb.2001.1024.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A. & Ibanoglu, S. (2010). The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. *Food Chem* 2010; 121:156–164.
- Vidaurre-Ruiz, J. M., Días-Rojas, G., Mendoza-Llamo, E., & Solano-Cornejo, M. (2017). Variación del contenido de betalainas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa W.*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 319–330.
- Vidaurre-Ruiz, Julio Mauricio, Salas-Valerio, Walter Francisco, & Repo-Carrasco-Valencia, Ritva. (2019). Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) en un sistema acuoso. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(1), 5-14. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.441>



### LOGISTICA AGROINDUSTRIAL

Mg. Jorge Paucar Luna. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [jpaucarl@unmsm.edu.pe](mailto:jpaucarl@unmsm.edu.pe), [jpaucarl@hotmail.com](mailto:jpaucarl@hotmail.com)  
Tel. +51 993 195 042

#### RESUMEN

La investigación se realizó con miras a identificar la relación entre la logística y las ventajas competitivas y comparativas que tienen los países que han tenido un notorio crecimiento agroindustrial en los últimos años, basándose principalmente en la biodiversidad y el desarrollo de nuevas herramientas logísticas. Se detalla los tipos de logística agroindustrial en base a las nuevas tecnologías existentes y nuevos paradigmas de comercialización. Como último punto se conceptualiza la cadena de suministro y la logística integral a fin es establecer sus diferencias y cuando debe ser aplicada cada una de ellas.

**Palabras clave:** Logística agroindustrial, ventaja competitiva, ventaja comparativa, logística integral, cadena de suministro.

#### INTRODUCCIÓN

Se establece la relación entre la logística y la agroindustria como herramientas del desarrollo económico de un país, donde las ventajas competitivas y comparativas que proporciona la logística y los tipos de logística agroindustrial, hacen la gran diferencia entre la logística integral y cadena de suministro en productos agroindustriales.

La investigación se basa en la revisión bibliográfica y el análisis estadístico de la información reciente y actualizada.

La metodología empleada es la investigación acción, que impulsa el análisis-diagnóstico del problema, la resolución de la misma, que conduce a un resultado cíclico.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Según Lewin (1973). Según Lewin, “la Investigación Acción consiste en el análisis-diagnóstico de una situación problemática en la práctica, recolección de la información sobre la misma, conceptualización de la información, formulación de estrategias de acción para resolver el problema, su ejecución, y evaluación de resultados, pasos que luego se repiten en forma reiterativa y cíclica.

- Revisión bibliográfica para obtener conceptos claros de agroindustria y logística en la actualidad.
- Análisis estadísticos de la producción agroindustrial en el Perú en los últimos 5 años.



### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Funciones de la Logística agroindustrial

- Planificación
- Adquisición
- Transporte
- Abastecimiento
- Almacenaje

Logística Integral vs CS

Desde el enfoque de:

- Servicio
- Organización
- Entrega
- Optimización



### CONCLUSIONES

En las agroindustrias el 50% de la materia prima proviene del agro y menos del 50% del consumo intermedio proviene de la agricultura.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

En el Perú, en el ranking de las exportaciones entre junio y julio para algunos productos, hay una diferencia marcada y significativa:

- Aguacates (paltas) frescas o secas, en junio 92,258 y en julio 84,667.
- Arándanos frescos, en junio 787 y en julio 4,329.
- Quinoa, en junio 4,350 y en julio 4,665.

### AGRADECIMIENTOS

Reconocimiento especial a los organizadores del III Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica. Universidad de la Costa-SUNEQ. Ingeniería en Agroindustrias, por permitirme compartir la investigación.

### LITERATURA CITADA

- Gutiérrez, G. 1998 *Logística y distribución física: Evolución, situación actual, análisis comparativo y tendencias*, McGraw-Hill Interamericana.
- Gestión de empresas agro alimentarias (2015) Biodiversidad Peruana: De ventaja comparativa a ventaja competitiva, Recuperado de: <http://empresasagroalimentarias2015.blogspot.com/2015/05/ventaja-comparativa-y-ventaja.html>
- Ministerio de Agricultura del Perú (2020) *Boletín Estadístico Mensual "EL AGRO EN CIFRAS" 2020*. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras>
- Coaguila, G. *Mejoramiento de la logística en una empresa agroindustrial. Caso DANPER*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Administración. Arequipa



## TIPIFICACIÓN DEL QUESO “PRENSA” MADURADO ARTESANAL DE TATALTEPEC DE VALDÉS, OAXACA

Ramos-Gabriel<sup>\*</sup>. S. U.; Gamboa-Alvarado J. G.; Ávila-Serrano N. Y.; Galicia-Jiménez M. M.; Arroyo-Ledezma J.; Sánchez-Bernal E. I.

<sup>\*</sup>Universidad del Mar. Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, C.P. 71980, México. surf94827@hotmail.com, Tel. 954 544 2717.

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la temporada y maduración sobre las características fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales del queso a 1, 3, 6, 12 semanas en época seca y de lluvia. La variable evaluada fue pH y espectrofotometría: L\*, a\*, b\*, C\*, h°; las determinantes bromatológicas de interés fueron: materia seca, humedad, cenizas, proteína, grasa. La técnica sensorial aplicada fue un estudio de consumidores ponderando la preferencia, aceptación y actitud de compra. El potencial de hidrogeno arrojado para el queso prensa fue de 5.3 a 5.9 pH. El color presentado en los tratamientos de secas exterioriza una mayor luminosidad en tonalidades de color amarillo sobre sus homólogos de lluvias; por ende, la calidad nutricional del queso madurado permitió caracterizar al producto rico en proteínas, grasas y cenizas. El consumidor percibe los atributos de la maduración por efecto de temporada teniendo agrado por quesos a una y tres semanas. La presente investigación permitió conocer las propiedades cuantitativas y descriptivas del queso a través de una tipificación. El queso evaluado cumple criterios normativos, lo cual servirá de soporte para gestionar una denominación de origen o marca colectiva por parte de los productores.

**Palabras clave:** queso madurado, análisis fisicoquímico, determinación bromatológica, estudio de consumidores.

### INTRODUCCIÓN

En el sector primario mexicano, la producción pecuaria es una de las principales actividades económicas, después de la agrícola, ya que representó en 2017, el 2.3% del PIB (SE 2012, INEGI 2018). Dentro de las actividades pecuarias sobresale la producción de leche bovina, por ser una de las principales actividades económicas del país (INEGI 2014), misma que se desarrolla bajo 4 diferentes sistemas de producción (SP): especializado, semi-especializado, familiar y de doble propósito (Ríos-Flores *et al.* 2015, Ríos-Flores *et al.* 2016).

En el trópico mexicano, el sistema doble propósito (DP) aporta más del 18% de la producción nacional de leche. La mayor parte de las unidades de producción bajo este sistema se caracterizan por su heterogeneidad a nivel estructural, tecnológico y de manejo, lo que provoca variabilidad en las características de la leche (Juárez-Barrientos *et al.* 2016).

La diversificación tanto de la materia prima como en la elaboración de quesos en México es amplia, tal es el caso de la producción artesanal. Los quesos artesanales de bovino son considerados patrimonio cultural y de trascendencia social, económica, nutricional, política y científico tecnológico (UNESCO 2010). La tipificación está relacionada a la identificación de las características descriptivas y cuantitativas que permitan una discriminación del queso de interés. Actualmente no hay investigaciones fisicoquímicas, bromatológicas y



sensoriadas del queso prensa madurado. El objetivo de esta investigación fue evaluar el queso prensa artesanal madurado de Tataltepec de Valdés, Juquila, Oaxaca en dos temporadas y cuatro diferentes tiempos de maduración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La evaluación fisicoquímica y sensorial se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios (LTPP) de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México. La determinación bromatológica se obtuvo en el Laboratorio de Análisis de Aguas, Alimentos y Lácteos de Oaxaca (LAAACTOLAB) en Santa Amalia, Oaxaca.

Los quesos fueron realizados de leche bronca del municipio de Tataltepec de Valdez, Oaxaca, México. La leche fresca fue filtrada. Luego, se agregaron 10 mL<sup>-1</sup> de cuajo comercial (fuerza de cuajado 1: 10,000 o 110 IMCU mL<sup>-1</sup>, Cuamex Industry, México). Completada la coagulación, la cuajada fue drenada y cortada en cuadros de 2 cm. Adicionalmente, fue salada al 2% (p/v) (Sal refinada, Sal la fina® de México), colocándose en moldes de cloruro de polivinilo (PVC) de 80 mm de diámetro y 95 mm de altura (para obtener muestras de 300 g), bajo presión (2.5 kg de fuerza por kg de queso) por 24 horas. Finalmente, los quesos fueron almacenados en una cámara de fermentación a temperatura de 27 ± 2 ° C y con una humedad relativa de 75 ± 5%. Los tiempos de maduración fueron 1, 3, 6, 12 semanas en temporada seca y de lluvia.

### Diseño Experimental

La información de aspectos fisicoquímicos y bromatológicos se analizó por medio de análisis de varianza y comparación de medias con el estadístico de prueba Tukey (P<0.05); mediante el programa estadístico SAS (SAS 2003). El análisis sensorial aplicado a los diagramas de barras y gráfico radial fueron construidos en base a medias aritméticas mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel (Excel 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de los cuadrados mínimos (±EE) para las características fisicoquímicas de pH y color del queso prensa por efecto de temporada y tiempo de maduración son reportadas en el Cuadro 1. El menor pH se encontró en lluvias y secas a 12 semanas (P≤0.05), seguido del queso de lluvias a una y tres semanas y en secas el de tres semanas fue similar al de 6 semanas, presentándose el mayor valor de lluvias a seis semanas y en secas a una semana de reposo. Existiendo diferencias entre ambos periodos por efecto de tratamiento (P≤0.001).



Los resultados obtenidos en esta investigación están dentro del parámetro de 5 a 6 pH, señalado en la NMX-F-092-1970; lo cual coincide con valores obtenidos en quesos mexicanos artesanales elaborados con leche bronca como el queso tipo Manchego (5.3 pH) (Gamboa-Alvarado *et al.* 2012), el Añejo de Zacazonapan (5.2 pH) (Rebollar-Rebollar *et al.* 2011). De igual manera, el queso que comparte similitud con el producto de esta investigación es el Cotija Región de Origen<sup>MC</sup> (4.8 - 5.8 pH) con maduración de al menos tres meses (Hernández-Briones *et al.* 2009, Villegas *et al.* 2016).

La menor luminosidad ( $L^*$ ) en lluvias y secas se presentó a las seis y doce semanas ( $P < 0.05$ ), donde el queso de lluvias a doce semanas fue similar al de tres semanas, presentándose el valor más alto en lluvias y secas a una semana donde este fue similar a tres semanas. Existiendo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) del anterior tratamiento por efecto de periodo.

**Cuadro 1.** Efecto del tiempo de maduración en el potencial de hidrógeno y color (media  $\pm$  error estándar) del queso prensa.

Variable	Semanas	Periodo		P
		Lluvias	Secas	
Potencial de hidrógeno pH	1	5.61 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	5.72 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.0001
	3	5.77 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	5.53 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.0001
	6	5.92 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	5.57 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.0001
	12	5.50 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	5.31 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.0001
Luminosidad ( $L^*$ )	1	84.49 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	84.22 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>	0.4729
	3	78.90 $\pm$ 1.00 <sup>b</sup>	83.02 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	0.0001
	6	75.09 $\pm$ 1.41 <sup>c</sup>	75.02 $\pm$ 1.06 <sup>b</sup>	0.9667
	12	76.60 $\pm$ 1.17 <sup>bc</sup>	76.57 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup>	0.9817
Intensidad al color rojo ( $a^*$ )	1	1.28 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	1.43 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	0.2338
	3	2.88 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	1.77 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	0.0045
	6	2.89 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	3.50 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	0.1282
	12	2.35 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	1.80 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	0.0306
Intensidad al color amarillo ( $b^*$ )	1	30.99 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>	31.50 $\pm$ 0.38 <sup>c</sup>	0.3246
	3	32.16 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>	33.28 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup>	0.0446
	6	34.23 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup>	35.73 $\pm$ 0.71 <sup>a</sup>	0.0676
	12	29.17 $\pm$ 0.65 <sup>c</sup>	30.24 $\pm$ 0.33 <sup>c</sup>	0.1416
Saturación o pureza del color ( $C^*$ )	1	31.02 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>	31.53 $\pm$ 0.38 <sup>c</sup>	0.3272
	3	32.37 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup>	33.33 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup>	0.0950
	6	34.40 $\pm$ 0.42 <sup>a</sup>	35.93 $\pm$ 0.72 <sup>a</sup>	0.0707
	12	29.31 $\pm$ 0.64 <sup>c</sup>	30.30 $\pm$ 0.33 <sup>c</sup>	0.1715
Angulo o matiz de tonalidad ( $h^\circ$ )	1	87.67 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	87.44 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	0.2359
	3	85.10 $\pm$ 0.60 <sup>b</sup>	87.00 $\pm$ 0.14 <sup>ab</sup>	0.0026
	6	85.35 $\pm$ 0.45 <sup>b</sup>	84.72 $\pm$ 0.35 <sup>c</sup>	0.2690
	12	85.11 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>	86.59 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	0.0077

P: Probabilidad, <sup>a, b, c</sup>: Medias con diferente literal difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

La diferencia encontrada a las tres semanas por efecto de época está en relación con la composición de sólidos totales en la leche afectada por factores de manejo, genéticos, ambientales o nutricionales (Zamora *et al.* 2011, Oca-Flores *et al.* 2019).

Lo que en el producto puede generar una variación en la calidad influenciado por el tiempo de maduración y el efecto de temporada de la región quesera (Oliszweski *et al.* 2002), sumado a ello procesos fortuitos en la coagulación y coerción del prensado en el rendimiento quesero (Oca-Flores *et al.* 2019).

Por el contrario, Chacón-Villalobos & Pineda-Castro (2009) indican que a mayor tiempo de reposo menor luminosidad (<90 L\*). Sin embargo, valores altos de L\* son asociados a una cuajada tierna con relación a la presencia elevada de humedad al principio de la maduración. Situación perceptible al queso recién elaborado como un producto más brillante y fresco.

**Cuadro 2.** Efecto del tiempo de maduración sobre la composición bromatológica (media±error estándar) del queso prensa cada 100g.

Variable	Semanas	Periodo	Lluvias	Secas	P
Materia seca	1		63.72 ±0.62 <sup>b</sup>	64.85 ±0.38 <sup>c</sup>	0.2639
	3		63.82 ±0.59 <sup>b</sup>	65.00 ±0.37 <sup>c</sup>	0.2323
	6		64.11 ±0.10 <sup>b</sup>	68.06 ±0.15 <sup>b</sup>	0.0021
	12		70.30 ±0.05 <sup>a</sup>	80.28 ±0.01 <sup>a</sup>	0.0001
Cenizas	1		4.38 ±0.03 <sup>b</sup>	3.69 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.0184
	3		4.70 ±0.07 <sup>ab</sup>	4.15 ±0.23 <sup>ab</sup>	0.1494
	6		4.78 ±0.08 <sup>a</sup>	4.63 ±0.01 <sup>a</sup>	0.2202
	12		4.87 ±0.02 <sup>a</sup>	4.79 ±0.04 <sup>a</sup>	0.2155
Extracto Libre de Nitrógeno	1		6.90 ±1.10 <sup>a</sup>	11.30 ±0.87 <sup>b</sup>	0.0883
	3		3.60 ±0.72 <sup>a</sup>	18.62 ±1.30 <sup>a</sup>	0.0096
	6		6.53 ±0.22 <sup>a</sup>	14.76 ±0.05 <sup>ab</sup>	0.0008
	12		3.17 ±0.49 <sup>a</sup>	4.09 ±0.42 <sup>c</sup>	0.2901
Proteína	1		20.51 ±0.27 <sup>ab</sup>	15.57 ±0.25 <sup>c</sup>	0.0055
	3		21.60 ±0.27 <sup>a</sup>	18.61 ±0.06 <sup>b</sup>	0.0084
	6		19.28 ±0.20 <sup>b</sup>	19.23 ±0.22 <sup>b</sup>	0.8949
	12		22.30 ±0.60 <sup>a</sup>	25.21 ±0.17 <sup>a</sup>	0.0430
Grasa	1		31.93 ±0.23 <sup>c</sup>	21.74 ±0.23 <sup>c</sup>	0.0010
	3		33.91 ±0.06 <sup>b</sup>	25.86 ±0.73 <sup>b</sup>	0.0082
	6		33.51 ±0.23 <sup>b</sup>	27.01 ±0.48 <sup>b</sup>	0.0067
	12		39.96 ±0.14 <sup>a</sup>	34.64 ±0.26 <sup>a</sup>	0.0032
Extracto etéreo sobre extracto seco	1		50.12 ±0.86 <sup>b</sup>	33.52 ±0.16 <sup>b</sup>	0.0028
	3		53.14 ±0.38 <sup>b</sup>	39.79 ±1.35 <sup>a</sup>	0.0109
	6		52.28 ±0.45 <sup>b</sup>	39.68 ±0.61 <sup>a</sup>	0.0036
	12		56.84 ±0.16 <sup>a</sup>	43.15 ±0.33 <sup>a</sup>	0.0007
Calorías	1		397.05 ±1.20 <sup>c</sup>	303.14 ±2.41 <sup>c</sup>	0.0008
	3		406.05 ±2.40 <sup>b</sup>	381.70 ±11.97 <sup>b</sup>	0.1842
	6		404.87 ±0.43 <sup>bc</sup>	379.07 ±3.22 <sup>b</sup>	0.0155
	12		461.52 ±0.82 <sup>a</sup>	429.03 ±4.76 <sup>a</sup>	0.0214

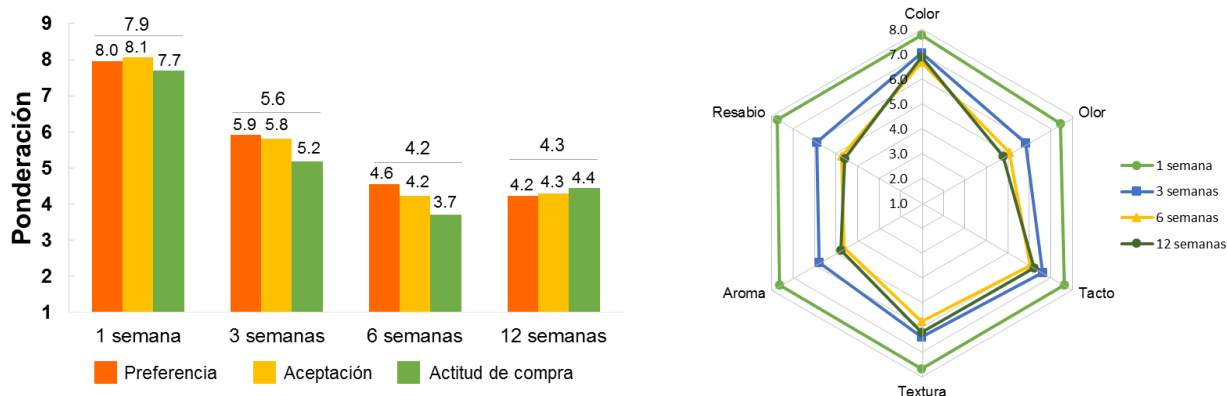
P: Probabilidad, <sup>a, b, c</sup>: Medias con diferente literal difieren estadísticamente (P≤0.05).

El color de un alimento puede ser afectado por el tiempo de maduración y vida de anaquel presente un alimento (Ramírez-Rivera *et al.* 2017). Ramírez-Nava (2010) señala que, para el caso de los quesos, las coordenadas L\*a\*b\* son influenciadas por las condiciones de conservación y la temperatura a la cual se realice la medición;

pues, un queso madurado en condiciones templadas con baja humedad ambiental y evaluado en condiciones cercanas a 25°C y 85% H.R. liberara agua y grasa (Chacón-Villalobos & Pineda-Castro 2009). Lo que puede tener un efecto coercitivo sobre la composición nutricional presentada en el Cuadro 2 y la preferencia de consumo (Cortes-Macías *et al.* 2016).

Los resultados de la Figura 1 del ANOVA determinaron que existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en el resultado de preferencia, aceptación y actitud de compra de los consumidores. Los quesos con menor favoritismo en el índice de preferencia fueron a doce y seis semanas de reposo, seguido del queso a tres semanas, siendo el producto a una semana de elaboración con mayor distinción de consumo.

Por otro lado, la Figura 1 parte A presenta los resultados de aceptación; que indican que los quesos de mayor tolerancia de consumo fueron a seis y doce semanas, seguido del queso a tres semanas, siendo el producto a una semana de elaboración con mayor aprobación de consumo. Sin embargo, los indicadores de actitud de compra evidenciaron que el queso con menor agrado fue el de seis semanas, seguido de doce semanas de elaboración, siendo el queso a tres semanas y una semana los lácteos de mayor gusto y tendencia de compra local (Ramos-Gabriel *et al.* 2019ab).



**Figura 1.** Gráfico comparativo y radial de pruebas cualitativas para A) consumidores y B) atributos.

Los catadores lograron diferenciar en la Figura 1 inciso B cada queso por cada descriptor evaluado. Agrupándose los valores obtenidos como: queso oreado (una semana), reposado (tres semanas) y madurado (seis y doce semanas). El queso de una semana fue aceptado con gran margen en todos los atributos diferenciándose de su homologado a tres semanas de maduración. Los productos con maduración a seis y doce semanas comparten similitud en color, tacto, aroma y resabio; encontrando discrepancia olor y textura, atributos diferenciados por el efecto tiempo sobre la composición bromatológica (Delgado *et al.* 2011, Hernández-Morales *et al.* 2011, Ramírez-Rivera *et al.* 2017).



### CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los resultados de esta investigación indican que el intervalo de acidez presente en los quesos fue de 5.3 a 5.9, valor aceptable para criterios de calidad normativa. Los quesos de secas presentan una mayor luminosidad en tonalidades de color amarillo sobre sus homólogos de lluvias; por ende, la calidad nutricional del queso madurado permitió caracterizar al producto rico en proteínas, grasas y cenizas. El consumidor distinguió la maduración por efecto de temporada teniendo agrado por quesos a una y tres semanas. La presente investigación permitió conocer las propiedades cuantitativas y descriptivas del queso a través de una tipificación. El queso evaluado cumple criterios normativos, lo cual servirá de soporte para gestionar una denominación de origen o marca colectiva por parte de los productores.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada. De igual modo un reconocimiento a la Universidad del Mar y a Quesos Don Conrado® de Araceli Díaz Robles por el apoyo durante la vinculación.

### LITERATURA CITADA

- Chacón-Villalobos, A. & M. L. Pineda-Castro. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *Agronomía Mesoamericana* 20(2): 297-309
- Cortes-Macías, E. T., N. Peña-Gómez, C. M. Amorocho-Cruz & N. Gutiérrez-Guzmán. 2016. Evolución de parámetros fisicoquímicos de quesillo huilense, en almacenamiento refrigerado. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 14(2): 110-118.
- Delgado, F. J., J. Gonzales-Crespo, R. Cava & R. Ramírez. 2011. Proteolysis, texture and color of a raw goat milk cheese throughout the maturation. *European Food Research and Technology* 233: 483-488.
- EXCEL. 2013. Excel Manuales USERS. Microsoft Excel Professional Plus, USA. 320 pp.
- Gamboa-Alvarado, J. G., D. Almaraz R. & E. J. Ramírez-Rivera. 2012. Calidad Fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración. *Revista Científica UDO Agrícola* 12(4): 929-938.
- Hernández-Briones, V., M. Quirasco-Baruch & B. Quintero-Salazar. 2009. Un acercamiento al mundo del queso Cotija Región de OrigenMC: arte y tradición de México. *Revista Virtual Gastronómica* 5: 5-19.
- Hernández-Morales, C., A. Hernández-Montes, E. Aguirre-Mandujano & A. Villegas G. 2011. Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International Journal of Dairy Technology* 63(4): 552-560.





- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2018. PIB y Cuentas Nacionales de México. Consultado: Septiembre 06, 2018: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibt/default.aspx>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014. Consultado: septiembre 05, 2017: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/>
- Juárez-Barrientos, J. M., P. Díaz-Rivera, J. Rodríguez-Miranda, C. E. Martínez-Sánchez, B. Hernández-Santos, E. Ramírez-Rivera, J. G. Torruco-Uco & E. Herman-Lara. 2016. Caracterización de la leche y clasificación de calidad mediante análisis Clúster en sistemas de doble propósito. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria* 7(4): 525-537.
- Oca-Flores, E. M., A. Espinoza-Ortega & C. M. Arriaga-Jordán. 2019. Propiedades tecnológicas y fisicoquímicas de la leche y características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias* 10(2): 367-378.
- Oliszweski, R., A. E. Rabasa, J. L. Fernández, M. A. Poli & M. S. Nuñez-Kairuz. 2002. Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Serrana del noroeste argentino. *Zootecnia Tropical* 20(2).
- Ramírez-Navas, J. S. 2010. Espectrocolorimetría en caracterización de leches y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 61:52-56.
- Ramírez-Rivera, E. J., J. M. Juárez-Barrientos, J. Rodríguez-Miranda, P. Díaz-Rivera, L. G. Ramón-Canul, J. A. Herrera-Corredor, M. I. Hernández-Serrano and E. Herman-Lara. 2017. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 41: 1605-1666.
- Ramos-Gabriel, S. U., J. A. Herrera-Corredor, J. G. Gamboa-Alvarado & E. J. Ramírez-Rivera. 2019a. Impact of fermented whey addition on resulting sensory characteristics and consumer preference of ripened cheeses. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 32(6): 449-458.
- Ramos-Gabriel, S. U., N. Y. Ávila-Serrano, J. K. Cruz-Vázquez, J. G. Gamboa-Alvarado & E. J. Ramírez-Rivera. 2019b. Impacto de la adición de suero fermentado en las características fisicoquímicas y sensoriales de quesos maduros. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 6(2): 317-324.
- Rebollar-Rebollar, S., J. Hernández-Martínez, F. J. Gonzales-Razo, A. García-Martínez, B. Albarrán-Portillo & R. Rojo-Rubio. 2011. Canales y márgenes de comercialización del queso añejo en Zacazonapan, México. *Archivos de Zootecnia* 60(232): 883-889.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Ríos-Flores, L., M. Torres-Moreno, E. Cantú-Brito, A. Torres-Moreno & C. Navarrete-Molina. 2016. Análisis económico de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Zacatecas, México. *Abanico veterinario* 6(2): 54-59.
- Ríos-Flores, L., M. Torres-Moreno, J. Ruiz-Torres, C. Navarrete-Molina, A. Torres-Moreno & E. Cantú-Brito. 2015. Crecimiento económico de los sistemas de producción bovino lechero en Jalisco, México Periodo 2005-2013. *Abanico veterinario* 5(3): 20-35.
- SAS. 2003. SAS User's Guide (Release 9.0). Statistic SAS Inst. Inc., Cary. NC.
- SE (Secretaría de Economía). 2012. Análisis del sector Lácteo en México. Dirección General de Industrias Básicas, México, 18 pp.
- SECOM (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial). 1970. Calidad para quesos procesados. NMX-F-092-1970. Diario Oficial de la Federación. Fecha de aprobación y publicación: agosto 6 de 1970.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2018. Patrimonio Inmaterial: Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. UNESCO, Fecha de aprobación: noviembre 16, 2010. Consultado: octubre 26, 2018: <http://www.unesco.org/new/es/mexico/work-areas/culture/intangible-heritage/>
- Villegas G, A., A. S. Moreno & F. C. Escoto. 2016. Los quesos mexicanos tradicionales. Universidad Autónoma Chapingo, México, 206 pp.
- Zamora, R., A. Salvador, C. Alvarado & R. Betancourt. 2011. Producción y composición de la leche y queso fresco pasteurizado de cabras mestizas canarias suplementadas con grasa sobrepasante. *Revista de Facultad de Ciencias Veterinaria* 52: 39-49.



## APLICACIÓN DE COLORANTES NATURALES DE *Chenopodium quinoa* Willd. (QUINUA) Y *Chenopodium pallidicaule* Aellen (CAÑIHUA) EN DERIVADOS LÁCTEOS

Cahuana Jorge, J.L.\*; Catacora Ccama, P.; Argota Pérez, G.

\* Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente “AMTAWI”, Puno, Perú. [joselej@gmail.com](mailto:joselej@gmail.com), Tel. +51 970 099 901.

### RESUMEN

El consumo de productos de origen animal sin la presencia de químicos sintéticos representa un reto para la industria alimentaria. El objetivo del estudio fue aplicar colorantes naturales de *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua) y *Chenopodium pallidicaule* Aellen (cañihua) en derivados lácteos. El estudio se realizó en la Estación Experimental Agraria Illpa Puno del Instituto de Nacional de Innovación Agraria Perú. Del Banco de Germoplasma se identificó las accesiones promisorias de quinua correspondientes a la Lp6, PIQ031046, PIQ031112 y PIQ031150 mientras que, las accesiones promisorias de cañihua fueron la PIK030311 y PIK030340. Del tallo, hoja, inflorescencia y el fruto se extrajeron los colorantes púrpura, rojo y anaranjado en la quinua; mientras que, los colorantes púrpura y amarillo fueron en la cañihua. La maceración en solvente agua destilada (pH = 7) fue el método de extracción con las siguientes relaciones: 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.5 y 1:1. El tiempo que transcurrió fue entre 45-60 minutos. El mayor rendimiento se obtuvo con la accesión PIQ031150 aunque, ninguna accesión fue de línea de color puro. Se añadió los colorantes en leche fresca y el yogurt donde se comparó mediante la observación, la coloración entre los pigmentos naturales y los sintéticos sin apreciarse diferencias notables. Se concluye que, el material genético de la quinua y cañihua son promisorios para la producción de colorantes naturales siendo el color púrpura y amarillo los predominantes, donde la concentración varía intra e inter accesiones pero cualquier color puede ser aplicado a la leche y el yogurt.

**Palabras clave:** Colorantes - productos naturales, lácteos, granos andinos.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumidor ha desarrollado una evidente tendencia por el consumo de productos naturales y saludables y de manera especial en cambiar los colorantes sintéticos por naturales. El yogurt es uno de los alimentos que tiene varios beneficios en el aspecto digestivo y la flora microbiana, es por ello que la industria alimentaria y farmacéutica requieren de la aplicación de colorantes naturales en sus procesos de producción, debido a que los de origen sintético son considerados como tóxicos o hasta cancerígenos para el hombre por ello cada vez son más restringidos por la legislación sanitaria. Bajo este principio, el equipo de investigadores del Programa Nacional de Investigación de Recursos Genéticos de INIA Estación Experimental Agraria Illpa-Puno con financiamiento del CIRNMA, se inició los estudios de las diversas accesiones del germoplasma de quinua y cañihua desde 2006, con el objetivo de hacer la caracterización y evaluación del material genético a fin de identificar accesiones con aptitud de presencia de mayores cantidades de metabolitos secundarios (colorantes), su extracción y utilización en yogurt. Para ello se instaló en campo una selección de accesiones de quinua y cañihua por su relevancia en contenido de pigmentos de coloración, posteriormente a ello se ha realizado la extracción de los colorantes del grano por el método de maceración y posteriormente sometido

estas muestras a un análisis espectrofotométrico, producto de ello las mejores selecciones fueron aplicadas para la tinción de yogurt con colorantes de origen natural provenientes de la quinua y cañihua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- 32 accesiones de quinua y cañihua
- Tubos de ensayo.
- Agua destilada.
- Espectrofotómetro.
- Registros de evaluación.
- Materiales para la cosecha y herramientas de campo.
- Yogurt natural.

### Metodología

#### Ubicación

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Programa de Recursos Genéticos del Centro de Investigación y Producción Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria ubicada en el distrito de Paucarcolla de la Provincia y Región de Puno, Km 22 de la carretera Puno – Juliaca a una altitud de 3820 msnm.

#### Método

1. Estudio de la variabilidad fenotípica de las accesiones y las condiciones agrometeorológicas.

En el campo experimental del Centro de Investigación y Producción Illpa, se instaló las accesiones promisorias de colores de quinua y cañihua durante 02 campañas agrícolas 2006-2007 y 2007-2008, por los pigmentos naturales de colores que poseen estas especies.

2. Extracción de colorantes naturales.

Para la extracción de colorantes en las accesiones promisorias de quinua y cañihua se realizó por el método de maceración, utilizando como solvente de extracción agua destilada, en relación sólido/solvente de 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.5 y 1:1, por ejemplo, para la relación 1:5 es 10 gramos de grano de quinua en 50 ml de agua destilada de pH 7, con tiempo de extracción de 30 a 60 minutos, con la mayor eficiencia de rendimiento de 85%. El proceso consiste en remojar el producto y agitando constantemente y filtrarlo, luego se procede a almacenar por un tiempo de 5 días, en condiciones adecuadas.



### 3. Análisis espectrofotómetro.

Se aplicó considerando al color externo de los frutos de los granos; es decir, el color de pericarpio del fruto, se determinan por reflectancia con un espectrofotómetro, dichas medidas se llevaron longitudes de ondas 477 y 537 nm., debido que, las betaxantinas, de color amarillo-naranja se muestran a la primera parte y las betacianinas son pigmentos rojo-púrpura, mejor se vislumbran a segunda longitud de onda.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En referencia al estudio de la variabilidad fenotípica de las accesiones y las condiciones agrometeorológicas, los resultados de producción son tal como se muestra en el Cuadro 1 que se muestra a continuación.

**Cuadro 1.** Producción y rendimiento de accesiones promisorias de colores de quinua y cañihua,

Especie	Accesiones	Color fruto	Biomasa de grano (kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Rdto kg/ha
Quinua	Lp6	Púrpura	23.4	560	417.857
	PIQ031046	Púrpura	12.3	330	372.727
	PIQ031112	Rojo	12.5	330	378.788
	PIQ031150	Anaranjado	45.8	560	817.857
Cañihua	PIK030311	Púrpura	19.6	330	593.939
	PIK030340	Amarillo	17.6	330	533.333

Los valores mostrados representan a la biomasa de grano, área y rendimiento, el más alto rendimiento se obtuvo con la accesión PIQ031150, los restantes tienen rendimiento de grano bajo, se debe a las bajas precipitaciones pluviales acumuladas que se presentaron en la campaña agrícola que fue de 449 mm, en 88 días del periodo de lluvias; además, la siembra fue tardía; sin embargo, existen rendimiento de biomasa de grano variables entre accesiones de las dos especies, estas accesiones son promisorias en la producción de pigmentos de colorantes, distribuidos en órganos de la planta, de orden secuencial en inflorescencia, fruto, hojas y tallo, respectivamente.



**Figura 1.** Tonalidad de colores, Fr: Color de fruto, Se: color de la semilla y Ha: color de grano molido.

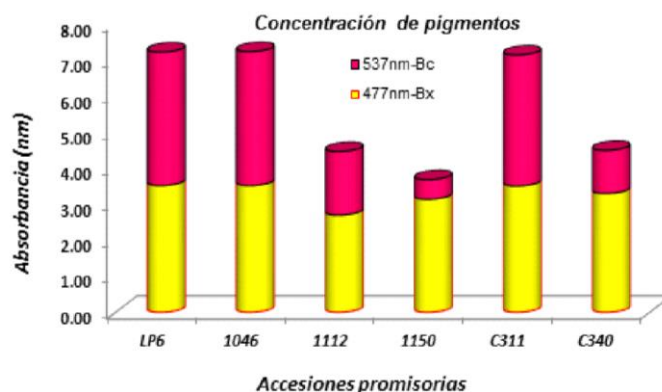
En la Figura 1, se muestra la variabilidad fenotípica de colores tanto en accesiones de quinua y cañihua, así como en producto transformado grano lavado y harina; en la cual, en la fila de fruto (Fr), se denomina como color del fruto, debido que en el pericarpio del fruto se concentra la pigmentación de gama de colores, dependiendo de las accesiones (púrpura, roja, anaranjado, etc.), estos pigmentos son solubles en agua, es decir, casi la totalidad de colorantes se desprenden al lavar, incluido la saponina en quinua. En la fila (Se), el color lustroso insoluble en agua, es decir, los pigmentos no se desprenden con el agua ni a la fricción, debido que es una capa protección fija a la semilla; este producto es consumible y exento de saponina. En la fila de harinas (Ha), al realizar la molienda de los frutos (Fr), la intensidad de color disminuye, pero lleva toda la pigmentación, solo están mezclados con el endospermo.



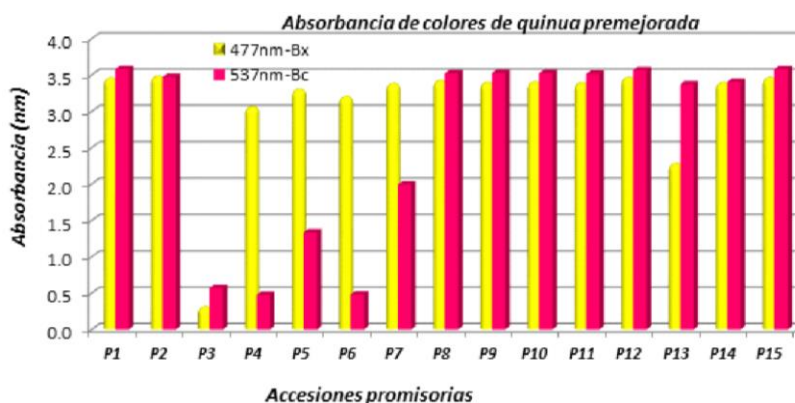
**Figura 2.** Tonalidad de colores, Fr: Color de fruto, Se: color de la semilla y Ha: color de grano molido.

En referencia a la extracción del colorante, se ha obtenido diversidad de tonalidad de colores, las mismas que muestran en la Figura 2; pero su cuantificación se corrobora sometiendo al análisis por espectrofotómetro, donde las intensidades de color varían de rojo, anaranjado y púrpura. Estos pigmentos en espectrofotometría, han permitido identificar dos tipos de pigmentos: betaxantina y betacianina, vale decir, las púrpuras y las amarillas, las concentraciones de pigmentos se indica en la Figura 3, las purpuras aproximadamente 50 y las anaranjadas en menor porcentaje de betacianinas.

Las primeras 15 accesiones se les hicieron la identificación y concentración de pigmentos por espectrofotometría, resultando que cada accesión posee los dos pigmentos, solo se diferencian por la concentración de pigmentos, demostrando que los colorantes amarillos tienen menor porcentaje de betacianinas (púrpuras), vale decir, ninguna accesión es de línea pura.



**Figura 3.** Concentración de pigmentos de betaxantinas y betacianinas en accesiones de quinua y cañihua.



**Figura 4.** Concentración de pigmentos de betacianinas y betaxantinas en colores de quinua.

Finalmente, en la utilización de estos colorantes de quinua y cañihua, fueron utilizados en yogurt, los resultados son muy saludables, así como la intensidad de colores del producto y comparando con colorantes sintético son muy similares y de durabilidad alargada, exento de sustancias toxica y dañinos al organismo humano.

### CONCLUSIONES

1. Se ha evaluado y caracterizado el material genético de quinua y cañihua, las mismas que son promisorias en la producción de colorantes naturales y con rendimiento de grano mediano y de amplia variabilidad genética en colores.
2. Se ha logrado realizar la extracción por método de maceración los pigmentos identificados y cuantificados por betaxantina (amarillos) y betacianina (púrpura), las mismas que son variables en concentración entre y dentro de accesiones.
3. Los colorantes de quinua y cañihua tienen la capacidad de tinción en productos consumibles de yogurt mostrando presentación y sabor agradable.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología del INIA, CIP – CIRNMA - ALTAGRO por haber apoyado financieramente en la realización del presente trabajo.

### LITERATURA CITADA

Acuña Soliz & Yrma J. (2006). Extracción de colorante del mojájuelo de la quinua Universidad Técnica de Oruro Facultad Nacional De Ingeniería Química.

Cai Y, M Sun, H Corke (2003) Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. J. Agric. Food Chem. 51: 2288-2294.

Ríos A. (2016). La Quinoa en la Costa Central del Perú. Editorial universitaria, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS, ALIMENTOS FUNCIONALES

Morales, M.S. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Av Libertador Bernardo O'Higgins 1058, Santiago, Región Metropolitana. [smorales@uchile.cl](mailto:smorales@uchile.cl), Tel. +56991628496

#### RESUMEN

La alta demanda de alimentos de alta calidad nutritiva crece al ritmo que crece la población mundial. En la medida que los alimentos satisfacen las necesidades nutritivas, la humanidad ha pasado de situaciones de desnutrición a condiciones de sobrealimentación, con consecuencias sobre la salud, como lo es el síndrome metabólico (obesidad, hipertensión arterial, diabetes tipo 2) y problemas cardiovasculares, entre otros. El hombre busca que los alimentos contribuyan, a prevenir o aliviar problemas de salud.

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, bioactivos, leche, péptidos.

#### INTRODUCCIÓN

Actualmente, toman importancia los alimentos funcionales y corresponden a aquellos que pueden proveer un efecto benéfico para la salud, además del aporte nutritivo de los nutrientes tradicionales que contiene. También, se considera como tales a aquellos que, eliminan, añaden o incrementan un componente, sustituyen un componente por otro y modifican la disponibilidad metabólica. De esta forma la leche como alimento funcional contiene grasa que puede ser extraída, además, puede presentar algunas modificaciones en sus componentes como la fermentación de lactosa en glucosa y galactosa, en las leches fermentadas, y la concentración de proteínas para hacer quesos con péptidos activos

Durante el proceso de formación de leche, algunos de sus componentes solo se filtran de la sangre (agua, minerales, vitaminas e inmunoglobulinas), otros como caseínas, proteínas del suero, Lactosa, ácidos grasos de cadena corta y parte de los de cadena media y triglicéridos tienen un proceso de síntesis en la célula alveolar. A partir de los diferentes procesamientos de la leche se obtienen diferentes productos lácteos, tales como: leche líquida pasteurizada, leche líquida temperatura ultra alta (UHT), leche descremada, semidescremada o entera, leches fermentadas, yogurt, quesos (fresco, maduros, diferentes tipos), leche deshidratada o en polvo, leche evaporada, mantequilla, suero de quesería, membrana del glóbulo de grasa láctea (MFGM) y aislados de proteínas, grasa, carbohidratos, minerales.

Dentro de los componentes funcionales de la leche se encuentran lípidos como el ácido linoleico conjugado (CLA), algunos ácidos grasos de cadena corta producidos durante la fermentación ruminal, tales como ácido vaccínico, ácido butírico y también ácidos cadena larga y poliinsaturados, los cuales, aumentan con la alimentación a pastoreo. Proteínas como la caseína, permanecen de forma constante sin importar la raza, aunque se pueden modificar a partir de la alimentación con granos. Durante el procesamiento de la leche para



la elaboración de quesos, se genera el suero, mediante procesos diferentes de filtración de membrana, que contiene  $\alpha$ -Lactalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina, lactoferrina (antimicrobiano), péptidos bioactivos, glicomacropéptido (antimicrobiano, atrapa toxinas, prebiótico, inmunomodulador), también contiene minerales como calcio y carbohidratos oligosacáridos (prebióticos). En leches fermentadas, los componentes funcionales son probióticos (*Lactococcus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Bifido bacterias*, etc; Alvarado y Guerra, 2010)

Los péptidos bioactivos tienen su origen desde la proteína láctea, ya sea por proceso de digestión intestinal por acción de tripsina, por procesos de fermentación por acción de inóculos (cultivos lácticos) en quesos, leches fermentadas y yogurt o por procesos *In vitro* mediante distintas enzimas aisladas de distinto origen (Baró *et al.*, 2001). Los péptidos bioactivos tienen diversos efectos sobre la salud, algunos son antimicrobianos, como la isracidina (de  $\epsilon$  S1-caseína) y Lactoferricina B (de Lactoferrina), Kappacina (de Glicomacropéptido) y otros que derivan de proteínas del suero. Otros tienen efectos anti-trombóticos e inhibe agregación de plaquetas, derivan del glicomacropéptido y de  $\kappa$ -caseína. También pueden ser inmunomoduladores, estos péptidos de proteínas del suero estimulan la secreción de citoquinas. La leche tibia libera un compuesto opioide que actúa sobre sistema neuroendocrino y tracto gastrointestinal promoviendo la motilidad, comportamiento, analgesia y saciedad. Algunos de estos péptidos bioactivos, son citomoduladores e inhiben cáncer, estimulan actividad de células intestinales y finalmente también son quelantes de minerales y mejoran el transporte, así como la absorción de Mn, Fe, Cu y Se. La presencia de péptidos inhibidores de enzima convertidora de la angiotensina (ACE) se ha informado en diferentes quesos y en leches fermentadas, se asocia a la presencia de algunos péptidos en particular, que derivan de las diferentes proteínas de la leche, resaltando la presencia de aminoácidos tales como, triptófano, tirosina, prolina, combinados con lisina, arginina (FitzGerald *et al.*, 2004).

### CONCLUSIONES

La leche y los productos lácteos, además de contribuir con nutrientes de alto valor biológico, aporta con compuestos funcionales que favorecen la salud de quienes los consumen.

Diversos procedimientos de elaboración de productos lácteos contribuyen a la generación de compuestos bioactivos.

También existen diversos procedimientos tecnológicos que son utilizados para generar y/o aislar compuesto de alto valor funcional.

La especie de origen, la raza de las hembras afecta el valor nutritivo de la leche y productos lácteos, y junto a las capacidades tecnológicas locales pueden influir en la presencia de uno u otro factor funcional.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### LITERATURA CITADA

- Alvarado Carrasco, C., & Guerra, M. (2010, June). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. In *Anales venezolanos de nutrición* (Vol. 23, No. 1, pp. 45-50). Fundación Bengoa.
- Baró, L., Jiménez, J., Martínez-Férez, A., & Bouza, J. J. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 42(3-4), 135-145.
- FitzGerald R., B. Murray, D. Walsh (2004) Hypotensive peptides from milk proteins, *J. Nutr.* 134: 980S-8S.
- González-Olivares, L. G., Jiménez-Guzmán, J., Cruz-Guerrero, A., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., & García-Garibay, M. (2011). Liberación de péptidos bioactivos por bacterias lácticas en leches fermentadas comerciales. *Revista mexicana de ingeniería química*, 10(2), 179-188.
- Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. 2006. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. pp. 121-135. En *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Y W Park and G F W Haenlein ed. Oxford: Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- Rodríguez-Hernández, G., Rentería-Monterrubio, A. L., Rodríguez-Figueroa, J. C., & Chávez-Martínez, A. (2014). Biopéptidos en la leche y sus derivados: funcionamiento y beneficios a la salud. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(3), 281-294.



## LA INDUSTRIA DE GANADO DE CARNE EN BRASIL: CARACTERÍSTICAS Y OPORTUNIDADES

Veiga-Paulino P. Consultor Técnico Nacional Bovinos de Corte / Global Technology Manager Beef Cattle ANH / CAN Latam Cargill. Avenida Dr. José Bonifácio Coutinho Nogueira, 150 – salas 601/602 – Galleria Plaza CEP 13091-611. Campinas. São Paulo. Brasil. [Pedro\\_veiga@cargill.com](mailto:Pedro_veiga@cargill.com) Tel. + 55 62 9 8169 - 9835

### RESUMEN

La industria de ganado de carne en Brasil ha crecido en los últimos años gracias a la tecnificación en el manejo del confinamiento, planes de mejoramiento genético con razas productoras de carne resistentes a las condiciones del trópico y planes de manejo nutricional, que permiten eficientizar los sistemas de producción desde la obtención de materias primas, conservación, transformación, industrialización y productos hasta el consumidor final.

**Palabras clave:** sistemas de producción, tecnificación, nutrición animal.

### INTRODUCCIÓN

En países con amplias regiones tropicales la producción ganadera de carne está basada, principalmente, en razas cebuinas (*Bos indicus*) y sus cruzas con *Bos taurus* (Yokoo *et al.*, 2010; Chizzotti *et al.*, 2008). Los sistemas son extensivos y las pasturas son la principal fuente de alimentación, en algunas regiones se puede desarrollar una suplementación alimenticia con subproductos agroindustriales. Se estima que Brasil posee más de 55 millones de cabezas de vacas, siendo la mayoría de razas cebuinas, las cuales, son responsables de mantener la cadena de producción de carne (Anualpec, 2008). La ganadería con mayor crecimiento desde la década de los 70 en Brasil es la de centro norte, una región cercana a la amazonia, en donde el impacto en el ecosistema no es tan grande como parece.

Cerca del 31% del hato bovino para la producción de carne está representado por vacas que se usan como vientres y hacen parte del hato de cría (Calegare, 2004), en las cuales, se destina entre el 70-75% de toda la energía dietética consumida para la producción de carne cumpliendo con los requerimientos de mantenimiento y exigencias de reproducción (Ferrel & Jenkins, 1985; Kelly *et al.*, 2010). En el hato de cría, se mantiene además de las vacas los becerros, consumiendo entre 65 al 75% de la energía requerida durante todo el ciclo de producción. De esta forma, alrededor del 50% de toda la energía requerida para producir un animal es usada para el mantenimiento de vacas.

Para mejorar la sustentabilidad económica y ambiental de los sistemas de producción de carne bovina, los animales deben ser más eficientes en el uso de recursos forrajeros disponibles identificados en la región (Kelly *et al.*, 2010). En Brasil en la actualidad, existen programas de validación genética que usan las diferencias entre individuos para mantener animales más eficientes y productivos de acuerdo con las especificaciones del sistema de producción (Evans *et al.*, 2002). Uno de los grandes desafíos de la cadena productiva bovina es





producir carne que atienda a las expectativas de los mercados diversificados y diferentes consumidores, cuyo grado de exigencia ha aumentado en los últimos años (Cabral *et al.*, 2010). La cruce entre razas, es una estrategia que puede auxiliar la obtención de carne con calidad, un sistema de mejoramiento bien planeado y bien ejecutado puede aumentar la productividad de los animales en un 20 a 25%. La mayoría de la carne que produce Brasil es principalmente exportada a China, anteriormente casi el 50% de la carne que se exportaba, iba directamente al mercado de la unión europea.

Los sistemas de producción que retrasan la edad de sacrificio del ganado son menos eficientes, ya que explotan animales de edad avanzada, más grandes o más pesados, que siempre tienen mayores requerimientos nutricionales para el mantenimiento y actividad corporal, y por lo tanto son menos eficientes, ya que requieren una mayor cantidad de alimento por kilo de carne producido, disminuyendo la ganancia para el productor (Silveira *et al.*, 2010). El uso de razas europeas puras, conocidas por tener altas tasas de crecimiento, en los sistemas de producción de ganado de carne en Brasil es limitado, debido a la gran diferencia en el ambiente entre las regiones templadas y tropicales. Un factor importante en el uso de cruces es la elección de las razas que se utilizarán. El grupo genético en el norte del país proviene del cruce de cuatro razas: Nellore, Red Angus, Senepol y Caracu, lo que significa la presencia de genes de *Bos indicus*, *British taurus* y *Bos taurus continental* (Miranda y Vilas Boas, 2002). La adaptabilidad de este grupo genético, combinada con su desempeño, puede permitir su uso exitoso en diferentes sistemas de producción.

### CONCLUSIONES

La industria de ganado de carne en Brasil ha crecido en los últimos años gracias a la tecnificación en el manejo del confinamiento, planes de mejoramiento genético con razas productoras de carne resistentes a las condiciones del trópico y planes de manejo nutricional.

El manejo de la alimentación en el sistema tropical de producción de carne, no solo depende de la suplementación con concentrados proteicos o energéticos, buena parte de la alimentación del ganado de carne de Brasil se alimenta de pasturas mejoradas para producir más en las condiciones climatológicas y edáficas de cada región en dicho país.

La tecnificación de los sistemas de producción de carne de bovino ha permitido cumplir con las exigencias de exportación de países asiáticos que demanda un producto procesado de calidad e inocuo.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### LITERATURA CITADA

- ANUALPEC – Anuário da Pecuária Brasileira. Instituto iFNP: São Paulo. 380p. 2008.
- Calegare, L., Alencar, M. M., Packer, I. U., & Lanna, D. P. D. (2007). Energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British Bos taurus× Nellore crosses. *Journal of animal science*, 85(10), 2413-2422.
- Chizzotti, M. L., Tedeschi, L. O., & Valadares Filho, S. C. (2008). A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, 86(7), 1588-1597.
- da Silva Cabral, L., de Toledo, C. L. B., Novaes, D., Neto, S., Galati, R. L., & de Andrade, K. M. Oportunidades e Entraves para a Pecuária de Corte Brasileira.
- Evans, J. L., Golden, B. L., & Hough, B. L. (2002). A new genetic prediction for cow maintenance energy requirements. In *Proc. 34th Beef Improvement Federation meeting, Omaha, NE*.
- Ferrell, C.L. Sources of variation in animal energy expenditures. In: INTERNACIONAL.
- Kelly, A. K., McGee, M., Crews Jr, D. H., Fahey, A. G., Wylie, A. R., & Kenny, D. A. (2010). Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. *Journal of animal science*, 88(1), 109-123.
- Müller, L., & Primo, A. T. (1986). Influência do regime alimentar no crescimento e terminação de bovinos e na qualidade da carcaça. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21(4), 445-452.
- Silveira, A. C., ARRIGONI, M., Martins, C. L., & Chardulo, L. A. L. (2010). Produção de bovino superprecoce no Brasil. *Bovinocultura de corte*. Piracicaba: ESALQ, 1347-1368.
- Workshop on modelling of ruminant digestion and metabolism, 2., 1984, Davis. Proceedings. L Davis: University of California, 1984. p.100-105.
- Yokoo, M. J., Lobo, R. B., Araujo, F. R. C., Bezerra, L. A. F., Sainz, R. D., & Albuquerque, L. G. D. (2010). Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, 88(1), 52-58.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### ¿POR QUÉ LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DEBE INNOVAR?

Rodríguez, C. Innovación CFI embutidos. Cargill de Honduras S. de R.L.

#### RESUMEN

En la actualidad, la producción primaria y secundaria de productos agrícolas, pecuarios y forestales y sus mecanismos de transformación y comercialización, son más complejos por la alta competitividad y falta de asociación de los productores. Esto aumenta la necesidad de generar propuestas de valor y estudios de mercado, que disminuya la incertidumbre de los productores en el momento de la comercialización y publicidad de productos de la industria alimentaria, que en primera instancia representan parte de las necesidades básicas y de soberanía alimentaria.

**Palabras clave:** Innovación, consumidor, valor agregado.

#### INTRODUCCIÓN

La Agroindustria (AI) es un proceso de producción social que acondiciona, conserva y/o transforma las materias primas cuyo origen es la producción agrícola, pecuaria y forestal. El canal de distribución está constituido por la trayectoria que ha de seguir un bien desde su punto de producción hasta su consumo, y, además, por el conjunto de personas y/o entidades que permiten la realización de las tareas correspondientes a lo largo de dicha trayectoria. El Marketing debe encargarse de crear un cóctel con todos esos elementos, tangibles e intangibles, y dar forma al producto para comunicárselo al mercado de la mejor forma posible. Es “cualquier bien material, servicio o idea que posea un valor para el consumidor y sea susceptible de satisfacer una necesidad”. Las características tangibles del producto deben ir acompañadas, necesariamente, de las intangibles.

#### RESULTADOS

Las empresas Agroindustriales de la actualidad requieren para su desarrollo y inclusión en los mercados mantener la innovación como parte de su diario vivir (Figura 1), donde el cliente valorará elementos del producto como:

- Beneficios a la salud, elementos funcionales, nutraceuticos, menor contenido de grasas, carbohidratos, incorporación o conservación de vitaminas, etc.
- Las características sensoriales, como sabor, olor, color, textura y su interacción para la aceptación global del producto. Que posea un valor para el consumidor y sea susceptible de satisfacer una necesidad”.
- Las innovaciones que les generen una nueva experiencia, los empaques, diseños logos que les permita diferenciarse de la competencia. Diseño, forma y logo, permiten la identificación del producto o la empresa y, generalmente, configura la propia personalidad del mismo.

- El consumidor valorará un producto a precio accesible y envases y contenidos prácticos en, dependiendo de su uso. valor último de adquisición. En él influyen la calidad y la mercadotecnia del producto, para competir con otros similares y llegar al consumidor.
- Otro elemento, que debe incluir la innovación es el enfoque sostenible en las propuestas de valor.



Figura 1. Elementos de las propuestas de valor para el desarrollo de una propuesta en innovación de productos.

El ciclo de la innovación nos permite identificar el problema que se busca solventar y que nos generará las principales propuestas de valor en el producto, el o los prototipos que busquen resolver el problema, la validación de los prototipos a través de metodologías de estudios de mercado y/o evaluación sensorial, y finalmente la salida al mercado de dichos prototipos, el descarte y/o en su caso su redefinición (Figura 2).

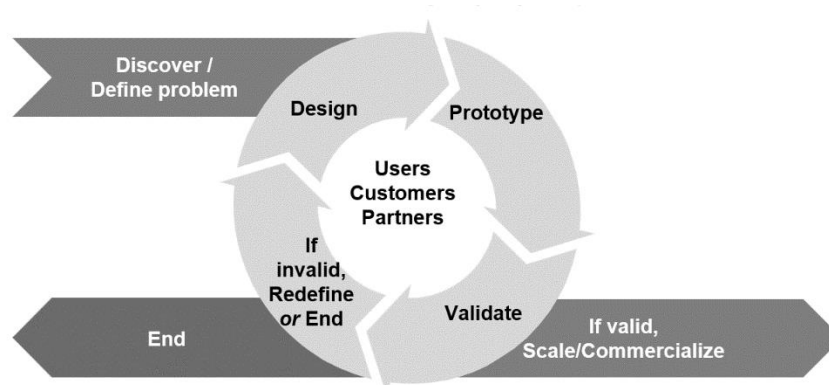


Figura 2. Ciclo de la innovación de productos.

### CONCLUSIONES

Las Agroindustrias deben estar en constante innovación.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

Los prototipos de nuevos productos deben ser rápidamente validados y de un bajo costo.

Los prototipos siempre deben ser nuevas ideas que generen valor.

### LITERATURA CITADA

Bagchi, D., Preuss, H.G. y Swaroop, A. (2015). *Nutraceuticals and Functional Foods in Human Health and Disease Prevention*. CRC Press.

de Ancos, B., Moreno S.C. y Cano, P.M. (2009). Aspectos nutricionales y saludables de vegetales frescos cortados. In: *Aspectos Nutricionales y Sensoriales de Vegetales Frescos Cortados*. Editorial Trillas. México.

Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales y biotecnología. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 17: 5-8.

Shane-McWhorter, L. (2009). Dietary Supplements for Diabetes: An Evaluation of Commonly Used Products. *Diabetes Spectrum* 22: 206-213.

## MIEL: CALIDAD Y BENEFICIOS A LA SALUD

Lucio González Montiel<sup>1\*</sup>, Isaac Almaraz Buendía<sup>2</sup>, Jesús M Campos Pastelin<sup>1</sup>, Rafael Germán Campos Montiel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la Cañada. Cuerpo Académico Aprovechamiento Integral de Productos Agroindustriales. Carr. Teotitlán-San Antonio Nanahuatipán Km. 1.7 s/n. Paraje Titlacuatitla. Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México. C.P. 68540. <sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Rancho Universitario, Tulancingo, Hidalgo, México. C.P. 43600. email: [luciogonzalez@unca.edu.mx](mailto:luciogonzalez@unca.edu.mx)

### RESUMEN

La apicultura es una actividad agropecuaria muy antigua, orientada a la crianza de abejas, otorgándoles los cuidados necesarios para obtener productos comercializables, de la cual se generan dos tipos de beneficios, los directos (miel, polen, propóleo y cera) y los indirectos (acción polinizadora de las plantas). De esta actividad el principal producto de la colmena es la miel, considerado como un alimento energético, destinándose principalmente al intercambio comercial. La Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SAG/GAN-2018), menciona que toda la miel que se produzca en México y que se pretenda comercializar a nivel nacional o internacional deberá cumplir con ciertas especificaciones: sensoriales, físicas, químicas, contaminantes y residuos tóxicos. Por otra parte, la miel ha utilizado en la medicina tradicional desde tiempos remotos, y en la actualidad se han desarrollado diversos ensayos clínicos en modelos humanos y animales para demostrar los diversos beneficios a terapéuticos asociados a la salud humana. Siendo los compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides) los que presentan mayor número de propiedades funcionales por su efecto antioxidante.

**Palabras clave:** Miel, propiedades funcionales, efectos benéficos.

### INTRODUCCIÓN

En 2018, la producción mundial de miel fue de 2,308,076 toneladas, donde el 65.52 % de la producción se centró en 10 países: China, China Continental, Turquía, Argentina, Irán, Estados Unidos, Ucrania, Federación de Rusia, India y México (FAOSTAT, 2020). Así mismo, el INAES (2018) indica que México se ha consolidado entre los principales productores y exportadores de miel a nivel mundial y cuenta con cinco regiones muy definidas que son: la Región Norte, Región de la Costa del Pacífico, Región del Golfo, Región del Altiplano y la Región Sureste y cada una produce una clase de miel diferente. Esto podría indicar que la apicultura en México es una actividad relevante de gran importancia económica por la generación de empleos e ingresos en el medio rural. No obstante, los desafíos del sector en el mercado nacional e internacional son: la competencia, posicionamiento, acceso y permanencia en mercados de nicho y obtención de mejores precios de venta. En el 2019, la producción de miel en México fue de 61,986 toneladas, siendo los principales estados productores: Yucatán, Campeche, Jalisco, Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Quintana Roo, Puebla, Michoacán y Guerrero, aportando el 77.5 % de la producción nacional. El estado de Oaxaca ocupó el sexto lugar con 4,668 toneladas que representan el 7.5% (SIAP, 2019), las regiones de mayor producción fueron: la Costa, la Mixteca y Valles Centrales.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SAG/GAN-2018), el producto denominado miel que se comercialice o pretenda comercializarse dentro del territorio nacional, de origen nacional o de importación,

en cualquiera de sus presentaciones deberá cumplir con las especificaciones: sensoriales, físicas y químicas, contaminantes y residuos tóxicos. Por otro lado, la miel que se produzca, bajo sistemas vinculados a procesos de certificación, como la miel orgánica, deberán cumplir con las especificaciones antes mencionadas, así como, aquellas que para efectos de la certificación corresponda (Secretaría o sus órganos desconcentrados). Además, la miel no deberá contener ningún ingrediente adicional, debe estar libre de fragmentos de insectos y de cualquier otra materia extraña; no deberá haber comenzado a fermentar (excepto en mieles de mangle), o producir efervescencia. Tampoco deberá contener ningún aditivo como colorante, saborizantes, conservadores e inhibidores microbianos. No deberá adulterarse (agua, glucosa, fructosa, melazas, almidones, gomas, dextrinas, o cualquier otro tipo de azúcares o jarabes). Además, no deberá someterse a ningún tratamiento químico o bioquímico que influya en su cristalización.

### MARCO TEORICO

#### Miel.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SAG/GAN-2018) es “la sustancia dulce natural producida por abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure o pueda añejarse. Y es clasificada en: Miel del néctar de las flores. Miel de mielada o mielatos. Miel en panal. Miel líquida. Miel cristalizada. Miel orgánica y Miel para uso industrial. En el cuadro 1, se muestran los parámetros de calidad para la miel de abaje del género *Apis*, puntualizando los valores mínimos y máximos, de los componentes de mayor importancia.

**Cuadro 1.** Parámetros de calidad en miel de abeja del género *Apis*.

Componentes	Mínimo	Máximo
Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambas) (g/100g)	60	-
Contenido de sacarosa % (g/100g)	-	5
Humedad % (g/100g)	-	20
Contenido de humedad para miel de mangle % (g/100g)	-	21
Sólidos insolubles en agua % (g/100g)	-	0.1
Conductividad eléctrica (mS/cm)	-	0.80
Ácidos libres (meq/kg)	-	50
Hidroximetilfurfural (HMF) de miel proveniente de clima tropical (mg/kg)	-	80
Hidroximetilfurfural (HMF) de miel en general (mg/kg)	-	40
Índice diastásico de miel en general (unidades Schade)	8	-
Índice diastásico de miel con bajo contenido de enzimas naturales y un contenido de HMF no superior a 15 mg/kg (unidades Schade)	3	-

Fuente: (NOM-004-SAG/GAN-2018)

### Composición de la miel.

En los últimos años, se han podido identificar al alrededor de 200 sustancias en la miel (Lanjwani, y Channa, 2019). Los carbohidratos son los principales constituyentes, representa aproximadamente el 95% de la materia seca, seguido del agua y una gran diversidad de sustancias, entre las que podemos encontrar; proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, pigmentos, vitaminas, minerales, compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides, sustancias aromáticas y partículas insolubles en agua provenientes de la recolección y/o manipulación de la miel (Cuadro 2). Pauliuc *et al.* (2020), mencionan que el color, aroma y sabor de la miel está directamente relacionada con el tipo de floración usada por las abejas para su alimentación, el origen geográfico, las condiciones climáticas de la región y de la especie de abeja. Sin embargo, estas características pueden verse afectadas por las condiciones climáticas, las deficientes condiciones higiénicas durante el proceso de recolección, manipulación, envasado y el tiempo de almacenamiento.

**Cuadro 2.** Composición química de la miel en 100g de miel (Alvarez-Suarez *et al.*, 2013).

Componentes		Minerales		Vitaminas	
Agua (g)	17.1	Calcio (mg)	4.4-9.2	Ácido ascórbico (C) (mg)	2.2-2.4
Energía (kcal)	304	Potasio (mg)	13.2-16.8	Tiamina (mg)	<0.006
Carbohidratos totales (g)	82.4	Cobre (mg)	0.003-0.1	Riboflavina (mg)	<0.06
Fructosa (g)	38.5	Hierro (mg)	0.06-1.5	Niacina (mg)	<0.36
Glucosa (g)	31.0	Magnesio (mg)	1.2-3.5	Ácido pantoténico (mg)	<0.11
Maltosa (g)	7.20	Manganeso (mg)	0.02-0.4	Piridoxina (B6) (mg)	<0.32
Sacarosa (g)	1.5	Fosforo (mg)	1.9-6.3		
Proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales (g)	0.5	Sodio (mg)	0.0-7.6		
		Zinc (mg)	0.03-0.4		
		Selenio (µg)	1-2.91		

**Compuestos aromáticos.** Se han identificado cerca de 600 compuestos volátiles y semivolátiles responsables del aroma y sabor de la miel (del picante al rancio) (Santos-Buelga y González-Paramás, 2017). Dentro de los compuestos aromáticos podemos mencionar: hidrocarburos, aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos grasos, ésteres, benceno y sus derivados, norisoprenoides, sesquiterpenos, y sus derivados, azufre y compuestos cíclicos. Además, el sabor de la miel es una de las principales características que el consumidor toma en cuenta para su aceptación y a pesar de que las mieles contienen cientos compuestos volátiles, son pocos los responsables del aroma característico de la miel (Selli *et al.*, 2020).

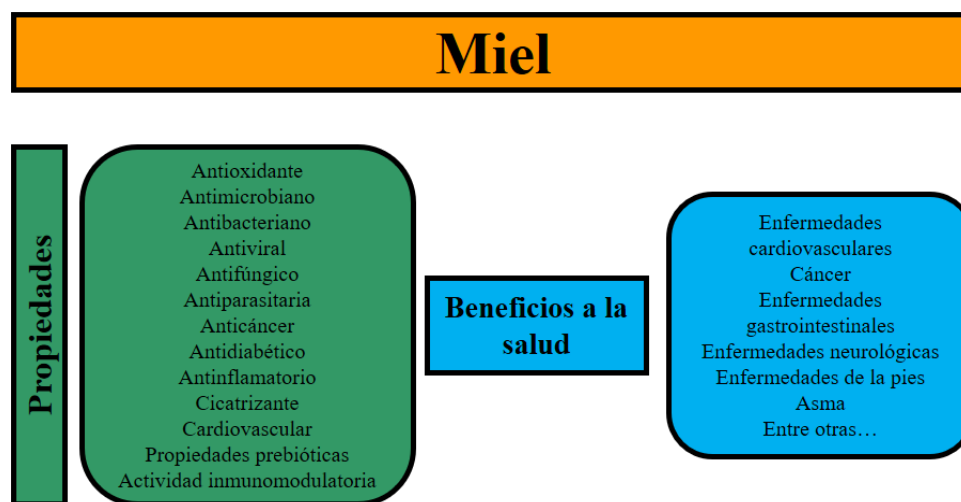
**Compuestos fenológicos.** Los polifenoles son considerados uno de los grupos más grandes de metabolitos secundarios producidos por las plantas principalmente para su protección contra factores bióticos y abióticos, así como daño o estrés oxidativo, estos compuestos pueden llegar a la miel a través del néctar de las flores (Cianciosi *et al.*, 2018), la composición fenólica de la miel depende principalmente de su origen floral, y en algunos casos puede utilizarse para clasificar y autenticar la miel, especialmente en miles monoflorales.



### Propiedades funcionales de la miel.

En las últimas décadas, la miel ha sido estudiada en modelos humanos y animales, en el tratamiento de diversas afectaciones a la salud. Debido a las propiedades terapéuticas que presenta. En la figura 1, se muestran los principales beneficios terapéuticos de la miel, asociados a la salud humana.

**Efecto antioxidante.** Se ha demostrado que la miel presenta una fuerte actividad antioxidante, contribuyendo a la prevención de diversas afectaciones a la salud. Siendo los ácidos fenólicos y los flavonoides los responsables de esta actividad. Además, de otros compuestos propios de la miel tales como: los azúcares, proteínas, aminoácidos, carotenos, ácidos orgánicos, productos de la reacción de Maillard, producción de especies reactivas de oxígeno y otros componentes menores. El efecto antioxidante es debido a: un incremento de  $\beta$ -caroteno, vitamina C, glutatión reductasa y ácido úrico; a la captación de radicales libres; a la donación de hidrogeno; y la quelación de iones metálicos que actúan como sustrato de radicales. Como resultado se tiene una estimulación de las células reduciendo el estrés oxidativo (Ahmed *et al.*, 2018).



**Figura 1.** Efectos benéficos de la miel. (Elaboración propia basado en: Seraglio *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2018; Scepankova *et al.*, 2017; Miguel *et al.*, 2017).

**Efecto antibacteriano.** Aumeeruddy *et al.* (2019) menciona que la actividad antimicrobiana de la miel, se debe principalmente: 1) al efecto osmótico; 2) el bajo pH; 3) el peróxido de hidrogeno (principal compuesto antimicrobiano); 4) al ácido glucónico que inhibe el crecimiento microbiano. Además, los fenoles (flavonoides y ácidos fenólicos) y la lisozima ejercen una fuerte actividad antimicrobiana.

**Efecto antifúngico.** Existen diversas investigaciones sobre el uso de la miel como antifúngico (hongos filamentosos y levaduras) de importancia clínica. Mediante los siguientes mecanismos de acción: 1) prevención



de la formación de biopelículas; 2) alteración de las biopelículas, provocando cambios en la estructura de exopolisacáridos; 3) daño en la integridad de la membrana celular, con la contracción de la superficie celular de la biopelícula, provocando la muerte o retraso del crecimiento. Algunos flavonoides pueden disminuir el crecimiento de los hongos, afectando la morfología externa y la integridad de la membrana celular, alterando algunos procesos involucrados en el crecimiento del tubo germinativo (Ahmed *et al.*, 2018).

**Efecto antiviral.** Este efecto está directamente relacionado con el contenido de óxido nítrico de la miel, ya que este reprime la replicación, inhibiendo la polimerasa viral, síntesis de ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas de la cápside. Además, el contenido de flavonoides, cobre, peróxido de hidrogeno y el ácido ascórbico, inhiben la transcripción y replicación viral, en conjunto se tiene una inactivación de los virus (Ahmed *et al.*, 2018).

**Efecto antiinflamatorio.** Se ha demostrado que la miel disminuye el edema y los niveles plasmáticos de citosinas proinflamatorias, disminuye la producción de óxido nítrico, prostaglandina y los factores de necrosis tumoral e interleucinas-6 en plasma (Costa *et al.*, 2019). Además, diferentes tipos de miel promueven la liberación de TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6 de monocitos disminuyendo el proceso inflamatorio (Almasaudi *et al.*, 2016). Otro posible mecanismo muestra que las especies reactivas de oxígeno son producidas por macrófagos, monocitos y neutrófilos que aumentan la inflamación. La miel detiene la liberación de este tipo de células para promover el efecto antiinflamatorio. También inhibe la producción de queratinocitos y leucocitos para reducir la inflamación. Se ha demostrado que en la respuesta inflamatoria la producción de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por la miel estimula el crecimiento de fibroblastos y células epiteliales para reparar el daño inflamatorio.

**Efecto antidiabético.** Los mecanismos del efecto antidiabético de miel se deben a: 1) la fructosa, ayuda a regular el sistema respuesta de la insulina, teniendo como resultado un nivel de glucosa en sangre controlado; a) la fructosa regula la expresión de los receptores GLUT5 y GLUT2; b) regula la modulación de enzimas de fosforilación como la glucoquinasa en la glucogenólisis hepática; 2) por otra parte, algunos compuestos de la miel participan en la regulación y modulación de la vía de señalización de la insulina a través del aumento de la expresión de Akt y la expresión reducida de la fosforilación de serina IRS-1, NF- $\kappa$ B y MAPK. El flavonol y la miricetina estimulan la lipogénesis y el transporte de glucosa en el tejido adiposo, además algunos ácidos fenólicos y flavonoides presentan un efecto hipoglucémico e insulinomimético (Samarghandian *et al.*, 2017).

**Efecto anticáncer.** Este efecto está condicionado a los componentes propios de la miel, y que estos pueden variar de acuerdo al origen botánico, sin embargo, el efecto anticáncer está estrechamente relacionado con la actividad antioxidante, actividad antimutagénica, a la modulación de estrógenos, a la actividad



antiproliferativa, a la actividad antiinflamatoria, a la actividad inmunomoduladora, a la actividad apoptótica, así como a la modulación de la insulina y angiogénesis (Ahmed *et al.*, 2018).

**Efecto cardiovascular.** La miel es utilizada en el tratamiento de diferentes enfermedades cardiovasculares, debido a las propiedades: antioxidantes, anticoagulantes, antiplaquetarios, angiogénicos, antiaterogénicos, antitrombóticos, vasodilatadoras, antiinflamatorias y por la modificación del metabolismo de lípidos. Además, puede inhibir la agregación plaquetaria, reducir la concentración de fibrinógeno del plasma deficiente en plaquetas, evitando la formación de trombos o coágulos en el interior de las venas y arterias (Olas, 2020). Algunos tipos de miel presentan un efecto cardioprotector al inhibir el estrés oxidativo, (prevención de infarto al miocardio). La quercetina y el kamferol, poseen un efecto protector sobre las enfermedades cardiovasculares debido a: 1) la activación de los canales de potasio activados por  $Ca^{2+}$ , y un aumento de la óxido nítrico sintetasa, estimulando así la relajación arterial; 2) protección de los vasos contra la disfunción endotelial inducida por el ácido hipocloroso en arterias aisladas y un aumento del óxido nítrico; 3) supresión de la producción de TNF- $\alpha$  y activación de NF- $\kappa$ B, con la consiguiente actividad inhibidora de la adhesión celular y la migración a las células endoteliales (Miguel *et al.*, 2017).

## CONCLUSIONES

La miel de abeja debe ser considerada una fuente natural rica en compuestos fitoquímicos, que además de ser muy agradable al paladar, presenta diversos beneficios sobre la salud humana. La composición fisicoquímica de la miel, está en función del origen botánico (tipo de floración que las abejas utilizan para su alimentación), origen geográfico, condiciones climáticas y el manejo higiénico-sanitario durante su procesamiento, almacenamiento y comercialización. Por último, es muy importante que los apicultores cumplan con la norma oficial mexicana para la miel, así como buscar nuevos y mejores canales de comercialización para sus productos, de esta manera mejoran sus ingresos económicos.

## LITERATURA CITADA

- Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, s., Jabeen, S., Shamim, N., & Othman, N H. (2018). Honey as a potential natural antioxidant medicine: An insight into its molecular mechanisms of action. *Oxidative Medicine Cellular Longevity*, 2018. ID 8367846. <https://doi.org/10.1155/2018/8367846>.
- Almasaudi, S. B., El-Shitany, N. A., Abbas, A. T., Abdel-dayem, U. A., Ali, S. S., Al Jaouni, S. K., & Harakeh, S. (2016). Antioxidant, anti-inflammatory, and antiulcer potential of manuka honey against gastric ulcer in rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1–10. doi:10.1155/2016/3643824.



- Alvarez-Suarez, J.M, Giampieri, F., & Battino M. (2013). Honey as a source of dietary antioxidants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current Medicinal Chemistry*, 20(5): 621-638. doi: 10.2174/092986713804999358.
- Aumeeruddy, M. Z., Aumeeruddy-Elalfi, Z., Neetoo, H., Zengin, G., Blom van Stadend, A., Fibrich, B., Lambrechts, I. A., Rademan, S., Szuman, K. M., Lall, N., & Mahomoodally, F. (2019). Pharmacological activities, chemical profile, and physicochemical properties of raw and commercial honey. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18. doi:10.1016/j.bcab.2019.01.043.
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T.Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodríguez, P., Manna, P.P., Zhang, J., Bravo, L.L., Martínez, F.S., Agudo, T.P., Quiles, J.L., Giampieri, F., & Battino, M. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules*, 23(9):1-20.
- Costa, F. C. B., Ronqui, R., Scharnoski, P., Scharnoski, P., Peruzzolo, M., Da Rosa S. P., Halak, A., Wielewski, P., Mosconi M. J., & De Araujo, K. F. (2019). Health benefits of honey: Honey analysis - new advances and challenges, Vagner de Alencar Arnaut de Toledo & Emerson Dechechi Chambó. IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.88211. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/honey-analysis-new-advances-and-challenges/health-benefits-of-honey>.
- FAOSTAT. The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. (2020). (Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2020). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>
- INAES. Instituto Nacional de Economía Social. (2018). Historia e importancia de la apicultura. (Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2020). Disponible en: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura?idiom=es>
- Lanjwani, M. F., & Channa, F. A. (2019). Minerals content in different types of local and branded honey in Sindh, Pakistan. *Heliyon*, 5(7), e02042
- Miguel, M., Antunes, M., & Faleiro, M. (2017). Honey as a complementary medicine. *Integrative Medicine Insights*, 12; 1-15. doi:10.1177/1178633717702869.
- [Norma Oficial Mexicana] NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones
- Olas, B. (2020). Honey and its phenolic compounds as an effective natural Medicine for cardiovascular diseases in humans?. *Nutrients*, 12(2): 283.
- Pauliuc, D., Dranca, F., & Oroian, M. (2020). Antioxidant activity, total phenolic content, individual phenolics and physicochemical parameters suitability for Romanian honey authentication. *Foods*, 9: 1-22.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Samarghandian, S., Farkhondeh, F., & Samini, F. (2017). Honey and health: A review of recent clinical research. *Pharmacognosy Research*, 9(2): 121-127.
- Santos-Buelga, C., & González-Paramás, A. M. (2017). Chemical composition of honey. *Bee Products - Chemical and Biological Properties*, 43–82.
- Scepankova H., Saraiva J.A., & Estevinho L.M. (2017). Honey health benefits and uses in medicine. In: Alvarez-Suarez J. (eds) *Bee products - Chemical and biological properties*. Springer, Cham. Pp. 83-96.
- Selli, S., Guclu, G., Sevindik, O., Yetisen, M., & Kelebek, H. (2020). Characterization of aroma - active compounds and stable carbon isotope ratios in Turkish pine honeys from two different regions. *Journal of Food Processing and Preservation*. 1-9
- Seraglio, S. K. T., da Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119: 44-66.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (2019). (Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2020). Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp)



## MODELADO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS PARA OBTENER GLUCOSA

Ruíz-Colorado, A.A.\*; Jiménez-Villota, D.S.; Acosta-Pavas, J.C. y Betancur-Ramírez, K.J.

\*Departamento de Procesos y Energía, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Medellín 050034, Colombia. [aruiz@unal.edu.co](mailto:aruiz@unal.edu.co), Tel. +57(4)4255311.

### RESUMEN

La búsqueda de una seguridad alimentaria y ambiental ha llevado a la búsqueda de tecnologías que permitan aprovechar desechos orgánicos, como son las biomasas lignocelulósicas. Entre estas tecnologías se encuentra la hidrólisis enzimática, como un tratamiento previo a otras tecnologías en el área de alimentos, combustibles y agricultura en donde se pueden desarrollar productos de valor agregado. Los residuos que pueden aprovecharse dependen de cada región. Para poder aprovechar estos residuos, estos deben estar en cantidad suficiente en la región donde se implemente la tecnología.

**Palabras clave:** *Zea mays*, antioxidantes, alimentos funcionales.

### INTRODUCCIÓN

La biomasa lignocelulósica está compuesta por lignina, hemicelulosa y celulosa. Debido a la estructura empaquetada de estos compuestos, es necesario desagregarlas de manera que se obtengan carbohidratos más simples para su aprovechamiento tecnológico. Esta transformación puede hacerse a través de hidrólisis enzimática, con la que es posible obtener glucosa a partir de la celulosa. Debido a que existen diversas rutas metabólicas implicadas en el proceso, es necesario identificar aquellas que provean mayor eficiencia y sus mecanismos de reacción que nos permitan determinar la producción en el tiempo.

El objetivo del trabajo fue proponer una metodología para el modelado de un proceso de hidrólisis enzimática de bagazo de caña de azúcar. Para la obtención de dicho modelo se partió desde el desarrollo experimental del proceso de hidrólisis, considerando interacciones enzima-sustrato, mecanismos de reacción, efectos de temperatura, pH e inhibición por producto hasta la obtención del modelo partir del ajuste de los datos experimentales. El uso de datos experimentales para la creación del modelo permite una mejor representación del proceso, que puede permitir su uso a nivel industrial en procesos como la producción de jarabes glucosados

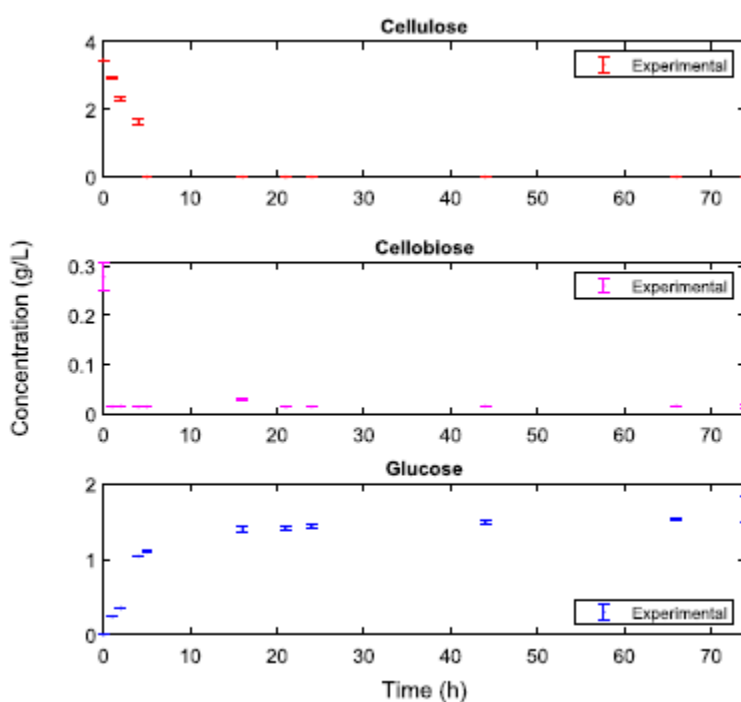
### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el proceso de hidrólisis enzimática se consideraron parámetros optimizados resultantes de la revisión de trabajos previos del grupo. Una vez desarrollado el proceso de hidrólisis se seleccionaron los parámetros a ajustar para el desarrollo de un modelo semifísico de bases fenomenológicas (MSBF). Se seleccionó una función de optimización que permitiera maximizar la producción de glucosa. Se buscó que el modelo arrojara un error cuadrático global menor al 10% en comparación con los datos experimentales.

La hidrólisis enzimática se hizo en volúmenes de 100mL, con bagazo de caña de pretratado térmicamente. La reacción se realizó en un agitador orbital a 50°C y 130 rpm. La concentración inicial de sólidos fue de 0.84-0.96% p/p y la de enzima de 50 FPU/g celulosa. Se analizaron muestras para obtener concentraciones de los metabolitos de interés por HPLC en un periodo de 72 h.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron cinéticas para los metabolitos que intervienen en la reacción de hidrólisis. Estas cinéticas permiten hacer el seguimiento de los compuestos en el tiempo (Figura 1). A partir de datos experimentales de diferentes investigaciones se propuso un mecanismo de reacción y se obtuvo un modelo que permite evaluar el consumo de celulosa en el tiempo y la producción de glucosa, además del seguimiento de diversos metabolitos del proceso. El modelo propuesto ha sido reportado por Jiménez-Villota (2020).



**Figura 1.** Cinéticas de la hidrólisis enzimática del bagazo de caña de azúcar. Tomado de: “Modeling and Kinetic Parameter Estimation of the Enzymatic Hydrolysis Process of Lignocellulosic Materials for Glucose Production” (p.16857), por Jiménez-Villota, D. S., Acosta-Pavas, J. C., Betancur-Ramírez, K. J., & Ruiz-Colorado, A. A. (2020). *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 59(38), 16851-16867. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.0c03047>

### CONCLUSIONES

Se logró obtener la caracterización del bagazo utilizado en el análisis y se propuso un mecanismo de reacción y un modelo semafórico de base fenomenológica (MSBF) a partir de datos de investigaciones previas, que considera efectos medioambientales como pH, temperatura, reacciones de transglucosidación, aparición de



nueva celulosa, reacción de degradación de hemicelulosa, adsorción improductiva de enzimas en lignina y hemicelulosa e inhibición competitiva, por azúcares generados y productos derivados del furano como furfural y HMF.

El modelo propuesto permitió la estimación de 29 parámetros, con porcentajes de error aceptables para los distintos parámetros evaluados.

El modelo permitió el seguimiento de las concentraciones de metabolitos secundarios como celotriosa y celotetrosa a las condiciones de proceso.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al equipo de trabajo, Jiménez-Villo, D.S., Acosta-Pavas, J.C., y Betancur-Ramírez, K.J.

### **LITERATURA CITADA**

Jiménez-Villota, D. S., Acosta-Pavas, J. C., Betancur-Ramírez, K. J., & Ruiz-Colorado, A. A. (2020). Modeling and Kinetic Parameter Estimation of the Enzymatic Hydrolysis Process of Lignocellulosic Materials for Glucose Production. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 59(38), 16851-16867. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.0c03047>





## PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO Y METANO A PARTIR DE BIOMASAS CELULÓSICAS

Barragán-Trinidad, M.; Carrillo-Reyes, J.; Buitrón, G.

Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, Unidad Académica Juriquilla-Querétaro, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Campus Juriquilla UNAM. Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, 76230, México. [mbarragant@iingen.unam.mx](mailto:mbarragant@iingen.unam.mx), Tel: (442) 1926167.

### RESUMEN

La biomasa microalgal y lignocelulósica son algunos de los recursos renovables más abundantes y su transformación en bioenergía es un enfoque eficaz para mitigar la escasez de combustibles fósiles y reciclar los desechos orgánicos. En este contexto, la digestión anaerobia es el proceso más directo de generación de energía. Sin embargo, la eficiencia del proceso se ve obstaculizada debido a la recalcitrancia de la pared celular de estas biomasas; por lo que, el pretratamiento es un punto crítico en la conversión de estos sustratos en energía. Con el fin de mejorar su biodegradabilidad anaerobia, se empleó un cultivo mixto anaerobio con altas capacidades hidrolíticas (fluido ruminal) para llevar a cabo el pretratamiento de estas biomasas, estableciendo condiciones de proceso para mantener la actividad hidrolítica del fluido ruminal en un reactor discontinuo secuencial y, que este proceso pueda ser aplicado para mejorar la producción de hidrógeno o metano en una etapa posterior.

**Palabras clave:** Biocombustibles gaseosos, biomasas celulósicas, pretratamiento.

### INTRODUCCIÓN

La escasez de combustibles fósiles, el cambio climático y el deterioro medioambiental han impulsado la búsqueda, desarrollo e implementación de fuentes de energías alternas, que además sean sustentables. La biomasa es una fuente de energía renovable que ha despertado interés debido a su fácil manejo; además, puede actuar como sumidero de CO<sub>2</sub>. En este sentido, los biocombustibles obtenidos a partir de residuos lignocelulósicos y de biomasa microalgal, también llamados de segunda y tercera generación, respectivamente, han demostrado ser una opción para la obtención de biocombustibles de manera sostenida (Xia et al., 2016).

La producción de biodiesel a partir de biomasa algal despertó gran interés; sin embargo, los procesos de cosecha y secado de microalgas ricas en lípidos son muy demandantes energéticamente, comprometiendo la eficiencia del proceso. Por otro lado, la producción de bioetanol a partir de bagazo de agave (un residuo lignocelulósico de importancia local y regional en México) ha despertado interés; no obstante, su producción se ve limitada debido a la incapacidad de muchas levaduras para metabolizar tanto hexosas como pentosas. En este sentido, la digestión anaerobia ha emergido como una alternativa atractiva para la producción de biocombustibles gaseosos (hidrógeno y metano).

La conversión directa de biomasa celulósica en metano o hidrogeno, no requiere del costoso secado de la biomasa requerido para la producción de biodiesel; además, los cultivos mixtos anaerobios son capaces de metabolizar tanto hexosas como pentosas. Sin embargo, la presencia de polisacáridos estructurales (celulosa,



hemicelulosa y pectina) en la pared celular de estas biomásas dificulta su degradación en digestores anaerobios, lo que hace necesario aplicar un pretratamiento. Dentro de estos, los pretratamientos biológicos, que implican el uso de enzimas o cultivos hidrolíticos, presentan ciertas ventajas: menor requerimiento energético, no requieren el uso de químicos corrosivos y no hay generación de compuestos inhibitorios (Julián Carrillo-Reyes et al., 2016).

Los pretratamientos enzimáticos han sido ampliamente utilizados y su uso mejora significativamente los rendimientos de metano; pero, su aplicación a gran escala se ve limitada por el alto costo de las enzimas comerciales, así como la incapacidad para poder reutilizarlas, despertando así el interés por el uso de cultivos hidrolíticos. En este contexto, los cultivos hidrolíticos mixtos son más aptos dado que no requieren previa esterilización del sustrato y presentan mayor estabilidad operacional (Julián Carrillo-Reyes et al., 2016). En la naturaleza existen varios cultivos mixtos anaerobios con altas capacidades hidrolíticas, encontrando en el rumen uno de los consorcios microbianos más versátiles en la degradación de material fibroso, generando ácidos grasos volátiles (AGVs) como producto principal. Estudios recientes han empleado el fluido ruminal para la conversión directa de biomásas celulósicas en metano; sin embargo, la escasa abundancia de arqueas metanógenas acetoclásticas en el rumen sugiere desacoplar el proceso en dos etapas: un pretratamiento de la biomasa celulósica empleando fluido ruminal como inóculo y la recuperación de metano o hidrógeno en una etapa posterior (Julián Carrillo-Reyes et al., 2016).

Asumiendo que la hidrólisis de las biomásas celulósicas es la etapa limitante en la conversión de estos materiales en biogás (hidrógeno o metano), se plantea el uso de microorganismos ruminales como una alternativa novedosa para el pretratamiento de estos sustratos. En este sentido, es necesario evaluar condiciones de proceso (tiempo de retención hidráulica y relación inicial sustrato a inóculo) que permitan maximizar la producción de biocombustibles gaseosos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Biomasa alga, bagazo de agave, fluido ruminal y, lodo productor de hidrógeno y metano**

La biomasa microalgal y fluido ruminal fueron obtenidos con base en la metodología descrita por Barragán-Trinidad et al. (2017). El fluido ruminal contenía 11.76 y 10.16 % (p/v) de sólidos totales (ST) y sólidos volátiles (SV), respectivamente. Por su parte, la biomasa algal contenía 25.9±0.88 % carbohidratos; 26.9±1.56 % proteínas; 8.1±0.01 % lípidos; 9±0.23 % cenizas y; una relación de 1.62±0.08 g DQO/g-ST<sub>alga</sub>. Por otro lado, el bagazo de agave usado procede del *Agave tequilana Weber var. Azul* y se obtuvo de una destilería situada en el valle de Amatitán, Jalisco, México. El bagazo estaba compuesto de fibras heterogéneas entre 3-5



mm de largo. Fue secado previo a su uso y tenía la siguiente composición: 50.06 % celulosa; 19.60 % hemicelulosa; 8.31 % lignina; 22.1 % compuestos extractivos y; una relación 1.10 g DQO/g-ST. El lodo productor de hidrógeno y metano fue lodo anaerobio granular obtenido de una industria cervecera, su contenido de ST y SV fueron 28 y 19 g/L (Julian Carrillo-Reyes & Buitrón, 2016).

### **Producción de biocombustibles gaseosos a partir de biomasa algal**

#### *Enriquecimiento de microorganismos hidrolíticos ruminales*

El enriquecimiento de bacterias hidrolíticas se realizó empleando cultivos discontinuos secuenciales. Se empleó biomasa algal (3.5 y 7 g SV/L) como sustrato y, CMC y xilano como controles positivos. La autohidrólisis se evaluó empleando un cultivo solo con biomasa algal y otro solo con fluido ruminal. Diariamente se caracterizó la fracción soluble en términos de azúcares totales, proteínas y AGVs. Al final se caracterizó la comunidad bacteriana (Barragán-Trinidad et al., 2017)

#### *Efecto de la relación inicial biomasa algal a fluido ruminal ( $S_0/X_0$ ) sobre la producción de metano*

Se evaluaron diferentes relaciones  $S_0/X_0$  (0.33, 0.5, 1 y 2) manteniendo constante la concentración de fluido ruminal en 5 g ST/L. Los ensayos fueron realizados en lote por 3 días bajo condiciones anaerobias. Posteriormente, se caracterizó la fracción soluble y la comunidad bacteriana. La fracción soluble obtenida fue metanizada de acuerdo con lo establecido con Barragán-Trinidad et al. (2017).

- *Efecto del TRH sobre la hidrólisis semicontinua de biomasa algal*

Un reactor con 1L de volumen de trabajo fue empleado para la hidrólisis semicontinua de biomasa algal (5 g SV/L). El reactor fue inoculado con 10 g SV/L de fluido ruminal. Se empleó un TRH entre 2-3 días para recuperar azúcares y posteriormente, se implementó una estrategia de aclimatación por tiempos variables para alcanzar una eficiencia de hidrólisis del 60%. Al final de cada ensayo la comunidad bacteriana fue caracterizada (Barragán-Trinidad et al., 2017). Después, el hidrolizado fue empleado para recuperar hidrógeno por fermentación oscura o metano por digestión anaerobia con base en la metodología propuesta por Carrillo-Reyes y Buitrón (2016).

### **Producción de metano a partir de bagazo de agave**

- *Efecto de la relación  $S_0/X_0$  sobre la producción de metano*

En lote se probaron distintas relaciones  $S_0/X_0$  (0.33, 0.5, 1 y 2) manteniendo constante una concentración de 25 g ST/L. Los ensayos se interrumpieron hasta lograr la mayor eficiencia de hidrólisis y se caracterizó comunidad microbiana. Posteriormente la fracción soluble se metanizó de acuerdo con Barragán-Trinidad et al. (2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de biocombustibles gaseosos a partir de biomasa algal

- *Enriquecimiento de microorganismos hidrolíticos*

Después del enriquecimiento (tras 3 ciclos) la tasa específica de consumo de xilano y CMC incrementó 3.3 y 3.8 veces. Cuando la biomasa algal fue usada como sustrato, se logró solubilizar hasta 0.423 gDQO/g-ST (1.56 veces más que en el primer cultivo). La DQO soluble estuvo constituida principalmente por azúcares (13%) y AGVs (43%). Las bacterias de los géneros *Acinetobacter* fueron los más abundantes en el consumo de CMC; mientras los géneros *Bacteroides*, *Prevotella* y *Paludibacter* fueron los responsables de metabolizar el xilano.

- *Efecto de la relación  $S_0/X_0$  sobre la producción de metano*

Empleando una relación  $S_0/X_0=0.5$  fue posible alcanzar hasta un 29% de eficiencia de hidrólisis (Figura 1A). El máximo potencial bioquímico de metano (PBM) se logró empleando una relación  $S_0/X_0=0.5$  (Figura 1B, 193 mL  $CH_4/g$ -DQO), que corresponde a un 55% de biodegradabilidad anaerobia, asumiendo que la completa biodegradación de DQO corresponde a 350 mL  $CH_4/g$ -DQO. El PBM es parecido o mayor a lo reportado con pretratamientos enzimáticos, térmicos y químicos. Las bacterias hidrolíticas más abundantes fueron *Pseudomonas*, *Clostridium* y *Proteocatella*.

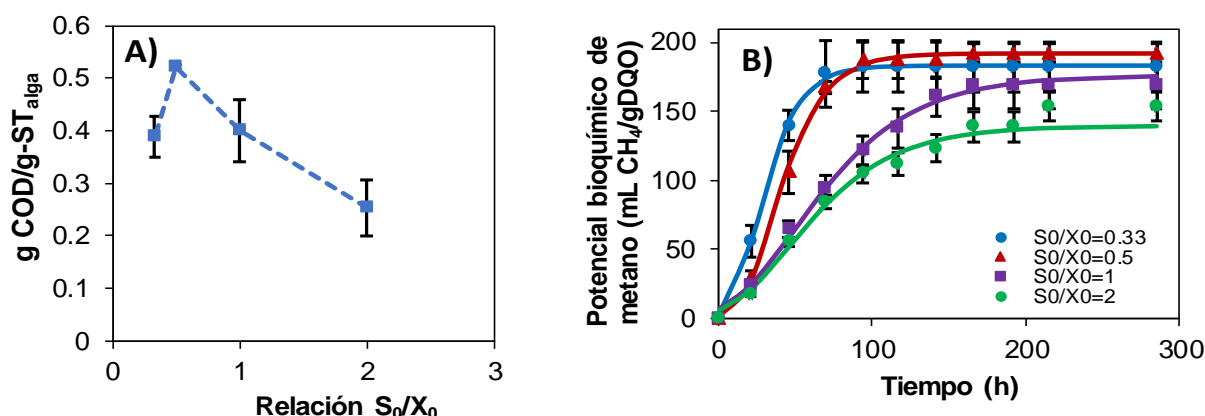
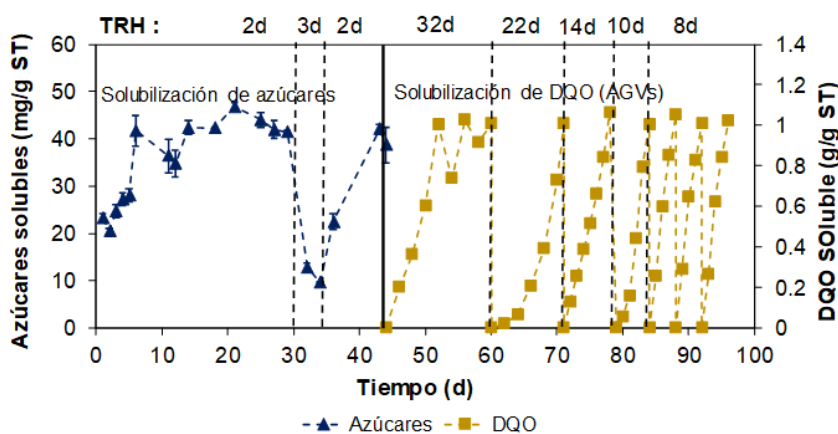


Figura 1. Efecto de la relación  $S_0/X_0$  sobre la solubilización de DQO (A) y la producción de metano (B)



- Hidrólisis semicontinua de biomasa algal y recuperación de biocombustibles gaseosos



**Figura 2.** Hidrólisis semicontinua de biomasa algal, solubilización de azúcares y DQO.

En la Figura 2 se muestra que empleando un TRH de 2 días fue posible solubilizar azúcares, mientras que con TRH de 8 días se logró recuperar un hidrolizado rico en AGVs, alcanzando una eficiencia de hidrólisis de hasta 70%. La fermentación del hidrolizado (con TRH de 2 días) permitió recuperar 49 mL H<sub>2</sub>/g-SV (1.7 veces más que con la biomasa cruda), mientras que la metanización del hidrolizado (con un TRH de 8 días) alcanzó una producción de 285 mL CH<sub>4</sub>/g-DQO (9 veces más que con la biomasa cruda). Estos rendimientos de hidrógeno y metano son comparables a lo obtenido con otros pretratamientos y fue posible recuperar 16.3 kJ/g-SV<sub>alga</sub>. Las bacterias hidrolíticas más abundantes fueron *Pseudomonas*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Acinetobacter* y *Proteocatella*.

### Producción de metano a partir de bagazo de agave

En el Cuadro 1 se pone de manifiesto que la relación S<sub>0</sub>/X<sub>0</sub> de 0.33 logra las mejores eficiencias de hidrólisis y el mayor rendimiento específico de metano.

**Cuadro 1.** Efecto de la relación S<sub>0</sub>/X<sub>0</sub> sobre la solubilización de bagazo de agave y la producción de metano

Relación S <sub>0</sub> /X <sub>0</sub>	Eficiencia de hidrólisis (%)	PBM (mL CH <sub>4</sub> /g DQO)	Velocidad volumétrica de producción de metano (mL CH <sub>4</sub> /L/d)	Rendimiento de metano (CH <sub>4</sub> /g-ST)	%CH <sub>4</sub>
0.33	60±9	206±3	395±26	137±2	62
0.5	40±1	191±21	196±16	84±9	62
1	16±2	232±5	346±13	41±1	59
2	11±1	174±12	470±43	20±1	57



## CONCLUSIONES

Fue posible mantener la actividad hidrolítica de los microorganismos ruminales con el propósito de llevar a cabo el pretratamiento de biomasa algal o bagazo de agave a fin de incrementar la recuperación de biocombustibles gaseosos en una etapa posterior.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento de este trabajo a los proyectos CEMIE-Bio Clúster Biocombustibles Gaseosos 247006 y SENER CONACYT-Fondo de Sustentabilidad Energética 249590, DGAPA-UNAM (PAPIIT-IN101716).

## LITERATURA CITADA

- Barragán-Trinidad, M., Carrillo-Reyes, J., & Buitrón, G. (2017). Hydrolysis of microalgal biomass using ruminal microorganisms as a pretreatment to increase methane recovery. *Bioresource Technology*, 244, 100-107.
- Carrillo-Reyes, Julián, Barragán-Trinidad, M., & Buitrón, G. (2016). Biological pretreatments of microalgal biomass for gaseous biofuel production and the potential use of rumen microorganisms: A review. *Algal Research*, 18, 341-351.
- Carrillo-Reyes, Julian, & Buitrón, G. (2016). Biohydrogen and methane production via a two-step process using an acid pretreated native microalgae consortium. *Bioresource Technology*, 221, 324-330.
- Xia, A., Cheng, J., & Murphy, J. D. (2016). Innovation in biological production and upgrading of methane and hydrogen for use as gaseous transport biofuel. *Biotechnology Advances*, 34(5), 451-472.



## MICROALGA-BACTERIA, UN SISTEMA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON ALTO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO CASO DE ESTUDIO: INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE ONDA Y RELACIÓN DE NUTRIENTES EN EL DESEMPEÑO DE SISTEMAS MICROALGA-BACTERIA

Cespedes, D, Osorio, S; Giraldo, A.M; Arcila, J.S

\* Universidad Católica de Manizales, Facultad de ingeniería y Arquitectura, Carrera 23 No. 60 - 63. Manizales, Caldas, Colombia. [jarcila@ucm.edu.mx](mailto:jarcila@ucm.edu.mx).

### RESUMEN

El desarrollo de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales ha involucrado nuevos sistemas como microalga-bacteria, donde los gastos energéticos por aireación son cubiertos por los procesos fotosintéticos microalgales. En este sentido factores como el tipo de luz y las condiciones de nutrientes afectan la eficiencia del sistema. Durante la fase experimental dos condiciones de N/P (2 y 11) y dos longitudes de onda (azul y roja) fueron consideradas empleando sistemas en lote de 0.4L. Remociones de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{P-PO}_4^{3-}$  mayores al 80% son observadas en relaciones altas de N/P=12, mientras que relaciones de N/P=2 alcanzan remociones menores al 50%. Diferencias en la remoción de DQO no fueron evidenciados en el proceso. Adicionalmente, el tipo de luz roja y azul no presento diferencias significativas en la eficiencia del sistema. Los hallazgos del proceso muestran que el tipo de luz no afecta la eficiencia del proceso de tratamiento cuando el sistema está en lote. Sin embargo, análisis del sistema en continuo debe ser realizados con el fin de considerar procesos de adaptación y operación en largos periodos de los microorganismos presentes en el sistema microalga-bacteria

**Palabras clave:** microalga-bacteria, longitud de onda, aguas residuales.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los principales retos entorno al tratamiento de aguas residuales es su sostenibilidad basado en requerimientos energéticos. En el caso de sistemas aerobios, las plantas de tratamiento de aguas residuales convencional poseen un sistema de suministro de oxígeno a los microorganismos heterótrofos a través de aireadores mecánicos con el fin de eliminar la materia orgánica presente en el agua (Hwang, Church, Lee, Park & Lee, 2016). Este sistema requiere aproximadamente 1 kW h de electricidad para suministrar el aire necesario para la remoción de 1 kg de DBO (demanda bioquímica de oxígeno (Abdel-Raouf, Al-Homaidan & Ibrahim, 2012), lo que equivale alrededor del 40 % del costo total de la electricidad en las plantas de tratamiento de aguas residuales, presentando una desventaja debido al aumento de los costos operativos. Estos procesos de tratamiento aeróbico de aguas residuales, conocidos usualmente como lodos activados, además de presentar altos costos en insumos de energía asociados con el suministro de  $\text{O}_2$ , generan una gran cantidad de lodos que deben eliminarse y un impacto ambiental resultante de la emisión de gases de efecto invernadero como el  $\text{CO}_2$ .

Desde un punto de vista de economía circular, los procesos microalga-bacteria presentan ventajas no solo energéticas sino también en lo relacionado con la mitigación de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ), decreciendo la huella de carbón generada en los procesos tradicionales de agua residual. Adicionalmente, la biomasa



microalgal presenta un gran potencial biotecnológico como generador de energía a través de la degradación para producción de metano y/o mediante la obtención de sustrato con alto contenido de nitrógeno y fósforo que cumple funciones fertilizantes.

Antecedentes del uso de sistemas microalgales para el tratamiento de aguas residuales domésticas han evidenciado balances energéticos sostenibles del proceso de tratamiento, brindando no solo la posibilidad de realizar un tratamiento eficiente del agua residual, sino también una remoción y valorización de los residuos obtenidos durante los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Es bien conocido que el rendimiento de las reacciones fotosintéticas en las microalgas depende de la presencia de los pigmentos que absorben luz. Yan et al. (2013) encontró que la especie *Chlorella vulgaris* muestra un aumento en la producción de biomasa y remoción de nutrientes en condiciones de luz roja, mientras la luz verde evidencia el más bajo desempeño en remoción de nutrientes. En condiciones reales de luz solar, las variaciones naturales de la intensidad de luz pueden generar sobre los sistemas microalgales: a) inhibición en el crecimiento de las microalgas cuando la energía de la luz es insuficiente en días de lluvia, b) fotoinhibición por la excesiva irradiación en días de verano (Arbib et al., 2013). Diversos estudios han demostrado que el crecimiento de las microalgas es diferente dependiendo de la longitud de onda a la que sean expuestas. Kim et al. (2013) mostró que longitudes de onda asociadas a luz led azul muestran la mayor remoción de fósforo (90 %), sin embargo, a pesar del alto consumo, se expuso que la luz roja (600-700 nm) y la luz azul (400-500 nm) estimulan el crecimiento de las microalgas verdes. Además, identificando que la luz verde (470-580 nm) presenta baja producción de microalgas, pero también genera un mayor consumo de energía eléctrica con 95 W a diferencia de la luz roja y azul que consumen 29-34 W, es decir, un 65 % menos que la luz verde (Kim et al., 2013). En este contexto, se identifica que la longitud de onda es un factor operativo que direcciona la eficiencia y rendimiento de la reacción, sin embargo, no es claro si el comportamiento se mantiene bajo diferentes condiciones de nutrientes como se observa al tratar diferentes tipos de aguas residuales. Es por esta razón, que este trabajo pretende analizar el efecto del tipo de longitud de onda bajo dos relaciones de N/P sobre la eficiencia de remoción de materia orgánica, nutrientes y la producción de biomasa que puedan ser posteriormente empleado para su valorización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la etapa de aclimatación se empleó como inóculo bacteriano lodo proveniente de un sistema aerobio de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales domésticas. La inoculación del sistema se realizó empleando una relación 1:1 (p/p) de lodo activado/microalga, alcanzando una concentración inicial de sólidos suspendidos volátiles (SSV) de 171,2 + 37,1 mg SSV/L. El proceso de aclimatación se llevó a cabo en reactores



de 2.5 L con un volumen útil de 2 L. La actividad fotosintética microalgal fue promovida mediante lámparas led blancas de 10W con intensidad lumínica de 35 W/m<sup>2</sup> sobre la superficie del reactor. Se utilizó un fotoperiodo de 12h:12h (Luz: Oscuridad) operado por lotes con un tiempo de operación de 15 días. El período de aclimatación presentó una duración de tres lotes consecutivos.

### Características del agua residual

Durante el proceso de aclimatación y fase experimental se empleó un agua residual compuesta en 10 % por agua residual doméstica proveniente de la Universidad Católica de Manizales y 90 % por un medio Syntho que consistió en: CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O 91,7 mg/L, NH<sub>4</sub>Cl 12,75 mg/L, C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub> 79,37 mg/L, peptona 17,4 mg/L, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 23,4 mg/L, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 23,72 mg/L, MgCl 14 mg/L, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 5,8 mg/L, almidón 122 mg/L, leche en polvo 116 mg/L, levadura 52,24 mg/L, aceite de oliva 29,02 mg/L, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,1 mg/L, CuSO<sub>4</sub> 0,57 mg/L, MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O 0,108 mg/L, ZnCl<sub>2</sub> 0,208 mg/L, Ni(SO<sub>4</sub>).6H<sub>2</sub>O 0,336 mg/L y 10 ml de Cr. El agua residual sintética presenta las características descritas en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características fisicoquímicas del agua residual sintética empleada en aclimatación y pruebas experimentales

Variable	Concentración (mg/L)
DQO	235 ± 12.5
P(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>	8.6 ± 1.5
N-NH <sub>4</sub>	15.6 ± 2.3
SST	195 + 42.4
SSF	23.75 + 5.3
SSV	171.2 + 37.1

### Fase experimental

Durante la fase experimental se emplearon reactores de 500 mL con un volumen útil de 400 mL, se consideraron factores: i) relación N/P empleando distinta concentración de NH<sub>4</sub>Cl en el agua residual sintética, manteniendo la concentración de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> invariante, alcanzando valores de N/P de 11 y 2; ii) dos tipos de luces con longitudes de onda de 642,86 nm (led rojo) y 460 nm (led azul). El proceso experimental fue llevado a cabo bajo fotoperiodo 12h/12h (O/L) e intensidad lumínica de 35 W/m<sup>2</sup>. La mezcla fue realizada en agitadores orbitales a 150 rpm. Los parámetros de remoción de materia orgánica, nutrientes y crecimiento microbiano fueron seguidos periódicamente durante el tiempo de tratamiento correspondiente a 19 días. Las características fisicoquímicas del afluente y efluente del agua residual fueron evaluadas de acuerdo con métodos estándar. El seguimiento al crecimiento microalgal se realizó mediante densidad óptica empleando como longitud de onda 750 nm. La conversión a SST se efectuó basada en la ecuación 1, obtenida experimentalmente.



$$\text{SST}(\text{mg/L}) = 474.95 \text{ DO750} + 64.69; \text{R}^2: 0.98$$

Ecuación (1)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

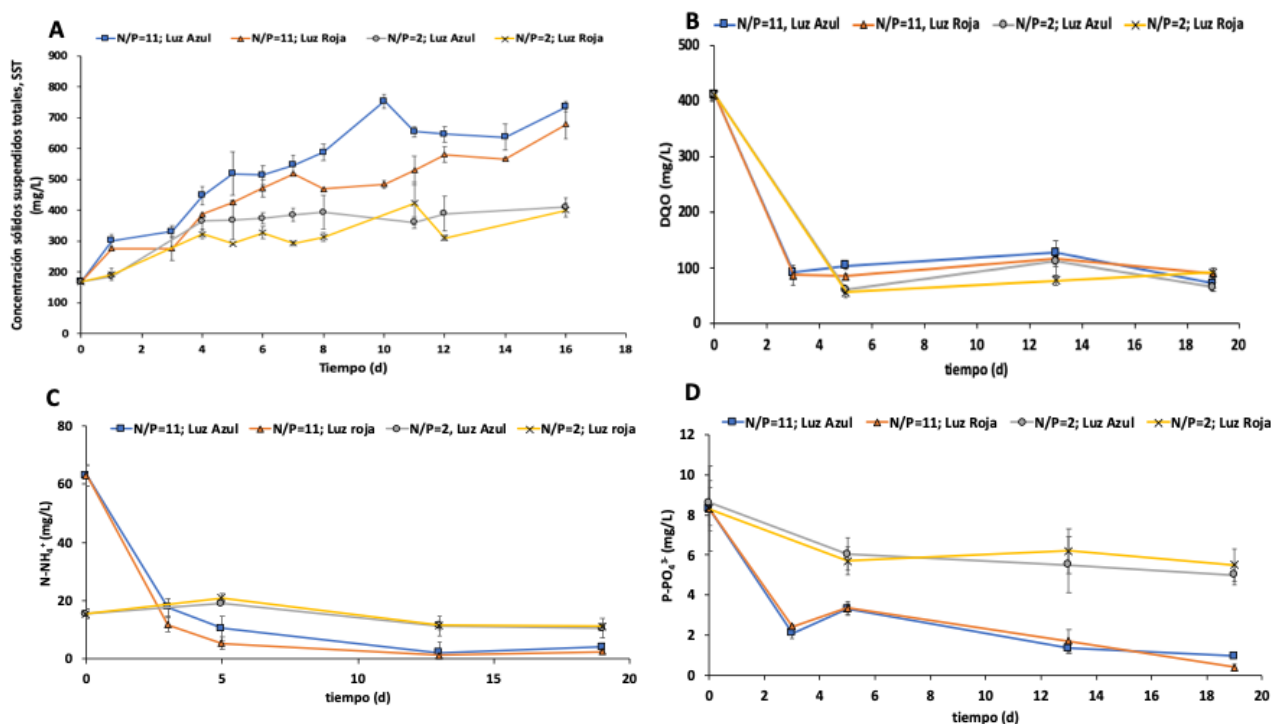
Basados en la correlación de DO vs SST, se realizó el seguimiento al crecimiento de la biomasa microalga-bacteria durante el proceso experimental (Figura 1A). La siguiente figura evidencia un mayor crecimiento de SST bajo condiciones de alta relación N/P tanto para luz roja como azul, alcanzando concentración de  $679 \pm 48$  mgSST/L y  $702 \pm 34.7$  mgSST/L, respectivamente, a los 19 días de tratamiento. En contraste, la concentración de los sistemas microalga-bacteria operados a N/P=2, mostraron una concentración máxima de 410 mg SST/L (luz azul) y 400 mg SST/L (luz roja), siendo 40 % menor a la observada a N/P=11. Pruebas de sólidos suspendidos realizadas al final del proceso experimental para cada uno de los tratamientos permitieron determinar la proporción de biomasa microalga-bacteria basados en la relación SSV/SST, encontrando un valor promedio para todos los experimentos de  $0.87 \pm 0.1$  gSSV/gSST. Los resultados mencionados anteriormente concuerdan con los hallados en sistemas de biopelículas microalga-bacteria, donde la relación óptima N/P para la remoción de nutrientes y crecimiento de biomasa se observa a N/P=12 (Boelee, Temmink, Janssen, Buisman & Wijffels, 2012). Respecto al crecimiento de biomasa microalga-bacteria, se detecta una fuerte dependencia a la relación de N/P en el sistema, mientras que el tipo de luz empleada no muestra efecto relevante sobre el crecimiento microalga-bacteria. Lo anterior evidencia que los procesos anabólicos para la generación de nuevas células están limitados por la relación N/P en el sistema.

Durante las pruebas experimentales se realizó seguimiento periódico a la concentración de materia orgánica (DQO) y nutrientes ( $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{P-PO}_4^{3-}$ ) (Figura 1(B-C)). Se evidencia que la remoción de DQO se presenta durante los primeros cinco días del proceso, alcanzado una remoción promedio para todos los tratamientos experimentales de  $80 \pm 5$  %. Por otra parte, el seguimiento dinámico del proceso evidencia que el parámetro de DQO no es afectado por ninguno de los factores propuestos (N/P, longitud de onda de luz).

En contraste, aunque una alta remoción de nitrógeno como  $\text{N-NH}_4^+$  (Figura 1B) se observa en tiempos similares a los de la DQO, su eficiencia de remoción es claramente influenciada por la relación N/P en el sistema. En este sentido, una mayor relación de N/P muestra un alto desempeño de remoción de  $\text{N-NH}_4^+$  en el sistema. Relaciones de N/P=11 mostraron remociones en promedio de  $88 \pm 4$  %, siendo tres veces menor la remoción de  $\text{N-NH}_4^+$  ( $30 \pm 3$  %) bajo relación de N/P=2. No obstante, así como fue observado en el seguimiento de la concentración de DQO, la dinámica de  $\text{N-NH}_4^+$  no es influenciada por el tipo de luz que incide en el sistema.

Complementario al seguimiento de nitrógeno, se realizó el seguimiento al fósforo en el sistema. En este sistema se observa una dependencia entre la relación N/P y la remoción de fósforo. Los resultados indican que altas

remociones en promedio  $91 \pm 5\%$  son obtenidas a N/P de 11, mientras que N/P de 2 alcanza como máximo una remoción en promedio de  $37 \pm 6\%$ . Lo anterior confirma que el sistema microalga-bacteria es limitada por la fuente de nitrógeno presente en el proceso. Los resultados mostrados anteriormente, confirman que altas remociones de  $\text{N-NH}_4^+$  y  $\text{P-PO}_4^{3-}$  pueden ser alcanzados a condiciones de N/P altos, cercanos a los óptimos de crecimiento para sistemas microalga-bacteria.



### CONCLUSIONES

Los procesos de tratamiento de microalga-bacteria pueden ser considerados como una tecnología con altos rendimientos de remoción de materia orgánica y nutrientes ( $>90\%$ ), siendo la relación N/P una condición de procesos que optimiza el desempeño del sistema microalga-bacteria bajo condiciones de laboratorio, empleando rectores biológicos en lote y condiciones de luz artificial de  $35 \text{ W/m}^2$ . La presencia de la longitud de onda de luz roja y azul no presentó diferencias significativas que afecten la eficiencia de tratamiento de aguas residual de los sistemas microalgales. En ese sentido, es conveniente realizar comparativos con otro tipo de longitud de onda lumínica que puedan generar un estrés sobre el sistema microalga-bacteria. A pesar de



que el tipo longitud de onda sobre la eficiencia de remoción no fue considerado representativo, estudios futuros deben ser desarrollados bajo este tipo de longitud de onda, pero bajo condiciones altas de intensidad lumínica.

## AGRADECIMIENTOS

Universidad Católica de Manizales, proyecto “Tratamiento de agua residual no doméstica a partir de sistemas microalga-bacteria y el uso potencial de su biomasa como metano” Acuerdo No.148-2018.

## LITERATURA CITADA

- Hwang, J. H., Church, J., Lee, S. J., Park, J. & Lee, W. (2016). Use of microalgae for advanced wastewater treatment and sustainable bioenergy generation. *Environmental Engineering Science*, 33(11). Recuperado de: <https://doi.org/10.1089/ees.2016.0132>
- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. & Ibrahem, I. (2012). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(3), 257-275.
- Yan, C., Zhu, L., & Wang, Y. (2016). Photosynthetic CO<sub>2</sub> uptake by microalgae for biogas upgrading and simultaneously biogas slurry decontamination by using of microalgae photobioreactor under various light wavelengths, light intensities, and photoperiods. *Applied Energy*, 178, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.012>
- Arbib, Z., Ruiz, J., Álvarez-Díaz, P., Garrido-Pérez, C., Barragán, J. & Perales, J. (2013). Long term outdoor operation of a tubular airlift pilot photobioreactor and a high rate algal pond as tertiary treatment of urban wastewater. *Ecological Engineering*, 52, 143-153.
- Kim, T. H., Lee, Y., Han, S. H., & Hwang, S. J. (2013). The effects of wavelength and wavelength mixing ratios on microalgae growth and nitrogen, phosphorus removal using *Scenedesmus* sp. for wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 130, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.134>
- Boelee, N. C., Temmink, H., Janssen, M., Buisman, C. J. N. & Wijffels, R. H. (2012). Scenario analysis of nutrient removal from municipal wastewater by microalgal biofilms. *Water*, 4(2), 460-473. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/w4020460>





## CARTELES

### INHIBICIÓN DE *Colletotrichum gloeosporioides* Y CONTROL DE ANTRACNOSIS EN POSCOSECHA DE FRUTOS DE MANGO CV. ATAULFO CON PRODUCTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

Gálvez-Marroquín, L.A.<sup>1</sup>; Martínez-Bolaños, M.<sup>2</sup>; Cruz-Chávez, M.A.<sup>3</sup>; Ariza-Flores, R.<sup>1</sup>; Cruz de la Cruz, L.L.<sup>4</sup>; Cruz-López, J.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No.7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, C.P. 68200, México. <sup>2</sup>INIFAP-C. E. Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México, C.P. 30870. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxoxotlán, Oaxaca, C.P. 71230. <sup>4</sup>Universidad de la Costa, Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas, Pinotepa Nacional, Oaxaca, C. P. 71606. \*Autor por correspondencia: [galvezluis2010@gmail.com](mailto:galvezluis2010@gmail.com).

#### RESUMEN

La antracnosis del mango causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, es una de las enfermedades de mayor importancia económica en pre y poscosecha de frutos. El control en poscosecha se realiza principalmente con fungicidas sistémicos, sin embargo, su uso es restringido por los riesgos toxicológicos para el consumidor y daño ambiental. Por ende, el objetivo del estudio fue evaluar la efectividad de productos orgánicos como sorbato de potasio (SP), bicarbonato de sodio (BS) y quitosano (Q) e inorgánico como peróxido de hidrogeno (PH) para inhibir el crecimiento micelial y germinación de *Colletotrichum* sp. *in vitro*. También se determinó su efectividad *in vivo* para el control de la antracnosis en poscosecha de frutos de mango variedad Ataulfo. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones; excepto el estudio de germinación con cuatro. La CE95 para PH, SP, BS y Q se estimó a 0.12, 0.18, 0.89 y 1.62 %. No hubo germinación de conidios en las diferentes concentraciones de SP y PH, mientras Q y BS, la germinación fue del 100 %, excepto este último al 1 % (56 % de germinación). En poscosecha, el control presentó 100 % de incidencia, en tanto, Q 1%, y Q 1% + PH 0.12%, Q 1% +SP 0.18% y Q 1% +BS 0.8 % oscilo entre 85 y 95 %. Los tratamientos a base de Q, Q+BS y Q+PH presentaron 50 % menos de área afectada en el fruto por antracnosis (13-16%), comparado con el tratamiento control (34.12%).

**Palabras clave:** antracnosis, peróxido de hidrogeno, inhibición de crecimiento micelial.

#### INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de mango es la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. En poscosecha, esta enfermedad se presenta como pequeñas lesiones redondeadas de color marrón a negro con bordes indefinidos y ligeramente hundidas en la superficie del fruto, que aumentan de tamaño con la madurez del fruto hasta llegar a fusionarse y en casos severos cubre toda la superficie. El control de antracnosis en frutos de mango en poscosecha se realiza con fungicidas sintéticos, sin embargo, debido a exigencias del mercado internacional, este tipo de pesticidas se han dejado de utilizar por los posibles riesgos a la salud y al ambiente debido a sus residuos tóxicos. Como consecuencia de la restricción del uso de pesticidas, actualmente el mercado ha propuesto alternativas de control como el tratamiento hidrotérmico, uso de sales inorgánicas, almacenamiento en atmosferas controladas y modificadas, estrategias de control biológico, productos de origen orgánico, extractos vegetales, entre otros. Dentro de los



productos de origen orgánico, el uso de quitosano ha mostrado un efecto de inhibición del desarrollo de la enfermedad en poscosecha de frutos de mango cv. Tommy Atkins (Gutiérrez-Martínez *et al.*, 2017). Sin embargo, existen reportes también de que la efectividad de algunos tratamientos es dependiente de la cepa patogénica evaluada, el peso molecular del producto, la concentración evaluada, su grado de desacetilación, etc. (Bautista-Baños *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2008). Otras alternativas orgánicas para el manejo de la antracnosis es el uso del bicarbonato de sodio y sorbato de potasio, cuyo uso en poscosecha de papaya (Ferreira *et al.*, 2018) y tomate (Jabnoun-Khiareddine *et al.*, 2016), ha mostrado el control total de la enfermedad. Como alternativa inorgánica se reporta el uso del peróxido de hidrogeno cuyo uso en laboratorio ha mostrado resultados promisorios para el control del patógeno (Apiradee, 2014). El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad biológica *in vitro* del peróxido de hidrogeno, sorbato de potasio, bicarbonato de sodio y quitosano sobre el crecimiento de *Colletotrichum* sp., y evaluar su efectividad *in vivo* sobre el manejo de la antracnosis en poscosecha de frutos de mango variedad Ataulfo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Rosario Izapa, perteneciente al INIFAP con sede en Tuxtla Chico, Chiapas.

### Evaluación de la efectividad biológica de tratamientos para el control *in vitro* de *Colletotrichum* sp.

La cepa patogénica (6523) de *Colletotrichum* sp. a utilizar en este estudio se obtuvo de inflorescencias de mango con síntomas de antracnosis colectadas en el municipio de Huehuetán, Chiapas. Se eligió esta cepa dada su evaluación previa de su patogenicidad y agresividad (Martínez *et al.*, datos no publicados).

La evaluación de la efectividad de los tratamientos se realizó mediante la metodología de cultivos envenenados, en matraces individuales (1 por tratamiento) se preparó medio papa-dextrosa-agar (PDA), se esterilizó a 120°C por 15 mins, posteriormente y una vez que el medio tuvo una temperatura aproximada de 40°C se adicionaron cada tratamiento para después vaciar el medio de cultivo en placas Petri. Los productos evaluados fueron: bicarbonato de sodio (BS) en concentraciones de 1, 0.8, 0.6, 0.4 y 0.2 %; peróxido de hidrogeno (PH) y sorbato de potasio (SP) en concentraciones de 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0.16, 0.12, 0.08, y 0.04 %. Cada combinación de producto/dosis se consideró como un tratamiento. Tratamientos adicionales consistieron en quitosano (Q) de bajo peso molecular en cinco concentraciones (0.5, 1, 1.5 y 2.5 %) (Ghaouth *et al.*, 1991), para lo cual se preparó medio PDA y posterior a su solidificación se adicionaron 1000 µL de cada dosis de quitosano para formar una película de aproximadamente 1 mm de espesor sobre el medio de cultivo.



Posterior a la solidificación del medio de cultivo, sobre la superficie del medio (parte central) se depositó un disco (5 mm de diámetro) de crecimiento miceliar de la cepa (6 días de edad) y finalmente las placas se incubaron a temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ) por un periodo de seis días. Como tratamiento testigo se utilizaron placas Petri con PDA solamente.

El diseño experimental fue de tratamientos completamente al azar con seis repeticiones por c/u. La variable de respuesta evaluada fue el porcentaje de efectividad de cada tratamiento, expresada como el porcentaje de inhibición de crecimiento micelial (PICM) de la cepa de *Colletotrichum* sp., a través de la fórmula:

$$PICM = \frac{\text{Crecimiento del testigo} - \text{Crecimiento del tratamiento}}{\text{Crecimiento del testigo}} * 100$$

Se evaluó el efecto de cada uno de los tratamientos sobre la germinación de conidios del hongo, para ello se tomaron dos placas Petri adicionales de cada tratamiento y sobre la superficie del medio de cultivo envenenado se depositaron y dispersaron 100  $\mu\text{L}$  de una suspensión de conidios (concentración de  $1 \times 10^5$  conidios/mL) de la cepa. Las placas Petri se incubaron a temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ) durante 24 h y posteriormente bajo microscopio compuesto (40X) se contabilizaron 100 conidios y se determinó el porcentaje de germinación total. Un conidio germinado se consideró cuando la longitud de su tubo germinativo fue superior a la del conidio mismo.

Mediante regresión lineal se analizaron los datos de inhibición del hongo para BS y no lineal para Q, SP y PH, para estimar los parámetros y calcular la concentración efectiva 95 (CE95).

### **Evaluación de la efectividad biológica de tratamientos *in vivo* para el manejo de la antracnosis del mango en poscosecha**

Frutos de mango de la variedad Ataulfo cosechados en Río Grande, Oaxaca, sin presencia de síntomas se utilizaron para el estudio. En laboratorio los frutos se lavaron con agua corriente, posteriormente se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% por 1 min, triple enjuague con agua destilada estéril y secado con sanitas estériles. A cada uno de los frutos se les realizó un par de heridas de 2 mm de profundidad con una aguja estéril sobre la cáscara en la parte central, con distanciamiento de 4 cm entre cada punto. Sobre cada herida se depositaron 10  $\mu\text{l}$  de una suspensión conidios (concentración de  $1 \times 10^5$  conidios/mL). Los frutos inoculados se colocaron dentro de charolas plásticas (50 x 35 x 15 cm) y se incubaron en condiciones de cámara húmeda (papel absorbente húmedo en la base) durante 24 h. Después de la incubación, los frutos se

sumergieron durante 1 min en una solución de los siguientes tratamientos: a) Q al 1 %, b) Q 1 % + BS 0.89 %, c) Q 1 % + SP 0.18 % y d) Q 1 % + PH 0.12 %. Como tratamiento comercial se utilizó el fungicida benomil (1 g i.a./L), como testigo positivo se consideraron frutos sin tratamiento, pero inoculados con el hongo y como testigo negativo, frutos sin inocular. Los frutos tratados se dejaron secar a temperatura ambiente por 2 h y se almacenaron a 27 °C durante 9 días.

Después, se evaluó la incidencia y severidad de antracnosis sobre los frutos tratados. La incidencia se determinó con base al número de lesiones de antracnosis desarrolladas en los puntos de inoculación, y posterior transformación a valores de porcentaje de incidencia. La determinación de la severidad en cada uno de los frutos se realizó mediante toma de fotografía del fruto del lado donde se realizó la inoculación, posteriormente las imágenes se procesaron mediante el programa ImageJ para determinar el área total del fruto y el área correspondiente al desarrollo del síntoma de antracnosis. Finalmente se calculó el porcentaje correspondiente al daño por antracnosis.

Los datos de severidad en frutos se analizaron mediante análisis de varianza y posterior comparación de valores medias con Tukey (0.05). Los programas utilizados fueron CurveExpert y SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evaluación de la efectividad biológica de tratamientos para el control *in vitro* de *Colletotrichum* sp.

Los tratamientos a base de BS y PH no permitieron el crecimiento micelial de *Colletotrichum* sp., (Cuadro 1). En los tratamientos a base de BS se observó una correlación positiva de la inhibición del crecimiento del hongo y la concentración del producto, donde el uso del 0.2 % de BS inhibió más del 50% del crecimiento micelial. Todas las dosis menores al 1% no mostraron efecto sobre la germinación de los conidios. El uso de SP y PH en concentraciones menores al 1% inhibieron en menor grado el crecimiento micelial del hongo y en todas las dosis evaluadas no se observó germinación de conidios. En los tratamientos a base de quitosano se observó una correlación positiva entre la concentración de quitosano y el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial. Concentraciones de 1.5 y 2.5 % de Q presentaron inhibiciones mayores del 85 %. Sin embargo, el uso de quitosano no inhibió la germinación de los conidios.

La CE95 de cada tratamiento, se estimaron a 0.12, 0.18, 0.89 y 1.62 % para PH, SP, BS y Q, respectivamente. Estos resultados muestran que el PH indujo mayor inhibición del crecimiento micelial de *C. gloeosporioides*. Este compuesto inorgánico presenta una fuerte capacidad oxidante con alta reactividad, motivo por el cual se utiliza ampliamente como desinfectante (Chapman, 1998), al dañar ADN, proteínas y lípidos. Los resultados obtenidos con el uso de quitosano en la inhibición del crecimiento micelial de *Colletotrichum* sp., son



similares a los reportados por Berumen *et al.* (2015); sin embargo, difieren de lo reportado por estos autores en relación a su efecto sobre la germinación de los conidios, debido a que ellos reportan efecto al usar concentraciones de 1, 1.5. y 2 %, mientras que bajo las dosis evaluadas nosotros no observamos efecto sobre esta variable. La inhibición del crecimiento del hongo se debe a que los grupos amino libres del quitosano, producen cambios en la permeabilidad celular, desequilibrios celulares de omeostasia iónica de  $K^+$  y  $Ca^{2+}$  (Peña *et al.*, 2013), entre otros, lo cual provoca que las hifas se atrofien, deformen y colapsen (Jun *et al.*, 2011).

**Cuadro 1.** Inhibición de crecimiento micelial y germinación de conidios de *C. gloesporioides* en diferentes concentraciones de sorbato de potasio, peróxido de hidrogeno, bicarbonato de sodio y quitosano.

**Cuadro 1.** Inhibición de crecimiento micelial y germinación de conidios de *C. gloesporioides* en diferentes concentraciones de sorbato de potasio, peróxido de hidrogeno, bicarbonato de sodio y quitosano.

TRAT	C (%)	PICM (%)	GC (%)	TRAT	C (%)	PICM (%)	GC (%)
Control	0	0	100	Control	0	0	100
	0.2	100	0		0.04	14.20	0
	0.4	100	0		0.08	20.81	0
	0.6	100	0		0.12	65.98	0
	0.8	100	0		0.16	80.33	0
Sorbato de potasio	1.0	100	0	0.20	100.00	0	
	0.2	100	0	0.04	15.43	0	
	0.4	100	0	0.08	19.31	0	
	0.6	100	0	0.12	92.78	0	
	0.8	100	0	0.16	100.00	0	
Peróxido de hidrogeno	1.0	100	0	0.20	100.00	0	
	0.2	52.45	100	0	0	100	
	0.4	61.27	100	0.5	7.0	100	
	0.6	76.72	100	1.0	20.87	100	
	0.8	91.42	100	1.5	85.92	100	
Bicarbonato de sodio	1.0	100	56	2.5	100.00	100	
	0.2	52.45	100	0	0	100	
	0.4	61.27	100	0.5	7.0	100	
	0.6	76.72	100	1.0	20.87	100	
	0.8	91.42	100	1.5	85.92	100	
Quitosano	1.0	100	56	2.5	100.00	100	
	0.2	52.45	100	0	0	100	
	0.4	61.27	100	0.5	7.0	100	
	0.6	76.72	100	1.0	20.87	100	
	0.8	91.42	100	1.5	85.92	100	

TRAT.=Tratamiento; C=Concentración, %; PICM=Porcentaje de inhibición de crecimiento, %; GC=Germinación de conidios, %.

### Evaluación de la efectividad biológica de tratamientos *in vivo* para el manejo de la antracnosis del mango en poscosecha

Después del periodo de almacenamiento la incidencia de antracnosis en el control positivo fue de 100 %, mientras en Q, Q+SP, Q+PH y QSP oscilo entre 85 y 95 % (Cuadro 2). Se observó un efecto significativo de los tratamientos en la severidad de antracnosis en los frutos de mango ( $p < 0.01$ ). El control positivo presentó la mayor área afectada por antracnosis, mientras Q, Q+PH y QSP presentaron la menor área de afectación, que representa 50 % menos daño comparado con el control.

Los mejores resultados de control de antracnosis en frutos se presentaron en Q, Q+PG y P+BS, sin embargo, la adición de alguno de los productos al quitosano no se reflejó en un efecto potenciador sobre la inhibición de la antracnosis. El quitosano al 1 % no inhibió el desarrollo total de la antracnosis, sin embargo, si redujo su crecimiento en 50 % con respecto al testigo. Los resultados obtenidos difieren a lo reportado por Gutiérrez-Martínez *et al.* (2017), quienes señalaron el control total de antracnosis al utilizar quitosano al 1 %. Una de las posibles causas puede ser la cepa del patógeno.

**Cuadro 2.** Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango Ataulfo tratados con quitosano y combinaciones de quitosano con bicarbonato de sodio, sorbato de potasio y peróxido de hidrogeno a los 9 días de almacenamiento a 27 °C.

Tratamientos	Incidencia de antracnosis (%)	Severidad (Área dañada del fruto)
Quitosano 1 %	95	14.50b
Quitosano 1 % y Bicarbonato de sodio al 0.89 %	90	16.59b
Quitosano 1 % y Peroxido de Hidrogeno al 0.12 %	90	13.43bc
Quitosano 1 % y Sorbato de potasio al 0.18 %	85	23.61ab
Benomilo 1 g. i.a./L	90	20.82ab
Control positivo ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	100	34.12a
Control negativo (sin inocular)	0	0c

### CONCLUSIONES

Peróxido de hidrógeno, sorbato de potasio, bicarbonato de sodio y quitosano inhiben el 95 % del crecimiento micelial de la cepa 6523 de *Colletotrichum* sp., en concentraciones de 0.1223, 0.1855, 0.89 y 1.62 %, respectivamente. Quitosano solo y combinado con bicarbonato de sodio y peróxido de hidrogeno presentaron 50 % menos de área afectada por antracnosis en poscosecha en frutos de mango cv. Ataulfo comparado con el control.

### LITERATURA CITADA

- Apiradee, M. (2014). Effect of hydrogen peroxide and peroxyacetic acid to control anthracnose disease of mango cv. Nam Dok Mai. *KKU Res. J.*, 19(6): 875-885.
- Bautista-Baños, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez del Valle, M. G., Hernández-López, M., Barka, E. A., Bosquez-Molina, E., and Wilson, C. L. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25(2): 108-118.
- Berumen-Varela, G., Coronado-Partida, L.D., Ochoa-Jiménez, V.A., Chacón-López, M.A., and Gutiérrez-Martínez, P. (2015). Efecto del quitosano en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Investigación y Ciencia de la U.A.A.*, 66:16-21.
- Chapman, J.S. (1998). Characterizing bacterial resistance to preservatives and disinfectants. *International Biodeterioration and biodegradation journal*, 41:241-254.
- Ferreira, E. M. S, Malta, C. M., Bicalho J. O., and Pimenta, R. S. (2018). A safe method to control the anthracnose in papaya. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 40(3):e-683.
- Ghaouth, J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, 56(6): 1618-1620.
- Gutiérrez-Martínez, P., Bautista-Baños, S., Berumen-Varela, B., Ramos-Guerrero, A., and Hernández-Ibañez, A.B. (2017). *In vitro* response of *Colletotrichum* to chitosan. Effect on incidence and quality on tropical fruit. Enzymatic expression in mango. *Acta Agronómica*, 66(2):282-289.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Jabnoun-Khiareddine, H., Abdallah, R., El-Mohamedy, R., Abdel-Kareem, F., Gueddes-Chahed, M., Hajlaoui, A., and Daami-Remadi, M. (2016). Comparative Efficacy of Potassium Salts Against Soil-borne and Air-borne Fungi and Their Ability to Suppress Tomato Wilt and Fruit Rots. *J. Microb. Biochem. Technol.*, 8(2): 045-055.
- Jung, J.H., Kim, S.W., Lamsal, K., Kim, Y.S., Park, H.J., and Lee, Y.S. (2011). Effect of chitosan coated fungicide against *Colletotrichum gloeosporioides* and powdery mildew. *J. Agric., Life and Environmental Sciences*, 23(2):14-22.
- Li, X.F., Feng, X.Q., Yang, S., Wang, T.P., and Su, Z.X. (2008). Effects of molecular weight and concentration of chitosan on antifungal activity against *Aspergillus niger*. *Iranian Polymer Journal*, 17(11): 843-852.
- Peña, A., Sánchez, N. S., and Calahorra, M. (2013). Effects of chitosan on *Candida albicans*: conditions for its antifungal activity. *BioMed Research International*, 1-15.



## CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO DIRECTO E INDIRECTO CAUSADO POR *Diceroprocta bulgara* EN LIMÓN, EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA

Gálvez-Marroquín, L.A.<sup>1\*</sup>; Figueroa-Rodríguez, R.I.<sup>2</sup>; Martínez-Bolaños, M.<sup>3</sup>; Cruz-López, J.A.<sup>1</sup>; Ariza-Flores, R.<sup>1</sup>; Cruz-de la Cruz, L.L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales, Oaxaca, Melchor Ocampo # 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Pinotepa. Prolongación 10ª Norte entre Libramiento y calzada Tecnológico, Sección Primera, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. C.P. 71602. <sup>3</sup>INIFAP-Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, C.P. <sup>4</sup>Universidad de la Costa, Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas, Pinotepa Nacional, Oaxaca, C. P. 71606, México. \*Autor por correspondencia: galvezluis2010@gmail.com, Tel. 951 612 62 17.

### RESUMEN

Se realizó un estudio en el cual se cuantificó el daño directo e indirecto ocasionado por la cigarra *Diceroprocta bulgara* (Distant) en cinco cultivares de limón: Limón mexicano con y sin espinas, limón Persa y las variedades INIFAP Colimex y Lise. Para poder cuantificar el daño, se tomaron datos de las ramas afectadas por oviposición de la cigarra en los cultivares, de igual manera, en cada uno se seleccionaron 15 árboles al azar para cuantificar el daño ocasionado por el insecto. En estos árboles, se tomaron las siguientes variables: número de flujos de crecimiento dañados por la cigarra, diámetro del flujo vegetativo afectado, longitud del daño y conteo de huevecillos. Mediante un análisis de regresión lineal, se estimó que existe correlación entre la longitud y el diámetro de la rama afectada con relación al número de huevecillos depositados, y por ende, al daño ocasionado. El porcentaje de daño por flujo y el número de huevecillos fue variable para cada cultivar. Finalmente, de manera indirecta se estimó la cantidad de Kg de frutos perdidos por *D. bulgara*, donde para la variedad Colimex se estimó una pérdida de 146 Kg/ha<sup>-1</sup>, mientras que para la variedad Lise una pérdida de 54 Kg/ha<sup>-1</sup>, en densidades de población de 312 árboles/ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Cítricos, pérdida frutal, cigarra.

### INTRODUCCIÓN

México ocupa el primer lugar a nivel mundial en la producción de limón, generando 2.6 millones de toneladas en el año comercial 2018-2019, siendo esta cantidad un 34% de la producción mundial (USDA/FAS, 2020). Son dos las especies de limón que se cultivan en México, el limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), el cual se produce principalmente en la vertiente del Pacífico, mientras que el limón persa (*Citrus latifolia*) se produce en el Golfo de México (Orozco-Santos *et al.*, 2013). En el estado de Oaxaca, el INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales, Sitio Experimental Costa Oaxaqueña, se ha enfocado en evaluar nuevas variedades que se acoplen mejor a las condiciones ambientales de la región, y que además permitan diversificar las alternativas de producción y comercialización en los mercados internacionales (Ovando-Cruz *et al.*, 2015).

En este sentido, la evaluación de nuevas variedades se ve afectada por la intromisión de diversas especies de insectos plaga que pueden causar diversos daños, así como ser vectores de otros patógenos de importancia cítrica. Entre las plagas principales para el limón en México, se han reportado a los insectos: diaforina (*Diaphorina citri* Kuwayama), minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella* (Stainton)), la mosca blanca





(*Dialeurodes* sp.), mosca prieta (*Aleurocanthus woglumi* (Ashby)) y diversas especies de pulgones (*Aphis spiraeicola* Patch y *Toxoptera aurantii* Boyer). De entre estas especies, destaca *D. citri* la cual es considerada como el principal vector de transmisión de las bacterias *Candidatus*, el causante de enfermedad de Huanlongbing (HLB), la enfermedad de mayor importancia de cítricos en México (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013; Ovando-Cruz *et al.*, 2015).

Recientemente, se realizaron observaciones de una especie de cigarra (Hemiptera: Cicadidae) como una posible plaga de diversos cítricos en el estado de Colima, pero desafortunadamente los autores no presentaron mayores evidencias de la determinación taxonómica de la especie ni del daño que esta ocasiona (Orozco-Santos *et al.*, 2014). Posteriormente, Sánchez-García *et al.* (2019), identificaron a esta especie como *Diceroprocta bulgara* (Distant), reportando diversos cítricos como hospederos para la oviposición. También, Sánchez-García *et al.* (2019) observaron que, durante este proceso, las hembras hacen un surco en las ramas apicales de los árboles, siendo estas afectadas y secándose posteriormente. En el presente trabajo, se cuantificó el daño directo e indirecto ocasionado por la oviposición de *D. bulgara* en diferentes cultivares de limón Persa y limón mexicano con y sin espina, así como las variedades INIFAP Colimex y Lise.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio y cultivo de limón

El estudio se realizó en dos parcelas de limón del sitio Experimental Costa Oaxaqueña del INIFAP, localizado en Río Grande, Villa de Tututepec, Oaxaca. La primera parcela de limón constaba con los cultivares mexicano con y sin espina, y de limón Persa. Las plantas de un año fueron establecidas bajo un sistema en franjas con distancias de 4 m entre planta y 8 m entre líneas. La segunda parcela consistió en las variedades Colimex y Lise de tres años, establecida en un sistema de franjas con distancias de 8 x 4 m, 7 x 4 m, 6 x 4 m.

### Cuantificación del daño ocasionado por *D. bulgara*

En ambas parcelas se registró el número de plantas don daños causados por *D. bulgara*. En 15 árboles seleccionados al azar se cuantificó el número de flujos de crecimiento dañados por la cigarra, para esto, se consideró con un flujo dañado a aquel que presentó por lo menos un nido de la cigarra en alguno de los tres últimos flujos de crecimiento. En esos mismos árboles muestreados, se tomó un flujo de crecimiento desde el terminal hasta el número tres para medir el diámetro, longitud del daño y conteo de huevecillos depositados por la cigarra. En la parcela en etapa productiva, se registró el número de frutos afectados de manera indirecta por *D. bulgara* con base en la densidad de la plantación, para realizar una estimación de pérdida de fruta en kg en función de la densidad. Las variables de diámetro del tallo, longitud del daño y huevecillos fueron analizadas mediante una regresión lineal múltiple con el programa SAS 10.0. Este análisis se confirmó con la tolerancia

(T) superior a 0.10, como valor de inflación de la varianza (VIF) menor de 5.0, y el valor de F significativo y la validez del modelo por el menor valor de los criterios de información de Akaike (CIA). Los datos fueron tomados en tres fechas diferentes, pero el presente trabajo muestra los resultados preliminares del último muestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambas parcelas se observó oviposición de huevecillos por la hembra de *D. bulgara*. Este proceso generó daños parciales en los haces vasculares, lo que condujo a la muerte del flujo vegetativo, tal y como lo reportaron Sánchez-García *et al.* (2019). El proceso de oviposición coincidió con la floración y fructificación de las parcelas, lo que provocó de manera indirecta la muerte de flores y frutos pequeños y próximos a la cosecha. La incidencia del daño fue del 90%, siendo la menor en el cultivar de limón mexicano sin espinas y la mayor en la variedad Colimex (Cuadro 1 y 2).

En los cinco cultivares de cítricos, el daño por la cigarra se observó en los tres flujos terminales. El flujo con mayor frecuencia de daño fue el flujo 2, con 31.99% seguido del flujo 3 con 30.22% y finalmente el flujo 1 con 17.33% (Cuadro 3 y 4). En el flujo 1 se cuantificó desde 26 huevecillos en el limón mexicano sin espinas hasta 82 unidades en el limón Persa (Cuadro 3). Por otro lado, en el flujo 2, la cantidad de huevecillos depositados oscila desde 88 hasta 143, en limón mexicano y Lise, respectivamente. Mientras que, en el flujo 3, se encontraron desde 106 huevecillos en el limón mexicano con espinas hasta 171 huevecillos en el mexicano sin espinas. Considerando los tres flujos, se obtuvieron desde 245 huevecillos en limón mexicano con espinas hasta 371 en el limón Persa, esto último posiblemente correlacionado a la longitud del daño y el diámetro del flujo involucrado. El número de huevecillos depositados varía notablemente con lo reportado por Sánchez-García *et al.* (2019), quienes mencionan un promedio de 48.4 huevecillos en limón mexicano.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de regresión lineal múltiple en relación con el número de huevecillos (H) en función de las variables longitud de daño en los diferentes flujos de los cinco cultivares (LF) y el diámetro del flujo respectivo (DF). Con base en el supuesto de no colinealidad entre las variables, mediante los valores de los criterios de tolerancia ( $T > 0.10$ ) y de los valores de inflación de la varianza ( $VIF < 5.0$ ), en el Cuadro 5 se observa que los criterios fueron aceptables. De igual manera, el análisis de varianza, el estadístico F fue altamente significativo ( $< 0.05$ ), lo cual indica que existió relación lineal significativa de la variable dependiente número de huevecillos con las variables LF y DF.

En los árboles en producción del cultivar de limón Colimex, se cuantificó desde 10 (densidad de 416 árboles  $ha^{-1}$ ) hasta 15 frutos momificados promedio por árbol (densidad de 312 árboles/ $ha^{-1}$ ) debido al daño por cigarra

(Cuadro 6). Mientras que en el cultivar Lise, el número de frutos dañados fue menor, entre cinco y seis por árbol (densidades desde 312 hasta 416 árboles/ha<sup>-1</sup>). Por lo tanto, la estimación de pérdida de fruta por hectárea en el cultivar Colimex fue de 146 Kg/ha<sup>-1</sup> en la densidad de 312 árboles/ha<sup>-1</sup>, por el contrario, en el cultivar Lise se estimó una menor pérdida de fruto con 54 Kg en la densidad de 312 árboles/ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 1.** Incidencia del daño de *D. bulgara* en árboles de cinco cultivares de cítricos.

Cultivar	Número de árboles	Árboles con daños (%)
Persa	178	83.70
Mexicano con espinas	224	83.03
Mexicano sin espinas	224	78.57
Colimex	320	94.06
Lise	286	90.21

**Cuadro 2.** Altura y diámetro de copa de árboles de limón y flujos terminales de crecimiento (1-3) con daños por *D. bulgara*.

Cultivar	AP	DC	FFD	PRT
Persa	122.40	72.73	2.33	4.73
Mexicano con espinas	124.26	94.50	2.35	4.11
Mexicano sin espinas	137.00	70.83	2.06	3.40
Colimex	171.68	201.83	4.3	3.73
Lise	192.57	255.00	3.4	3.56

AP = Altura de planta, DC = Diámetro de copa, TFD = Total de flujos dañados, PFT = Promedio de ramas terminales afectadas directa o indirectamente.

**Cuadro 3.** Frecuencia de oviposición de *D. bulgara* en los últimos tres flojos de crecimiento en cinco cultivares de limón.

Cultivar	No. de muestras	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3
Persa	15	15.55	28.88	20.00
Mexicano con espinas	15	20.00	33.33	33.33
Mexicano sin espinas	15	17.77	33.33	33.33
Colimex	15	20.00	31.11	33.33
Lise	15	13.33	33.33	31.11

## CONCLUSIONES

Dado que el reporte previo de daño ocasionado por la cigarra *D. bulgara* al cultivo de limón solo se había reportado de manera breve en la literatura, el presente trabajo representa un esfuerzo por cuantificar el daño directo que causa el proceso de oviposición de este insecto en las ramas terminales en cinco diferentes cultivares de limón. De igual manera, nuestros resultados muestran una forma de cuantificar el daño indirecto

**Cuadro 5.** Análisis de regresión lineal múltiple en relación con el número de huevecillos (H) de *D. bulgara* en función de las variables longitud de daño en los diferentes flujos en los cinco cultivares de limón (LF) y diámetro del flujo respectivo (DF).

Var.	Parámetros			R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustada	CME	AIC	Tolerancia	VIF
	B <sub>0</sub>	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>						
LD y DF	-55.56**	11.437**	24.75**	0.58	0.57	3100.3	1433.9	0.9	1.0
Modelo	Huevecillos = -55.569+ 11.437*LD+24.75*DF								

**Cuadro 4.** Longitud del daño, diámetro del flujo y huevecillos por flujo de crecimiento en cinco cultivares de limón.

Cultivar	Flujo 1			Flujo 2			Flujo 3			TH
	L	D	H	L	D	H	L	D	H	
Persa	10.0	1.9	82.8	11.4	2.8	128.4	10.6	4.4	160.6	371.8
Mexicano sin espinas	3.3	1.5	26.7	8.8	2.5	143.0	8.1	3.9	171.0	340.7
Mexicano con espinas	3.9	1.7	36.7	7.5	2.9	102.8	5.8	4.1	106.0	245.5
Colimex	6.1	1.8	38.8	10.4	2.8	137.7	10.8	4.2	158.2	334.7
Lise	7.4	1.8	53.5	8.6	2.8	88.0	7.6	3.3	127.0	268.5

L = Longitud del daño en el flujo, D = Diámetro del flujo, H = Número de huevecillos por flujo, TH = Total de huevecillos en los flujos 1-3.

**Cuadro 6.** Número de frutos de limón dañados indirectamente por la oviposición de *D. bulgara* y estimación de pérdida de frutos en Kg.

Cultivar	Distancia	Número de frutos	Pérdida de frutos (kg ha <sup>-1</sup> )
Persa	8x4 m	15.60	146.25
	7x4 m	13.85	129.40
	6x4 m	10.9	142.11
Colimex	8x4 m	5.25	54.22
	7x4 m	6.43	69.03
Lise	7x4 m	6.43	69.03
	6x4 m	6.68	70.69

por medio de la cantidad de frutos perdidos durante la oviposición, de esta manera en estudios posteriores se podría realizar una deducción de la pérdida económica ocasionada por este insecto. Finalmente, para poder establecer un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) enfocado a *D. bulgara* en cítricos, es necesario conocer en primera instancia el ciclo biológico, posteriormente una estimación del daño ocasionado y con base en esto, desarrollar un plan de control adecuado a cítricos para la región de la Costa en Oaxaca.

### AGRADECIMIENTOS

La realización de este estudio fue gracias al proyecto Fiscal INIFAP titulado: “*Evaluación de portainjertos y fisiología de la producción de los cítricos en Morelos, Guerrero y Oaxaca*”, con número de SIGI: 14574034553.

### LITERATURA CITADA

- Grafton-Cardwell, E., Stelinski, L.L., Stansly, P.A. 2013. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of huanglongbing pathogens. *Annual Review of Entomology*, 58: 413-432.
- Orozco-Santos, M., Robles-González, M.M., Velázquez-Moreal, J.J., Manzanilla-Ramírez, M.Á., Hernández-Fuentes, L.M., Manzo-Sánchez, G., Nieto-Ángel, D. 2013. Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades en limón mexicano y limón Persa. En: IX Simposio Internacional Citrícola y 1er Simposio Internacional sobre HLB en Cítricos Ácidos. INIFAP, México. Pp: 113-171.
- Orozco-Santos, M., Robles-González, M.M., Velázquez-Monreal, J.J., Hernández-Fuentes, L.M., Varela-Fuentes, S. 2014. Plagas y su manejo integrado. En: Orozco-Santos *et al.* (Eds.), El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Colima, México. Pp: 347-387.
- Ovando-Cruz, M.E., Ariza-Flores, R., Padrón-Chávez, J.E. 2015. Tecnología para la producción de limones italianos para el estado de Oaxaca. Folleto para productores No. 15. INIFAP, Oaxaca, México. 30 pp.
- Sánchez-García, J.A., Velázquez-Monreal, J.J., Guzmán-Vázquez, H.M., Jarquín-López, R., Ortiz-López, J.A., Manzanilla-Ramírez, M.Á., Ovando-Cruz, M., Aquino-Bolaños, T., Sanborn, A.F. 2019. New host records and biological notes for *Diceroprocta bulgara* (Distant) in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 44(1): 229-233.
- USA/FAS. 2020. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Consultado el 21 de septiembre de 2020.





## GERMINADO Y EXTRUSION SOBRE LOS AMINOACIDOS DE LA CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

Huanatico-Suarez, E.\*; Beltrán-Barriga, P.A.\*\*

\* Universidad Nacional de Juliaca, Ingeniería en Industrias Alimentarias. Av. Nueva Zelandia No 631 Urb. La Capilla, Juliaca, Puno, Perú. [ehuanatico@unaj.edu.pe](mailto:ehuanatico@unaj.edu.pe), Tel. 995 505025. \*\* Universidad Nacional del Altiplano Puno, Ingeniería Agronómica. Av. Floral 1153 Puno, Perú. [pbeltran70@live.com](mailto:pbeltran70@live.com), Tel. 999 888796.

### RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo evaluar la incidencia de procesos de germinación y extrusión sobre granos de Cañihua, los cuales previamente fueron sometidos a un remojo de 14 horas y germinados por tiempos de 48, 72 y 96 horas. A fin de cortar la actividad inhibitoria se sometieron a temperaturas de 60°C por un tiempo de 24 horas, luego fueron extruidas, en un extrusor monotornillo, y se realizaron el análisis químico proximal, de aminoácidos y azúcares reductores. La Cañihua germinada durante 96 horas fue la que presentó mejores condiciones con niveles de azúcares reductores de 700 mg de maltosa/10g; humedad 5.13%, grasa 9.04%, proteínas 17.7%, cenizas 2.94%, fibra 3.85 y carbohidratos 61.34% y la Cañihua germinada extruida presentó la siguiente composición químico-proximal: humedad 4.74%, grasa 9.68%, proteínas 18.0%, cenizas 3.45%, fibra 4.49 y carbohidratos 59.64%. Los resultados en aminoácidos esenciales en Cañihua germinada por 96 horas, fueron sobresalientes en los valores de Tirosina, Valina+Metionina, Fenilalanina y Lisina. La Cañihua germinada por 48 horas resultó ser más resistente al extrusor y calor, sobresaliendo los aminoácidos esenciales como; Treonina+Alanina, Tirosina y Valina+Metionina, considerándose como el mejor producto.

**Palabras clave:** *Chenopodium pallidicaule* Aellen, aminoácidos, extrusión

### INTRODUCCIÓN

La generación de empleo sostenible y la calidad de vida es el reto mayor del Perú; promover el desarrollo integral y sostenible del ámbito rural constituye uno de los principales desafíos, tratando de superar el grave problema de pobreza y mantener la cohesión social, considerando que es imposible que se pueda transitar exitosamente en este milenio, sin cerrar brechas entre los grupos sociales que conforman nuestra sociedad. De ahí que la agroindustria se convierte en una de las alternativas más interesantes y sostenibles; sin embargo, también demanda nuevos retos al desarrollo rural. Asimismo, la importancia de la agroindustrialización de la Cañihua como una alternativa de desarrollo para productores que vienen cultivando en pequeñas parcelas, es vital que su producción sea incorporada a la agroindustria local. A su vez el cultivo de la Cañihua es menos riesgoso, porque está adaptada a las duras condiciones climáticas, a suelos pobres y es producido con una mínima inversión de recursos económicos y humanos. Se debe destacar que, se encuentra en el mercado local y nacional pocos productos a base de cañihua y ninguno de cañihua germinada, ello por la ausencia de oportunidades de posicionamiento y diversificación de productos. En este contexto, se pretende introducir en el mercado nuevos productos utilizando este cultivo andino, de esa manera incentivar al cultivo de este producto, sin descuidar su valor nutritivo. En la actualidad en nuestro país, no se le da la importancia debida a los productos no tradicionales o llamados también olvidados, tal es así que no existen estudios sobre los



cambios de los diferentes tratamientos postcosecha sobre los valores de los aminoácidos, proceso de secado, germinación, cocción extrusión, horneado, etc.

La composición de aminoácidos de los productos ya sea como materia prima o producto terminado es de mucha importancia ya que sin ello no se conocería el valor nutritivo real de las proteínas. El objetivo de la investigación fue, evaluar los cambios del germinado y extrusión sobre el contenido de aminoácidos de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y su composición físicoquímica.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Trabajo de investigación desarrollado en el ámbito de la ciudad de Puno y Juliaca a una altitud de 3827 m.s.n.m. los análisis de laboratorio se realizaron en los Laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se utilizó, Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de la Variedad Cupi, adquirida del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)-Puno, Centro Experimental Salcedo.

Los granos de cañihua se sometieron a limpieza y selección, lavado y desinfectado, luego pasaron por un proceso inhibitorio de humedad hasta alcanzar un promedio de 45%, se acondicionó en camas de 1cm de espesor para luego proceder al germinado a temperatura de 20°C por 48, 72 y 96 horas, en cámaras germinadoras, inmediatamente estos granos se sometieron a secado por un tiempo de 12 horas en un secador de bandejas a fin de inhibir su evolución biológica, luego se eliminó las raicillas y cascarillas manualmente, con la finalidad de evitar la absorción de agua ya que estas son muy higroscópicas y eliminar a través de ellas las sustancias amargas y otras que modifican el color del germinado. Se procedió a tratarlos en un extrusor de un tornillo, a una temperatura de 150°C y una velocidad de rotación del tornillo sinfín de 500 rpm. Luego estas fueron molturadas en un molino de granos separando las partículas del tamiz de malla 100, con la finalidad de obtener harina de cañihua germinada extruida.

Se efectuó el análisis proximal de acuerdo a la metodología recomendada por la AOAC (1984), y la determinación de aminoácidos se realizó de acuerdo al método descrito por Heinrickson y Meredith (1984); mediante los equipos de cromatografía de alta eficiencia, método que consta de 4 pasos: Preparación de la muestra, Hidrólisis de las Proteínas, Derivatización de los aminoácidos y Separación de los PTC aminoácidos de HPLC con columna de fase reversa, la separación se realizó en un sistema HPLC Altex con sistema solvente binario y un detector de longitud de onda fijado a 254 nm. Para la separación se utilizó una columna de fase reversa Octadecilo (C18) de 25 cm de longitud y un diámetro interno de 4 mm. La separación se realizó a 52°C y se utilizó un gradiente compuesto de dos soluciones: Solución A: Acetato de amonio 0.05 M pH 6.0 y

solución B: Acetato de amonio 0,1M en acetonitrilo:metanol:agua (44:10:46). Para el registro y la cuantificación de los aminoácidos se utilizó un Integrador Hewlett-Packard HP 3394 series II. Mediante el uso de este procedimiento se cuantifican los siguientes aminoácidos: Asparragina, Glutamina, Serina, Glicina, Histidina, Treonina, Alanina, Arginina, Prolina, Tirosina, Valina, Metionina, Isoleucina, Leucina, Fenilalanina y Lisina. Mientras que se determinó azúcares reductores a los granos de cañihua germinada de acuerdo con la metodología recomendada por la AOAC (1984) obteniendo la cantidad de azúcar reductor/ 10g de harina calculada como maltosa.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presenta los resultados del análisis proximal del grano de cañihua variedad Cupi antes de ser germinada. Se observa un contenido de proteína cruda menor a 18.8% reportado por Rodríguez et al., (2020) y mayor a  $12.8 \pm 0.3\%$  (Gallego et al., 2014), 12.9 % (Shotts et al., 2018) 13,27% (Aro y Calsin, 2019) y  $14.41 \pm 0.26$  (Repo-Carrasco et al., 2009). Los contenidos de grasa y cenizas presentan pocas diferencias con lo reportado y el contenido de fibra encontrado en el presente trabajo es inferior a los valores mostrados por los autores señalados los cuales oscilan entre 6,3 (Villa et al., 2014) a 11.24%. Respecto a los a carbohidratos los datos oscilan entre 59.9 (Villa et al., 2014), a 63.64% (Repo-Carrasco et al., 2009). Estas diferencias pueden deberse a la variedad de cañihua analizada, ya que refieren los análisis efectuados a cañihua en general o gris, parda, ramis, entre otras.

**Cuadro 1.** Composición Químico Proximal del grano y procesados de cañihua variedad Cupi

Componentes	Grano	Grano germinado			Grano germinado extruido		
		48 horas	72 horas	96 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Humedad	10.2	7.49	4.9	5.13	7.06	5.21	4.74
Grasa	6.34	9.97	10	9.04	9.63	9.07	9.68
Proteína	16.9	17.3	17.3	17.7	16.6	17.1	18.0
Cenizas	5.8	2.61	2.7	2.94	3.27	2.93	3.45
Fibra	5.3	5.24	5.1	3.85	6.02	4.49	4.49
Carbohidratos	55.46	57.39	60	61.34	57.42	61.20	59.64
kcal*	346.5	388.49	399.2	397.52	382.75	394.83	397.68

(\*): No es parte de composición químico proximal.

Durante el germinado, el contenido de la ceniza se redujo hasta en un 45%, lo que podría haberse dado durante la fase de inhibición o durante la germinación, que se pueden lixiviar en agua durante el remojo, mismo que en esta fase se requiere de muchos minerales como coenzimas para proteínas y carbohidratos las que mediante

el proceso de catálisis se trasladan a la radícula (Bewley et al., 2012), perdiéndose además parte de los minerales en la separación de las radículas. Un 50% del contenido de cenizas durante la germinación de la quinua se redujeron en la variedad Junin, mientras que en la variedad Real solo un 5% (Carciochi y Manrique, 2014), reducciones que pueden estar asociadas a la permeabilidad de la cubierta del grano, la que podría afectar en la reducción de minerales por lixiviación, ya que la mayor parte del mineral se halla en la cubierta (Bewley et al., 2012). Asimismo (Aguilar et al., 2019) encontró reducciones de hasta un 37% en variedades de quinua estudiadas. Durante el germinado de los granos de cañihua estos se incrementaron, lo que podría deberse a que algunas proteínas se pueden anabolizar a partir de los carbohidratos de reserva, aumentando el contenido de proteínas del grano, mismas que dependen del metabolismo del grano, a su vez indica también que la mayoría de las proteínas se catabolizan en aminoácidos solubles que se pueden perder por lixiviación, así como en el proceso de eliminación de las radículas (Bewley et al., 2012). (Aguilar et al., 2019), menciona que el malteo reduce significativamente el contenido de grasa en granos de quinua al igual que (Antezana et al., 2015) y (Carciochi y Manrique, 2014), quienes sustentan que los variados procesos metabólicos de degradación requieren de una cantidad de energía, reflejada en un aumento en la frecuencia respiratoria (Bewley et al. 2012), sin embargo en este trabajo de investigación se produjo un efecto contrario incrementando los valores de los granos de cañihua germinada.

En cuanto al contenido de proteína la cañihua germinada extruida muestra un favorable y ligero aumento, debido al efecto de extrusión, lo que nos indica que al utilizar productos de alto valor proteico en procesos de extrusión (HTST) los porcentajes de proteínas se incrementan. A su vez, los tres tratamientos se encuentran dentro de lo establecido por el (Codex Alimentarius, 2013), que indica que el contenido proteico es de 8%. Asimismo, se indica que el proceso de extrusión incrementa el porcentaje de proteínas. (Bjorck y Asp, 1983) mencionan que el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo, la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard.

**Cuadro 2.** Composición de Aminoácidos del grano y procesados de cañihua variedad Cupi (porcentaje por cada 100 g de proteína)

Componentes	Grano	Grano germinado			Grano germinado extruido		
		48 horas	72 horas	96 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Ac. Aspártico	2.00	1.80	4.00	3.60	5.30	3.20	0.80
Ac. Glutámico	9.90	14.20	17.80	19.50	10.30	10.10	12.00
Serina	6.30	5.70	7.40	6.40	7.20	7.00	5.90





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

Glicina	21.40	19.60	15.00	10.40	18.50	17.20	25.60
Histidina*	3.40	4.20	3.90	5.80	6.40	7.00	3.30
Treonina*+Alanina	20.70	25.30	17.30	15.20	17.50	16.80	16.50
Arginina*	7.80	12.10	12.30	8.20	8.30	11.10	13.00
Prolina	3.10	6.90	5.30	5.20	4.30	5.40	8.10
Tirosina	2.50	1.60	2.30	7.50	3.90	2.70	0.40
Valina*+Metionina*	13.80	2.50	5.00	5.20	10.40	7.80	1.00
Isoleucina*	0.50	0.40	1.30	0.10	0.60	1.30	0.80
Leucina*	0.60	1.00	2.80	0.90	0.50	3.30	2.60
Fenilalanina*	2.60	1.30	1.30	1.90	1.30	2.40	3.80
Lisina*	2.90	1.10	0.80	2.90	2.50	2.10	3.10

(\*): Aminoácido esencial.

En el Cuadro 2 se muestra el análisis de aminoácidos de la proteína del grano de cañihua, granos germinados y extruidos. Los granos de cañihua respecto a los reportados por Gallego, (2014), son ligeramente menores. Y en cuanto a los aminoácidos de la cañihua germinada, se observa la disminución en el contenido de los siguientes aminoácidos esenciales: Treonina+Alanina, Valina+Metionina, Isoleucina y Fenilalanina. Según (Molina, 1989), esta variación se debe a que el embrión al activarse al estado latente induce la secreción de enzimas que se difunden por todo el endospermo y después de disolver las paredes celulares, desdoblan el almidón, la proteína y los fosfatos orgánicos, logrando la degradación de las proteínas por la acción más o menos específica de los enzimas proteolíticos cuya importancia es vital. Sin embargo, la Isoleucina, Leucina, Lisina y Tirosina se incrementaron, este comportamiento se torna importante ya que este aminoácido en los cereales es limitante, este resultado favorece a la calidad proteica de la harina de cañihua germinada, (Badui, 12016 y Murray 2010) menciona que la Leucina junto con la Lisina son los únicos aminoácidos que no actúan como fuente de carbono para la síntesis de glucosa y son los únicos cetogénicos.

Del perfil de aminoácidos de los granos germinados extruidos, se deduce que hay ligeras variaciones, en algunos aminoácidos se puede apreciar que incrementa en su contenido y en otros disminuye; de este comportamiento se puede deducir que el tiempo de germinado influye en la composición final de aminoácidos cuando la cañihua germinada es sometida a tratamiento térmico. (Rojas, 2002) encontró que al extraer frijol existen pérdidas de aminoácidos esenciales, al igual que en la presente investigación; las ganancias de aminoácidos se deben a la concentración de la humedad del germinado de cañihua y las pérdidas al



sometimiento a un tratamiento HTST (Altas Temperaturas Cortos Tiempos) y la permanencia del producto en el cilindro o barril.

## CONCLUSIONES

El proceso de germinado de la cañihua sería una alternativa para potenciar sus propiedades nutricionales, ya que con este proceso se logró incrementar el contenido de proteínas, aminoácidos y azúcares reductores, por lo que la harina de cañihua germinada podría utilizarse como un producto primario para la formulación de nuevos productos.

Los granos de cañihua sometidos a tratamiento térmico como la extrusión se mantienen estables y hasta incrementan, como en los siguientes aminoácidos esenciales: Tirosina, Valina+ Metionina, Isoleucina, Leucina, Fenilalanina y Lisina; y disminuyen: Treonina+ Alanina, lo cual constituye una alternativa nutricional.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, J., Miano, A. C., Obregón, J., Soriano-Colchado, J., & Barraza-Jáuregui, G. (2019). Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour. *Journal of Cereal Science*, 90, 102858.
- Alimentarius, C. (2013). Directrices sobre preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños. *España: FAO/OMS*, 1-11.
- Antezana, R. N. V., Ticona, G. M., Yucra, F. E. Z., Cayllahua, D. Q., Alejo, R. M., & Churqui, U. J. M. (2015). Efecto de la germinación y cocción en las propiedades nutricionales de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(2), 169-172.
- A.O.A.C. (1984). Official Methods of analysis (No. 630.24 A8 1984). of *the Association of the Oficial Agricultura Chemist*. Ed. Boar.
- Aro Aro, J. M., & Calsin Cutimbo, M. (2019). Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), cebada (*Hordeum vulgare* L.) maiz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr) por proceso de cocción-extrusión. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(4), 293-303.
- Badui Dergal, S. (2016). *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación.
- Bewley, JD, Bradford, K. y Hilhorst, H. (2012). *Semillas: fisiología del desarrollo, germinación y latencia*. Springer Science & Business Media.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Björck, I. y Asp, NG (1983). Los efectos de la cocción por extrusión sobre el valor nutricional: una revisión de la literatura. *Revista de ingeniería alimentaria*, 2 (4), 281-308.
- Carciochi, R. A., & Manrique, D. (2014). Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante mejorada por aplicación de distintos procesos a semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica*.
- Gallego, D. (2014). Caracterización química y nutricional de *Chenopodium pallidicaule* (Cañihua) y *Chenopodium quinoa* (quinua) semillas. *Emir. J. Food Agric*, 26(7), 600-615.
- Heinrikson, RLSC Meredith. 1984. *Análisis de aminoácidos por cromatografía líquida de alta resolución en fase inversa: derivatización de precolumna con fenilisotiocianato*. *Anal. Biochem*, 136, 65.
- Molina Cano, J. L. (1989). *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales* (No. SB191. B2 C38).
- Murray, R. K., Bender, D. A., & Botham, K. M. (2010). *Harper: bioquímica ilustrada*. McGraw-Hill.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., de La Cruz, A. A., Alvarez, J. C. I., & Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterization of kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 94-101.
- Rodriguez, J. P., Jacobsen, S. E., Andreasen, C., & Sørensen, M. (2020). Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*): A Promising New Crop for Arid Areas. In *Emerging Research in Alternative Crops* (pp. 221-243). Springer, Cham.
- Rojas Baltazar, G. B. (2002). *Efecto del Tratamiento Térmico de la extrusión sobre la calidad proteica del Frijol (Phaseolus Vulgaris L.) del tipo Panamito* (No. Q02 R638-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Escuela de Post-Grado, Esp. en Nutrición.
- Shotts, M. L., Pujolras, M. P., Rossell, C., & Rodriguez-Saona, L. (2018). Authentication of indigenous flours (Quinoa, Amaranth and kañiwa) from the Andean region using a portable ATR-Infrared device in combination with pattern recognition analysis. *Journal of cereal science*, 82, 65-72.
- Villa, D. Y. G., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 609-615.



## RADIOSENSIBILIDAD DEL GENOTIPO DE JAMAICA UAN-8 A LOS RAYOS GAMMA $^{60}\text{Co}$ Y SELECCIÓN DE MUTANTES POTENCIALES PARA LA COSTA DE OAXACA

Martínez-Guzmán, E.M.1; Cruz-López, J.A.2; Gálvez-Marroquín, L.A.2; Cruz de la Cruz, L.L.3; Martínez-Bolaños, M.4; Avendaño-Arrazate, C. H.4; Gómez-Simuta, Y.5; Ariza-Flores, R.1

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Pinotepa. Prolongación 10ª Norte entre Libramiento y Calzada Tecnológico, Sección Primera, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. C.P. 71602. <sup>2</sup>INIFAP-Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No.7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, C.P. 68200, México. <sup>3</sup>Universidad de la Costa, Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas, Pinotepa Nacional, Oaxaca, C. P. 71606. <sup>4</sup>INIFAP-C. E. Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México, C.P. 30870. <sup>5</sup>Sub-dirección de producción, Programa Moscamed-Moscafrut, Metapa de Domínguez, Chiapas, México. C.P. 20860. \*Autor por correspondencia: [cruz.alberto@inifap.gob.mx](mailto:cruz.alberto@inifap.gob.mx), Tel. 55 101 79317.

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la dosis óptima con rayos gamma  $^{60}\text{Co}$  para inducir variación genética en semillas del genotipo de jamaica UAN-8 y seleccionar plantas con mayor número de cálices y escasa pubescencia en la generación M2, para las condiciones edafoclimáticas de Rio Grande, Villa de Tututepec, Oaxaca. Las dosis de radiación utilizadas fueron 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 Gy. Los experimentos se realizaron en condiciones de campo en Rio Grande, Tututepec, Oaxaca, durante el 2018. Se utilizó el diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones. En M1, se evaluó la supervivencia, altura y porcentaje de plantas que formaron semillas, y en M2, se seleccionaron plantas mutantes con alto potencial de rendimiento y escasa pubescencia de cáliz. La  $DL_{50}$  y  $RC_{50}$  se determinó mediante los parámetros del modelo racional. La  $DL_{50}$  y  $RC_{50}$  se encontró a 400.18 y 453.65 Gy, respectivamente, sin embargo, dosis similares del estudio (400 y 500 Gy) produjeron 10 % de plantas con semillas y considerando que el tipo de reproducción de esta especie es sexual, se sugiere dosis próximas a 300 Gy para generar diversidad genética a gran escala. En M2, 100, 200 y 300 Gy se identificaron cinco plantas potenciales de alto rendimiento de cáliz, de la cual destacó la selección S2 L2 con 265 cálices comparado con el testigo con 189 cálices, además de presentar pubescencia muy débil en sus cálices.

**Palabras clave:** *Hibiscus sabdariffa*, mutagénesis, radiación gamma.

### INTRODUCCIÓN

La jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. es una planta anual de la familia Malvaceae, que se cultiva principalmente por sus cálices. En México, el estado de Oaxaca es el tercer productor de jamaica por superficie de siembra con 1,457.0 ha con un rendimiento promedio de 350 kg ha<sup>-1</sup>, el cual es el más bajo a nivel nacional junto con el estado de Campeche (SIAP, 2019). La siembra de jamaica se realiza de temporal en 20 municipios, mayoritariamente de la Costa Oaxaqueña y utilizando principalmente semilla de las variedades tradicionales tales como Criolla, Sudán, Tempranilla y Yersey Acriollada.

El genotipo UAN-8, fue seleccionada dentro de 60 genotipos que se evaluaron en la Costa de Oaxaca en diferentes localidades, por su rendimiento superior a 600 kg ha<sup>-1</sup> de cálices secos, resistencia a pudrición del tallo causado por *Phytophthora parasitica* y por su alto contenido de bioactivos. Esta variedad además presenta excelente calidad de cálices secos y por ser éstos de tamaño tres veces más grandes que la variedad criolla, la





cosecha de cálices por jornal es mayor. Sin embargo, este genotipo presenta frutos y cálices con pubescencia media, lo cual dificulta la cosecha, ya que esta se realiza de manera manual y causa molestias después de un tiempo de estar manipulando los cálices.

El genotipo UAN-8 puede ser sometido a un programa de mejoramiento genético para generar un material de escasa a nula pubescencia, mediante cruzamientos o mutagénesis inducida con radiación gamma para generar variación genotípica de la cual puede seleccionarse el genotipo de interés. Este último método tiene la ventaja de generar materiales con buenas características de rendimiento y calidad en menor tiempo a diferencia de los métodos convencionales de mejoramiento genético (Oladosu *et al.*, 2016), aún en genomas tetraploides como la jamaica (Osman *et al.*, 2011), que requieren mayor tiempo para la homogenización en comparación con especies diploides.

Para iniciar un programa de mejoramiento genético por mutagénesis inducida con radiación gamma, es necesario determinar la dosis óptima que genere variación genética con la mayor probabilidad de éxito, asociado a la dosis letal y reductiva media ( $DL_{50}$  y  $RC_{50}$ ), mediante una prueba de radiosensibilidad. Esta dosis óptima es diferente aún entre variedades de la misma especie (Olasupo *et al.*, 2016), por lo cual es importante el estudio de radiosensibilidad para el genotipo de interés. Debido a lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar la dosis óptima para inducir variación genética en semillas del genotipo de jamaica UAN-8 y seleccionar plantas mutantes de jamaica con mayor número de cálices y escasa pubescencia en M2, para las condiciones edafoclimáticas de Rio Grande, Villa de Tututepec, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Irradiación del material vegetal

La irradiación de semillas de jamaica de la variedad UAN-8 se llevó a cabo en la planta de irradiación MOSCAFRUT de SENASICA-SAGARPA en Metapa de Domínguez, Chiapas, México, con el equipo Gamma Beam 127 MDS Nordion con fuente de almacenamiento de 50 g de  $^{60}\text{Co}$  en seco, con una razón de dosis de  $0.029 \text{ Gy s}^{-1}$ . Las semillas fueron expuestas a 10 dosis de radiación gamma con incrementos de 100 Gy (100 hasta 1000 Gy) y como control semillas sin irradiar; se utilizaron 75 semillas por dosis.

### Radiosensibilidad de jamaica a los rayos gamma

La evaluación de la sensibilidad de las semillas de jamaica UAN-8 a la radiación gamma se llevó a cabo en el Sitio Experimental Costa Oaxaqueña del Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP, ubicado en Rio Grande, Villa de Tututepec, Oaxaca, cuyas coordenadas geográficas son  $97^\circ 25' 19.37'' \text{ LO}$ ,  $19^\circ 59' 38.1'' \text{ LN}$  a 7 m de altitud. La germinación de las semillas de jamaica irradiadas se llevó a cabo en charolas de



unicel de 200 cavidades con dimensiones de 2.5 de ancho y largo, y 6 cm de profundidad, cuyo sustrato peat moss. Trascorridos 15 días después de la siembra en charolas, se seleccionaron al azar 20 plántulas de jamaica por tratamiento, las cuales se trasplantaron en campo bajo el sistema de siembra marco real con distancia de 1 m entre plantas y surcos. La superficie experimental fue de 220 m<sup>2</sup>, donde se utilizó el diseño experimental bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cinco plantas distribuidas en un surco de 5 m de longitud se tomaron como repetición. La fertilización mineral al suelo se fraccionó en dos partes, la primera aplicación se realizó a los 30 días después de la siembra (dds) utilizando 10 g por planta<sup>-1</sup> de la fórmula 17-17-17, mientras la segunda aplicación se efectuó a los 60 dds, 10 g planta<sup>-1</sup> de la fórmula 46-00-00. El riego se realizó por goteo. El manejo para *Atta* spp. se realizó con Imidacloprid. El control de arvenses y la cosecha de cálices se llevó a cabo de forma manual.

Al momento de la cosecha de jamaica del tratamiento control, se evaluó la supervivencia, altura de planta, porcentaje de plantas que formaron semillas y la cantidad de estas. La supervivencia de plantas se calculó mediante la fórmula  $PS = (\text{Número de plantas vivas} / \text{Número de plantas inicial}) * 100$ . La altura de planta se midió a partir de la base del tallo hasta el ápice terminal de la planta. El número de plantas que formaron semillas se calculó con la formula  $PPS = (\text{Plantas con al menos una semilla} / \text{Número total de plantas de los cuatro bloques al momento de cosecha}) * 100$ .

### **Selección de mutantes en la generación M2**

Se seleccionaron al azar 20 semillas de jamaica de cada planta M1 de los tratamientos de 100, 200 y 300 Gy, para generar la población M2 donde se incluyó la variedad parental como control. La siembra se realizó en campo en el Sitio Experimental Costa Oaxaqueña, el 12 de agosto de 2018. Se depositó una semilla por punto de siembra a 2 cm de profundidad, con el arreglo de siembra marco real con 1 m de distancia entre plantas y surcos. Las prácticas culturales fueron similares a las utilizadas en la generación M1.

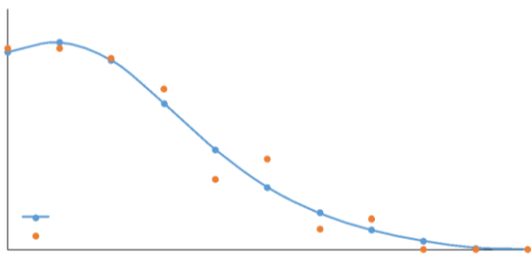
El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones (cinco plantas por repetición). Con base en observaciones visuales en campo durante la cosecha se seleccionaron plantas con mayor número de cálices (bajo competencia completa) y escasa pubescencia en cálices, con base al parental. Las plantas seleccionadas fueron caracterizadas con base en ocho descriptores morfológicos de planta y cáliz.

### **Análisis de datos**

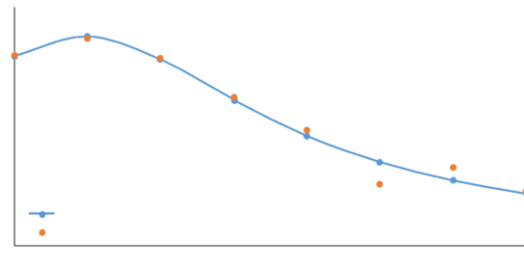
La DL<sub>50</sub> y RC<sub>50</sub> se calculó con parámetros del modelo racional con ajuste del 96 % a los datos observados de supervivencia y altura de planta. Para el análisis de regresión del modelo racional se utilizó el programa CurveExpert versión. 2.0.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1 y 2 se muestra el comportamiento de la supervivencia de plantas y altura de planta en función de la dosis de radiación gamma, así como el ajuste del modelo racional a estas variables. La  $DL_{50}$  y  $RC_{50}$  para UAN-8, se encontró a 400.18 y 453.65 Gy, respectivamente. En jamaica, también se reporta la  $RC_{50}$  a 754 y 773.8 Gy en las variedades Terengganu y Arab (Harding y Mohamad, 2009) y la  $DL_{50}$  a 477.8 Gy en la variedad Roselindo (Hanafiah *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Ajuste de modelo racional a datos observados de supervivencia de planta en función de la radiación gamma.



**Figura 2.** Ajuste de modelo racional a datos observados de altura de planta en función de la radiación gamma.

La radiación gamma influyó en el porcentaje de plantas de jamaica que formaron semillas. En 0, 100 y 200 Gy, se las plantas formaron semillas, mientras en dosis superiores, más del 60 % de las plantas sobrevivientes no formaron semillas. En dosis de 600 y 700 Gy, el efecto fue más severo, sólo 10 % en las plantas formaron semillas (Cuadro 1). El decremento o nula producción de semillas por efecto de la radiación gamma, se ha atribuido al incremento de polen estéril (anormalidades meióticas como inversiones y traslocaciones), falta de estructuras reproductivas en la flor y el aborto del embrión antes de la madurez (Kodym *et al.*, 2012).

**Cuadro 1.** Número de plantas M1 de jamaica UAN 8 con semillas en función de la dosis de radiación gamma  $^{60}\text{Co}$ .

Dosis (Gy)	Plantas al momento de la cosecha*	Plantas con semilla (%)	Semillas/planta (Min)	Semillas/planta (Max)
0	20	100.0	140	750
100	20	100.0	50	1139
200	19	100.0	43	221
300	16	37.5	29	151
400	10	10.0	4	-
500	9	11.1	3	-
600	2	0	-	-
700	3	0	-	-

800 0 0 - -

\*Número de plantas de cuatro bloques.

Debido al tipo de reproducción de esta especie (sexual), se sugiere dosis próximas a 300 Gy para generar diversidad genética, ya que la  $DL_{50}$  y  $RC_{50}$  estimadas se relacionan con dosis altas que provocan daños severos, toda vez que se registró un bajo porcentaje de plantas con formación de semillas y bajo número de estas por planta. Esto también se ha reportado en soya, donde Fe *et al.* (2000) determinaron la  $GR_{50}$  a 480 Gy, pero, en el rango de 400 y 500 Gy, las plantas no formaron vainas, por lo cual sugirieron dosis próximas a 360 Gy para inducir variación genética.

En la generación M2, se identificaron cinco plantas con potenciales de alto rendimiento de cáliz, de la cual destacó la selección S2 L2 con 265 cálices comparado con el testigo con 189 cálices, además de presentar pubescencia muy débil en sus cálices. La radiación gamma en la jamaica ha permitido la generación de materiales con mayor rendimiento comparado con el parental (Osman *et al.*, 2011, González-Cepero *et al.*, 2011). Respecto a la característica de escasa pubescencia también se ha obtenido por efecto de la radiación gamma en la generación M1 de ajonjolí variedad Escoba a 300 Gy (Musi *et al.*, 2016).

**Cuadro 4.** Caracteres morfológicos de plantas mutantes de jamaica seleccionadas en la generación M2 de la variedad UAN 8.

Carácter	Control	100 Gy		200 Gy		300 Gy
		S7 L13	S8 L14	S1 L4	S2 L8	S1 L2
Altura de planta (cm)	177.2	189.5	172.8	200.1	143.9	186.7
Altura de rama a primer fruto (cm)	10.6	5.5	4.1	3.2	5	19.15
Ramas por planta	34	57	55	55	45	41
Longitud del cáliz (cm)	5.78	5.41	5.93	5.16	5.73	5.48
Diámetro de cáliz (cm)	3.27	3.11	3.17	3.13	3.18	2.99
Color de cáliz	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Cálices por planta	189	333	299	280	265	268
Pubescencia de cáliz	Media	Media	Media	Media	Muy débil	Media

## CONCLUSIONES

A partir de 400 Gy, la radiación gamma produce daños severos en la supervivencia, altura de planta y formación de semillas en el genotipo de jamaica UAN-8 en la generación M1. Dosis de 100 a 300 Gy fueron útiles para promover variabilidad genética en la segunda generación mutante (M2), para seleccionar plantas mutantes con caracteres deseables como mayor número y escasa pubescencia de cáliz. En la generación M2 a



200 Gy, se identificó la planta S2 L2 que produjo 40 % más cálices comparado con el testigo, además de presentar pubescencia muy débil en sus cálices.

### LITERATURA CITADA

- Fe, C., Romero, R., Ortiz, R., y Ponce, M. (2000). Radiosensibilidad de semillas de la soya a los rayos gamma  $^{60}\text{Co}$ . *Cultivos Tropicales*, 21(2):43-47.
- González-Cepero, M. C., Trujillo-Gil, D., Terán-Vidal, Z., y Altané-Valentín, S. (2011). Ana Delia, mutante de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* sp.) obtenido de cuba mediante el empleo de inducción de mutaciones con rayos gamma de  $^{60}\text{Co}$ . *Cultivos Tropicales*, 32(4):20.
- Hanafiah, D. S., Mahmud-Siregar, L.A., and Putri, M. D. (2016). Effect of gamma rays irradiation on M1 generation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *International Journal of Agricultural Research*, 12(1):28-35.
- Harding, S.S., and Mohamad, O. (2009). Radiosensitivity test on two varieties of Terengganu and Arab used in mutation breeding of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Plant Science*, 3(8):181-183.
- Kodym, A., Afza, R., Forster, B. P., Ukai, Y., Nakagawa, H., and Mba, C. (2012). Methodology for physical and chemical mutagenic treatments. In: Shu, Q.Y., Forster, B.P. and Nakagawa, H. (Eds.), *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency, Vienna, Pp: 169-180.
- Musi, C., Nakayama, H., Oviedo de Cristalino, R. (2016). Variabilidad fenotípica e poblaciones M1 de sésamo (*Sesamum indicum* L.) irradiado con rayos gamma. *Cultivos tropicales*, 36:74-80.
- Oladosu, Y., Rafii, M. Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Rahim, H. A., Miah, G., and Usman, M. (2016). Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30:1-16.
- Olasupo, F. O., Ilori, C. O., Forster B. P., and Bado, S. (2016). Mutagenic effects of gamma radiation on eight accessions of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *American Journal of Plant Sciences*, 7: 339-351.
- Osman, M., Faruq, G., Saberi, S., Majid, N. A., Nagoor, N. H., and Zulqarnain, M. (2011). Morpho-agronomic analysis of three roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) mutants in tropical Malaysia. *Australian Journal of Crop Science*, 5(10):1150-1156.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>



## PRIMER REGISTRO, CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE AGRIOTES SP. EN JAMAICA, EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA

Cruz-López, J.A.\*; Gálvez-Marroquín, L.A.; Martínez-Bolaños, M.; Cruz-de la Cruz, L.L.; Ariza-Flores, R.

\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales, Oaxaca, Melchor Ocampo # 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México. [cruz.alberto@inifap.gob.mx](mailto:cruz.alberto@inifap.gob.mx), Tel. 55 101 79317.

### RESUMEN

En México, el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es uno de los que ha cobrado mayor importancia debido a su uso en la gastronomía y medicina tradicional. Sin embargo, su productividad se ve afectada por los daños ocasionados por insectos, realizándose numerosos estudios para el monitoreo y control de las principales plagas en este cultivo. A la fecha, solo se han reportado plagas que dañan el follaje (hojas y cálices) en jamaica como las principales. En el presente trabajo se reporta por vez primera al gusano de alambre (*Agriotes* sp.) afectando al sistema radicular en tres diferentes variedades de jamaica: Criolla Oaxaqueña, Sudán y UAN-8, durante el ciclo de primavera-verano 2019. El daño ocasionado por esta larva, varía de un 3.9 % a un 9.9 %, dependiendo de la variedad del cultivo. Se observó que las larvas causaron mayores daños durante la fase vegetativa de la planta, mostrando la mayor actividad en el mes de septiembre. Finalmente, mediante el mapeo de las plantas dañadas, los insectos generalmente exhibieron un patrón de distribución espacial agregado en parches aleatorios.

**Palabras clave:** Plagas del suelo, jamaica, plaga emergente.

### INTRODUCCIÓN

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), es una planta que se cultiva en diferentes partes del mundo. Es considerada como un cultivo de importancia gastronómica, ya que sus hojas y cálices son usados para elaborar diferentes tipos de infusiones, algunas con un profundo significado cultural. También se le atribuyen beneficios a la salud tales como: auxiliar para reducir la presión arterial, favorece la reducción de niveles de colesterol, presenta propiedades antidiabéticas y anticancerígenas, así como es usada para tratar la leucemia (Zhen *et al.*, 2016).

Uno de los principales problemas del cultivo de jamaica, son los daños ocasionados por diferentes especies de insectos plaga. En la actualidad, en diferentes países del mundo se presentan daños por numerosos insectos que afectan principalmente al follaje. En México, el chapulín (*Sphenarium purpurascens*), el pulgón (*Aphis gossiphii*) y a la hormiga arriera (*Atta mexicana*), se han reportado como las principales plagas para la jamaica. Sin embargo, a la fecha no se ha registrado ningún insecto que cause afectaciones considerables al sistema radicular en este cultivo, salvo observaciones ocasionales de la larva de diabrotica (*Diabrotica balteata*) en cultivos en el estado de Puebla (Aragón-García *et al.*, 2015; Pérez-Torres *et al.*, 2009).

Durante el desarrollo de un experimento para evaluar la producción de jamaica en tres variedades diferentes: Criolla Oaxaqueña, Sudán y UAN-8, se detectaron síntomas de pudrición de la raíz en algunas plantas. Dados estos síntomas, se realizó una examinación a detalle de la posible causa del daño. En las plantas con la

sintomatología, se encontraron larvas “gusano de alambre” del género *Agriotes* (Coleoptera: Elateridae) atacando las raíces, siendo este el primer registro de daño radicular ocasionado por estos insectos en este cultivo. Complementando este primer reporte de plaga emergente, se estimó la dinámica poblacional de las larvas en un ciclo productivo comparándolo con los niveles de precipitación, preferencia de las larvas por la etapa fenológica del cultivo, así como se calculó la distribución espacial de estas en las diferentes parcelas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cultivo de las variedades de jamaica y datos de precipitación

Se cultivaron tres variedades de jamaica: Criolla Oaxaqueña, Sudán y UAN-8 en el Sitio Experimental Costa Oaxaqueña, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en la comunidad de Río Grande, municipio de Villa de Tututepec, Oaxaca, México. Las tres variedades se sembraron en densidades de 5,000, 10,000 y 20,000 plantas por hectárea. Los datos de precipitación fueron tomados de la estación climatológica del INIFAP, localizada en el mismo Sitio.

### Reconocimiento de plantas dañadas, toma de muestras e identificación taxonómica

Veinticinco días después de la germinación se detectaron las primeras plantas con síntomas de pudrición. A partir de este punto, se realizaron recorridos en las parcelas cada tres días, monitoreando plantas con los síntomas descritos anteriormente. Una vez identificadas, se procedió a examinar la raíz buscando y recolectando larvas de manera manual en frascos con alcohol al 70%. Posteriormente, las larvas fueron examinadas bajo un microscopio estereoscópico en el Campo Experimental INIFAP Valles Centrales, Oaxaca, usando las claves de identificación de Becker (1956).

### Cuantificación del daño y cálculo del índice de dispersión

Durante la recolecta de larvas en las plantas dañadas, se realizó una cuantificación del número de ejemplares capturados. Estos datos se graficaron junto con los datos de precipitación en Excel. De igual manera, se ubicaron espacialmente las plantas afectadas, esto con el fin de generar un gráfico de distribución espacial de los organismos dentro de cada parcela por medio del programa Surfer™ para Windows Note V6 (Chao *et al.*, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las larvas de gusano de alambre fueron determinadas como *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae: Agriotinae), del grupo *sputator*, grupo al cual pertenecen todas las especies de importancia agrícola. El daño causado por esta especie se observó generalmente durante la fase vegetativa de la jamaica, con pocos registros durante las fases de desarrollo de fruto y semilla en la variedad Sudán y hasta la maduración de frutos y semillas en la



variedad UAN-8. Físicamente, las larvas generan agujeros de aproximadamente 1.5 mm de diámetro en las raíces de la planta. Se registraron un total de 160 plantas afectadas, lo cual representa una pérdida del 6.7 %. La variedad UAN-8 fue la más afectada con un daño del 9.9 %, seguida por la variedad Sudán con una pérdida del 6.3 %, y finalmente la variedad Criolla Oaxaqueña con una pérdida del 3.9 %. Durante el ciclo productivo en cuestión, no se detectaron plantas afectadas en las primeras semanas. En septiembre, se registró el mayor daño, registrándose dos picos, uno de 110 y otro de 40 plantas dañadas. Posteriormente, el número de plantas con síntomas fue decreciendo hacia la primera mitad de noviembre. Comparando la emergencia de las larvas con los niveles de precipitación, no hay una correlación entre estos datos, salvo una ligera sobreposición a la mitad de octubre (Figura 1).

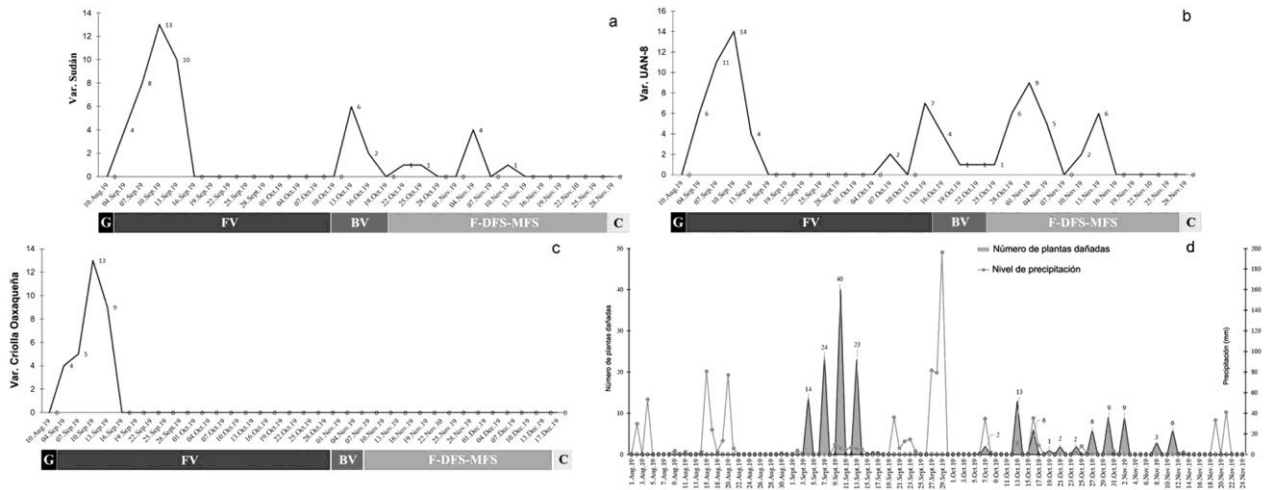
El daño ocasionado por larvas de *Agriotes* sp. representa un caso de posible plaga emergente, donde las lesiones físicas que ocasionan estos organismos en las raíces podrían ser promotores de otros patógenos, tales como el hongo *Phytophthora* spp., causante del “mal de la pata prieta”, una de las enfermedades de mayor importancia para la jamaica. De acuerdo con los resultados, podemos inducir que las diferencias entre plantas afectadas entre las diferentes variedades, podría deberse por la resistencia y susceptibilidad de cada una, posiblemente relacionada con la concentración de algunos compuestos químicos como glicoalcaloides, ácido clorogénico y azúcares, como en el caso de diferentes variedades de papas resistentes a *Agriotes* (Johnson *et al.*, 2008; Michel-Aceves *et al.*, 2019).

De acuerdo con la dinámica poblacional, diversos estudios muestran que las larvas de *Agriotes* sp. proliferan en primavera y otoño. También, se ha demostrado que la migración vertical de plagas de importancia agrícola está fuertemente relacionada con la humedad del suelo. Se ha observado, que la actividad máxima de *Agriotes* sp. en el suelo ocurre a un nivel de humedad del 65 % y una temperatura de 17° C. Sin embargo, nuestros resultados no son concordantes entre los picos de daño máximo comparados con los niveles de precipitación. Esta discordancia podría deberse a diversas características físicas del suelo encargadas de mantener la humedad (Benefer y Blackshaw, 2013).

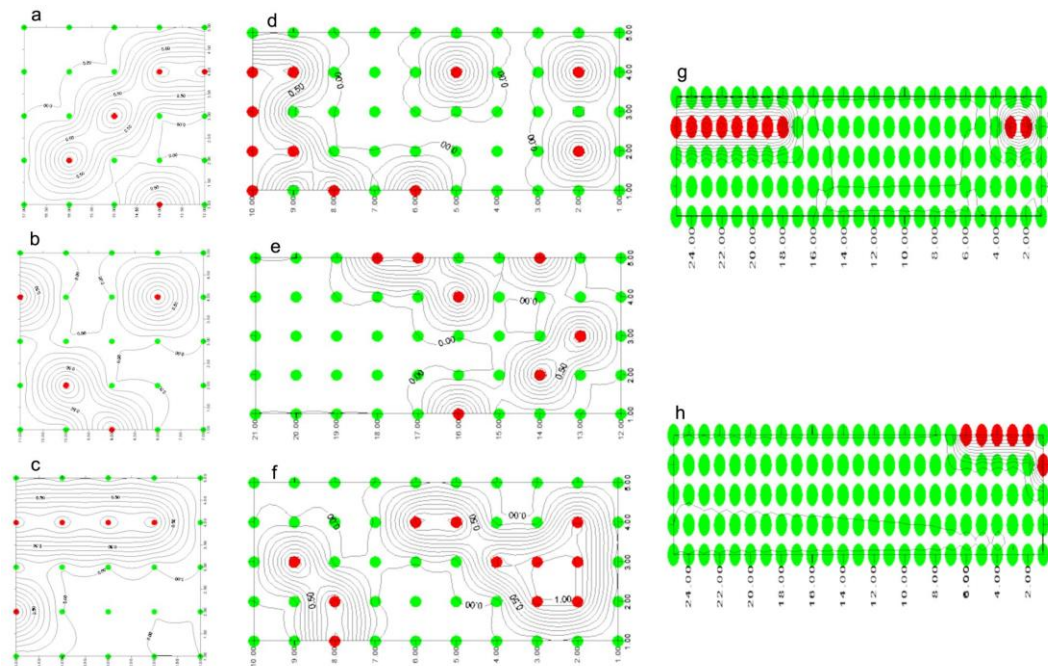
De acuerdo con el diagrama de dispersión, la distribución de las larvas de *Agriotes* sp. en las parcelas con diferentes densidades de plantas en cada una de las tres variedades fluctúa entre ligeramente a altamente agregada, con un patrón de distribución agregada y al azar. Solo se observó una excepción, el caso de la parcela con densidad de 20,000 plantas de las variedades Sudán y Criolla Oaxaqueña se observó una distribución uniforme (Figura 2). Respecto a la distribución espacial de las larvas, diversos estudios han demostrado que diferentes formas inmaduras de escarabajos exhiben una capacidad limitada de movimiento, distribuyéndose en parches aleatorios. Esto se explica por la biología de los organismos, así como la distribución heterogénea



de elementos químicos y físicos del suelo a lo largo de un gradiente de profundidad. Nuestros resultados son concordantes a lo expuesto por diversos autores, incluso, la distribución espacial de las larvas en cada parcela fue de entre ligeramente a altamente agregada, característica que resultó ser independiente de la densidad de plantas/hectárea en cada una de las parcelas (Benefer y Blackshaw, 2013).



**Figura 1.** Daño causado por *Agriotes* sp. en jamaica. (a)-(c) número de plantas dañadas por variedad. (d) número de larvas recolectadas y niveles de precipitación. G = germinación, FV = fase vegetativa, BV = botón visible, F-DFS-MFS = floración, desarrollo y maduración de frutos y semillas, C = cosecha.



**Figura 2.** Distribución espacial de las larvas de *Agriotes* sp. en las diferentes parcelas de las tres variedades de jamaica. (a) 10,000 plantas/ha UAN-8, (b) 10,000 plantas/ha Criolla Oaxaqueña, (c) 10,000 plantas/ha Sudán, (d) 20,000 plantas/ha UAN-8, (e) 20,000 plantas/ha Criolla Oaxaqueña, (f) 20,000 plantas/ha Sudán, (g) 5,000 plantas/ha UAN-8, (h) 5,000 plantas/ha Sudán y Criolla Oaxaqueña.



## CONCLUSIONES

Comprender el impacto y el rol de las plagas del suelo es uno de los temas de mayor importancia en el ámbito agrológico. Actualmente, se considera al suelo como un sistema complejo de comunidades (relación entre plantas huésped e insectos asociados) influenciado por factores. En el caso de plagas emergentes, es necesario conocer en primer lugar la identidad específica del insecto, realizar estudios sobre su dinámica poblacional, así como una caracterización de la distribución espacial para desarrollar un plan de prevención y control de *Agriotes* en jamaica. Finalmente, estudios comparativos de la resistencia a este insecto en las diferentes variedades en jamaica, serían complementarios a un plan integrado de manejo de plagas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos al INIFAP por la facilidades, materiales y equipos usados durante la realización de este estudio. También agradecemos a los estudiantes Manuel Díaz González y Ángel Ahmed Díaz González, ambos tesisistas de la carrera de Ingeniería en Agronomía en el Instituto Tecnológico de Pinotepa Nacional, Oaxaca, México.

## LITERATURA CITADA

- Aragón-García, A., Pérez-Torres, B. C., Aragón-Sánchez, M., Cuate-Mozo, V. A., Juárez-Ramón, D., & Hernández-Loma, R. (2015). Manejo agroecológico de insectos que dañan el follaje de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Malvaceae) en el sur de Puebla, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1): 24-28.
- Becker, E. C. (1956). Revision of the Nearctic species of *Agriotes* (Coleoptera, Elateridae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 88(1): 5-101.
- Benefer, C. M., & Blackshaw, R. P. (2013). Chapter five – Molecular approaches for studying root herbivores. In: Johnson, S. N., Hiltbold, V., & Turlings, T. C. J. (Eds.) *Behaviour and Physiology of root herbivores*. Elsevier, Oxford, pp. 219-255.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., & Shen, T-J. 2006. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. *Biometrics*, 62: 361-371.
- Johnson, S. N., Anderson, E. A., Dawson, G., & Griffiths, D. W. (2008). Varietal susceptibility of potatoes to wireworms herbivory. *Agricultural and Forest Entomology*, 10: 167-174.
- Michel-Aceves, A. C., Hernández-Morales, J., Toledo-Aguilar, R., Sabino-López, J. E., & Romero-Rosales, T. (2019). Antagonistic capacity of native *Trichoderma* spp. against *Phytophthora parasitica* and *Fusarium oxysporum* isolated from roselle crops. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42: 235-241.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

Pérez-Torres, B. C., Aragón-García, A., Bautista-Martínez, N., Tapia-Rojas, A. M., & López-Olguín, J. F. (2009). Entomofauna asociada al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*, 25: 239-247.

Zhen, J., Villani, T. S., Guo, Y., Qi, Y., Chin, K., Pan, M. H., Ho, C. T., Simon, J. E., & Wu, Q. (2016). Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. *Food Chemistry*, 190: 673-680.



## FOTOSÍNTESIS Y TRANSPIRACIÓN EN PLANTAS DE TOMATE BAJO DISTINTOS NIVELES DE RADIACIÓN

Zarate-Martínez, W.<sup>1\*</sup>; Felipe-Victoriano, M.<sup>2</sup>; Moreno-León, K.<sup>3</sup>; Castillo-Campohermoso, M. A.<sup>4</sup>; Arellano-García, M. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

<sup>2</sup>Campo Experimental Las Huastecas (CEHUAS). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

<sup>3</sup>Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

<sup>4</sup>Departamento de Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada.

\*Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Melchor Ocampo No. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etna, Oaxaca. C.P. 68200, México. [zarate.william@inifap.gob.mx](mailto:zarate.william@inifap.gob.mx), Tel. 800 088 2222, Ext. 86206.

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), se planteó como objetivo estudiar el intercambio de gases en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sometidos a diferentes niveles de radiación. El cultivo se estableció en túneles, con un diseño completamente al azar, en el ciclo invierno - primavera, bajo distintos niveles de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), se trabajó con tres tratamientos: T1 = Alta radiación, T2 = Media radiación, y T3 = Baja radiación, lo anterior, se consiguió cubriendo los túneles con polietileno de distintas características. Se determinó radiación fotosintéticamente activa, fotosíntesis, concentración de CO<sub>2</sub> intercelular y tasa de transpiración. Las evaluaciones se realizaron en hojas de dos diferentes estados de desarrollo, con el Sistema Portable de Fotosíntesis LI-6400XT de LI-COR. Las evaluaciones indicaron que el T1 presentó la mayor fotosíntesis y recibió la mayor radiación.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum*, conductancia estomática, fotosíntesis.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es de gran importancia en el país, ya que México es el principal exportador en el mundo lo que significa una importante fuente de divisas (SAGARPA, 2015). Por lo anterior se busca mejorar continuamente e incluir nuevas tecnologías a los sistemas de producción con el objetivo de estimular algunas respuestas fisiológicas en el cultivo (Decoteau *et al.*, 1993). El nivel de radiación que recibe un cultivo tiene un efecto directo en algunas funciones fisiológicas, como fotosíntesis, respiración y transpiración, lo cual afectará el crecimiento vegetal, la acumulación de materia seca y por lo tanto el rendimiento (Casierra-Posada *et al.*, 2007). Ante este panorama, es importante el estudio de la radiación y su efecto en el rendimiento de los cultivos, por lo cual, el objetivo del presente trabajo de investigación fue establecer un cultivo de jitomate bajo diferentes niveles de radiación, estudiar el intercambio gaseoso en las hojas y efecto en el rendimiento.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un cultivo tomate (*Solanum Lycopersicum* Mill) en túneles con las siguientes características 5 metros de largo, 2.3 metros de ancho y 2.1 metros de altura, en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) ubicado en Saltillo, Coahuila. Se trasplantó tomate de la variedad





Yigido con hábito de crecimiento indeterminado y tipo bola, para la nutrición del cultivo se utilizó la solución Steiner aplicada vía fertirriego (Steiner, 1961). Se mantuvo el suelo a capacidad de campo, para determinar la humedad del suelo y el momento del riego se utilizaron tensiómetros IRROMETER de 12", los cuales, se enterraron a 15 cm de la cintilla de riego.

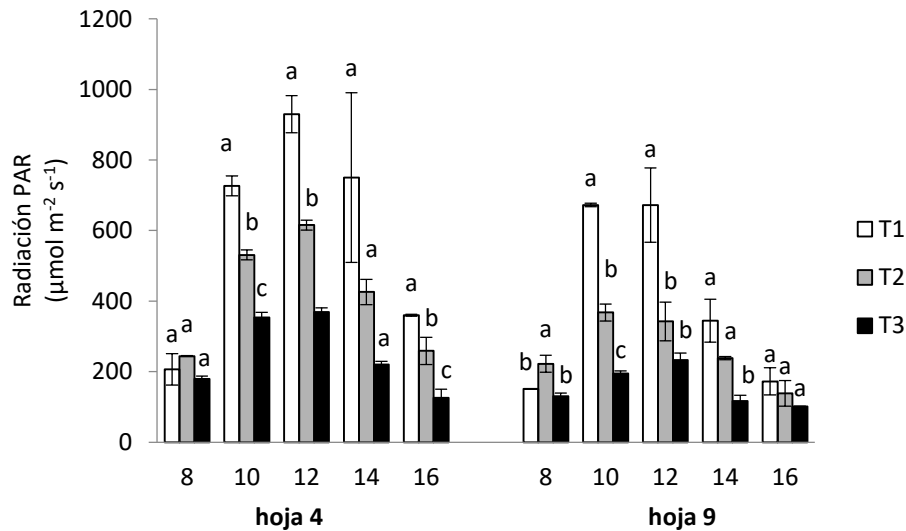
Se trabajó con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento (cada túnel se consideró como repetición) haciendo un total de 12 túneles, que se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos que se evaluaron fueron diferentes niveles de radiación, los niveles promedio se describen a continuación: T1 = Alta radiación, T2 = Media radiación, y T3 = Baja radiación. Los distintos niveles de radiación se consiguieron debido a las características de las películas utilizadas en cada tratamiento, las películas que se utilizaron fueron los siguientes: Para el T1 se utilizó la película tipo SUNTHERM 4 AV (EVA)/C743 y la película tipo SUNTHERM 4 (EVA)/C702, las cuales, se encimaron ambas películas de la casa comercial GINEGAR, para el tratamiento 4 y 5 se utilizaron películas elaboradas en CIQA, a estas películas en el proceso de coextrusión se les agregó óxido de titanio a una concentración de 0.5 y 1 % denominadas Prot-06 y Prot-05 respectivamente.

Las variables evaluadas fueron: radiación fotosintéticamente activa, fotosíntesis, concentración de CO<sub>2</sub> intercelular y tasa de transpiración, estos datos se tomaron con el equipo LI-6400XT sistema portable de fotosíntesis, en hojas ubicadas a dos distintas alturas, hoja 4 y hoja 9; se contó como primera hoja aquella hoja superior totalmente desarrollada. De cada repetición se tomaron datos de tres plantas seleccionadas al azar y de cada planta se tomaron datos en dos hojas (hoja 4 y hoja 9). Las mediciones se realizaron a los 127 días después del trasplante (DDT), entre las 8:00 y 17 horas, a intervalos de una hora, el cultivo se encontraba en plena producción. Durante las mediciones los datos se almacenaron en la memoria del LI-6400XT, posteriormente fueron exportados a una hoja de cálculo de excel para su manejo. Los datos obtenidos se les realizó un ANOVA y una prueba de comparación de medias por el método de Tuckey ( $p > 0.05$ ) utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2015I.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

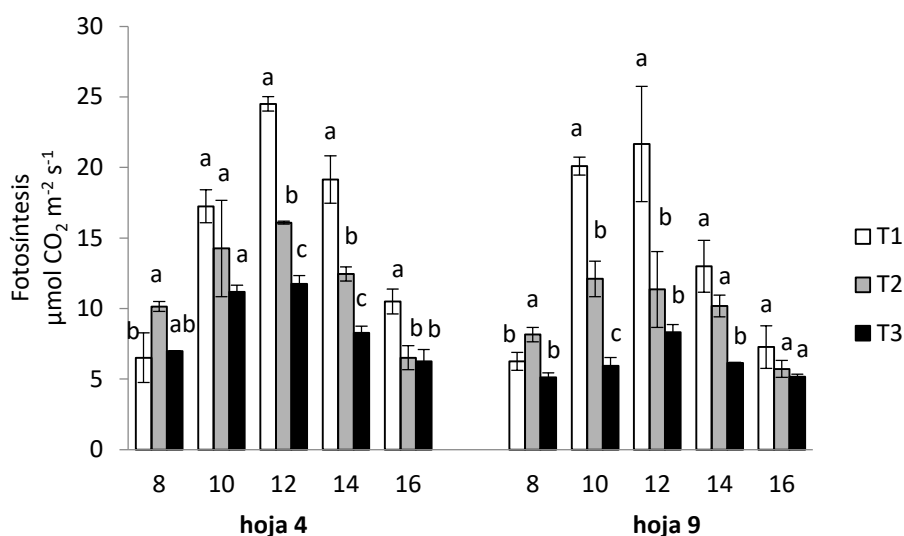
Se muestra la radiación fotosintéticamente activa que recibe cada tratamiento (Figura 1). Entre las 10 y 13 horas el T1 recibió la mayor radiación y el T3 los niveles más bajos. Los niveles más altos de radiación en todos los tratamientos se registraron a las 12 horas, en donde, los valores medios ( $\pm$  error estándar) fueron:  $930 \pm 53$ ,  $615 \pm 14$  y  $369 \pm 12 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para los T1, T2 y T3 respectivamente. Se observó que en la hoja 4 los valores de RFA fueron mayores a los registrados en la hoja 9, lo cual, puede originar una menor actividad fotosintética en las hojas inferiores de las plantas. A las 8 de la mañana en la hoja 4 no existe diferencia

estadística, esto posiblemente a que el rocío del amanecer no permite la transmisión libre de la radiación al ser absorbidas por las moléculas de agua (Corominas, 2014).



**Figura 1.** Radiación Fotosintéticamente Activa registrada en hoja 4 y hoja 9 en cultivo de Jitomate *Solanum Lycopersicum*. T1 = Alta radiación, T2 = Media radiación, y T3 = Baja radiación.

Fotosíntesis (A) (Figura 1). Los valores más altos se registraron a las 12 del día en ambas hojas. En la hoja 4, las plantas que presentaron mayor actividad fotosintética fueron las del tratamiento 1, lo anterior entre las 10:00 y 16:00 horas. Las plantas del T3 registraron la menor actividad fotosintética. En la hoja 9, se observó la misma tendencia, T1 presentó la mayor actividad fotosintética y el T3 la menor actividad fotosintética. Las hojas 4 presentaron la mayor actividad fotosintética con respecto a las hojas 9, por lo cual, la altura de las hojas si afecto la actividad fotosintética en las plantas. Las plantas del T1 presentaron la mayor fotosíntesis a las 11 horas en ambas hojas. Una alta actividad fotosintética es deseable debido a su relación directa con la formación de biomasa. La tasa de fotosíntesis depende básicamente de las condiciones de temperatura y luz (Lambers *et al.*, 1998). En promedio la hoja 9 presentó menor tasa de fotosíntesis que la hoja 4, lo cual coincide con lo reportado con Escalante (2008), al evaluar diversas especies. Con los resultados obtenidos podemos afirmar que a mayores niveles de radiación hay mayor actividad fotosintética.



**Figura 2.** Fotosíntesis registrada en hoja 4 y hoja 9 en cultivo de Jitomate *Solanum Lycopersicum*. Medias con literales iguales no difieren estadísticamente (Tukey,  $p > 0.05$ ). T1 = Alta radiación, T2 = Media radiación, y T3 = Baja radiación.

CO<sub>2</sub> intercelular (C<sub>i</sub>). En la hoja 4 la mayor concentración de CO<sub>2</sub> intercelular se registró a las 8 horas, posteriormente la concentración fue disminuyendo hasta registrar los valores más bajos a las 14 horas, posteriormente a las 16 horas la concentración de CO<sub>2</sub> incrementó (Figura 4). En todas las horas evaluadas se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. La concentración de CO<sub>2</sub> tiene que ver con la actividad fotosintética de las plantas, a tempranas horas la actividad fotosintética es baja, sin embargo, conforme avanzan las horas del día la actividad fotosintética aumenta, hay una mayor demanda de CO<sub>2</sub>, por lo cual, la concentración de CO<sub>2</sub> disminuye. Según los datos obtenidos se concluye que en las hojas 4 a partir de las 14 horas empieza a reducir la actividad fotosintética debido a las altas temperaturas. En la hoja 9 se encontraron mayores diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo, se observó una tendencia constante a la baja.

Transpiración (E). En ambas hojas los valores más altos de transpiración se reportan entre las 10 y las 12 del día. El T1 presenta mayor transpiración y como se comentó anteriormente recibió la mayor radiación, lo cual coincide con lo citado por Wahid (2007), al señalar que es un mecanismo de sobrevivencia a altas temperaturas. El incremento en la transpiración disminuye el potencial del agua en la hoja Stanghellini *et al.*, (1992), y provoca diversas modificaciones en procesos fisiológicos (Tsukaguchi *et al.*, 2003). Debido a lo anterior se espera que entre las 10 y 12 horas el potencial de agua en la hoja presente los valores más bajos, siendo menores en el T1.



## CONCLUSIONES

El nivel de radiación en un cultivo tiene un efecto directo en la fotosíntesis y transpiración. A mayores niveles de radiación, mayor tasa de fotosíntesis y por lo tanto una reducción en la concentración de CO<sub>2</sub>. El T3 reportó menor transpiración y fue el que recibió menor radiación, lo que significa que al modificar los niveles de radiación en un cultivo se pueden obtener grandes beneficios de ahorro de agua.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los que participaron y apoyaron este proyecto.

## LITERATURA CITADA

- Casierra-Posada, F., Cardozo, M. C., & Cárdenas-Hernández, J. F. (2007). Growth analysis of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in greenhouse. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 299-305.
- Corominas, J. (2014). Los primeros minutos del efecto invernadero. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11(1):100-107.
- Dadali, G., Demirhan, E., & Özbek, B. (2008). Effect of drying conditions on rehydration kinetics of microwave dried spinach. *Food and Bioproducts Processing*, 86(4), 235-241.
- Decoteau, D. R.; Hatt, H. A.; Kelly, J. W.; McMahon, M. J.; Rajapakse, N.; Joung, R. E. and Pollock, R. K. (1993). Applications of photomorphogenesis research to horticultural systems. *Hortscience* 28: 974-1063.
- Escalante, C. L.; Trejo, C. R.; Esquivel, A. O.; Arreola, A. J. G. y Flores, H. A. (2008). Comparación de tasas fotosintéticas en algunas plantas cultivadas y malezas. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 7: 165-172.
- Lambers, Hans, F. Stuart Chapin III, y Thijs L. Pons. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2.<sup>a</sup> ed. New York: Springer-Verlag. 540 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). (2012). SAGARPA/Sala de prensa/Boletines/.
- Stanghellini, C., & van Meurs, W. Th. m. (1992). Environmental control of greenhouse crop transpiration. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 51, 297-311.
- Tsukaguchi, T.; Kawamitsu, Y.; Takeda, H.; Suzuki, K. y Egawa, Y. (2003). Water status of flower buds and leaves as affected by high temperature in heat tolerant and heat-sensitive cultivars of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Production Science*. 6: 4-27.
- Wahid, A.; Gelani, S.; Ashraf, M. y Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 61: 199-223.





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### “ROL DEL INGENIERO RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE EMPRESAS AGROINDUSTRIALES. COVID-19”

\*Paucar-Luna J.

\*Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Cercado de Lima 15081, Perú [jpaucarl@unmsm.edu.pe](mailto:jpaucarl@unmsm.edu.pe), [jpaucarl@hotmail.com](mailto:jpaucarl@hotmail.com) Tel. +51 993 195 042

#### RESUMEN

La investigación se realizó con miras a identificar los nuevos paradigmas de prevención de riesgos laborales, basados en el liderazgo, el cumplimiento de los protocolos para prevenir el contagio del Covid-19 y asumir los retos de la pos pandemia. Se arribó al resultado de que, los paradigmas de gestión en la seguridad y salud en el trabajo se fundamentan en las leyes, normas y protocolos a ser cumplidos, porque se cuenta con el monitoreo del supervisor de seguridad y salud en el trabajo. Se concluye que, el Ingeniero responsable de seguridad y salud en el trabajo es observador, metódico, comunicador, motivador y consciente.

**Palabras clave:** Logística, agroindustria, empresas.

#### INTRODUCCIÓN

Es de suma importancia comprender que los accidentes en el trabajo no se producen por “mala suerte” y los contagios de Covid-19 tampoco, la tarea principal del supervisor de seguridad y salud en el trabajo, es asegurar el cumplimiento de los objetivos específicos en salud y seguridad, y trabajar de acuerdo a las normas de procedimiento, basado en valores ético, integridad y responsabilidad, el Supervisor de Seguridad se relaciona con la parte operativa asesorando al Supervisor de Línea, para asegurar la tarea, es imprescindible el liderazgo, que a la vez permite, a la dirección asumir compromisos con la seguridad y la salud. Por lo tanto, el supervisor de seguridad genera una cultura de prevención de riesgos. Supervisar entendida como el verificador del correcto cumplimiento de los estándares de seguridad en la ejecución de los trabajos y su aplicación de las herramientas de gestión de seguridad y salud, como: AST, PETAR, CHECKLIST. La OMS (2020a), nos advierte que “la pandemia coronavirus se propaga rápidamente por todo el mundo, existe un considerable temor, miedo y preocupación en la población en general y en ciertos grupos en particular, como los ancianos, los sanitarios y las personas con enfermedades previas”. Después de haber superado, hipotéticamente, la fase crítica de la pandemia ocasionada por el coronavirus (SARS-CoV-2), más conocido como COVID-19, suele ser habitual revisar los protocolos de actuación y extraer las “lecciones aprendidas” (Robles-Sánchez, 2020). El Dr. Hans Kluge, director regional para Europa de la OMS, nos recuerda que muchas de las cuestiones en esta pandemia se focalizan, especialmente, sobre dos grupos más vulnerables: los niños y las personas mayores (Greenberg, 2020). Lai et al., (2020), el personal sanitario que ha estado en primera línea de acción, el personal que se ocupa del traslado de cadáveres, etc., y las personas con patologías premórbidas graves físicas y mentales. El objetivo es identificar los nuevos paradigmas de prevención de riesgos laborales, basados en el

liderazgo, el cumplimiento de los protocolos para prevenir el contagio del Covid-19 y asumir los retos de la pandemia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en la investigación de manera prioritaria es cualitativa, exploratoria y descriptiva basada en leyes, protocolos y normas vigente peruana.

#### La Medicina Preventiva y Salud Pública

Es una especialidad, como afirma Robles-Sánchez, J. I. (2020), “que capacita para la investigación, aplicación y fomento de políticas y actividades de promoción y protección de la salud [...], vigilancia de la salud de la población, identificación de necesidades sanitarias, planificación, gestión y evaluación de servicios de salud”.



Figura 1. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo LEY N° 29783 modificada por Ley 30222 (peruana)

#### Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

Decreto Legislativo N° 1499, (2020, 9 mayo), establece diversas medidas para garantizar y fiscalizar la protección de los derechos socio laborales de trabajadores en el marco de la emergencia sanitaria por el Covid-19, en su artículo 8; auditorías al sistema de seguridad y salud en el trabajo, 8.1; obligatoriedad de las auditorías, prevista en el artículo 43 de la Ley N° 29783 y su reglamento aprobado por Decrto Supremo N° 005-2012-TR y en el numeral 8.2; culminada la emergencia sanitaria, el empleador debe presentar un informe a las autoridades competentes.

RM N° 448-2020-MINSA, (2020), tiene entre sus funciones prevenir, vigilar y controlar el riesgo de Covid-19; los trabajadores deben completar una ficha que será entregado por el empleador, se podrán usar medios

digitales para emitir y recibir la Ficha de Sistema Metodología de la Covid-19 y la vigilancia está alerta en puestos de mediano y bajo riesgo para la aplicación de pruebas serológicas y moleculares bajo la indicación por el profesional de salud.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre salud mental y resiliencia psicológica durante la pandemia por COVID-19 se nos recuerda que todos y cada uno de nosotros somos parte de una comunidad. Está en nuestra naturaleza humana cuidarnos unos a otros, ya que a la vez buscamos el apoyo social y emocional de los demás. Los efectos disruptivos de la COVID-19 nos brindan a toda una oportunidad, para vernos, llamar y chatear por video, ser conscientes de las necesidades únicas de salud mental de aquéllos a quienes cuidamos, además de sensibles a las mismas. Nuestra ansiedad y miedos no solo deben ser reconocidos y no ignorados, sino mejor entendidos y abordados por individuos, comunidades y gobierno (Greenberg, 2020).

**Cuadro 1.** Cambio de paradigmas de gestión en la seguridad y salud en el trabajo

Paradigmas de gestión en la seguridad y salud	
<b>El problema</b>	Existencia de riesgos, que pueden generar emergencias preventivo/desastres.
<b>Las causas</b>	Vulnerabilidad, generada por el hombre frente a fenómenos naturales y socio-naturales.
<b>Objetivo</b>	Reducir los riesgos existentes, atender las emergencias y adelantar actividades de reconstrucción.
<b>Estrategias</b>	Promover la gestión para la reducción de riesgos y atención a las emergencias/desastres
<b>Planificación</b>	Introducción del concepto preventivo, en la planificación nacional, sectorial y territorial.
<b>Instrumentos</b>	Normas nacionales que priorizan la reducción de riesgos y generan los mecanismos institucionales y regulatorios para la gestión integral de los riesgos.

Fuente: Robles-Sánchez, J. I. (2020), modificado por el autor.

### CONCLUSIONES

Se puede considerar la hipótesis, fundamentada en los paradigmas de gestión en la seguridad y salud en el trabajo. El Ingeniero responsable de seguridad y salud en el trabajo; es observador, metódico, comunicador, motivador y consciente.

### LITERATURA CITADA

- Greenberg, N., Docherty, M., Gnanapragasam, S., & Wessely, S. (2020). Managing mental health challenges faced by healthcare workers during covid-19 pandemic. *bmj*, 368.
- Lai, J. (2020). Factors associated with mental health outcomes among health care workers exposed to coronavirus disease 2019. *JAMA Network Open*, 3(3), e203976. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3976>
- Robles-Sánchez, J. I. (2020). La psicología de emergencias ante la COVID-19: enfoque desde la prevención, detección y gestión operativa del riesgo. *Clínica y Salud*, 31(2), 115-118. <https://doi.org/10.5093/clysa2020a17>



## MODELO DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO PAPAYA EN MÉXICO

\*Rojas-Acosta, A.

\* Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Chilchotla, Ingeniería en Desarrollo Sustentable Orientación en Ecobiología. Av. Miguel Hidalgo s/n J. García, Chilchotla, Pueb. C.p. 75070, México. [arturo\\_rojas@educauich.mx](mailto:arturo_rojas@educauich.mx). Tel. 2828286101.

### RESUMEN

La pandemia del COVID-19 representa un desafío sin precedentes y ha alterado la dinámica de los sistemas alimentarios en todas las regiones. El 20% de los alimentos producidos para consumo humano se pierde. En América Latina y el Caribe, son un poco más de 220 millones de toneladas de alimentos los que se pierden en las diferentes etapas, ya sea en el proceso de producción, procesamiento, almacenamiento o en la distribución. El objetivo del presente trabajo es formular un modelo de optimización de la distribución de la papaya en México para reducir los costos y distancias del transporte, de los centros productores a los centros consumidores. La metodología empleada es la programación lineal, utilizando el programa LINDO; para dicho análisis se contemplan los treinta y dos estados de la república mexicana; el periodo de estudio es el año 2019 considerando una economía cerrada. El valor de la función objetivo que minimiza la distancia del transporte es de 391, 871,000. Para que el valor óptimo de la función objetivo se cumpla, es necesario que se lleve a cabo la distribución de la papaya a través de las rutas seleccionadas por el modelo.

**Palabras clave:** Programación lineal, transporte, optimización

### INTRODUCCIÓN

El transporte es el movimiento de personas, mercancías o productos desde el punto donde se localizan, producen o cultivan, hasta el lugar donde se consume, distribuyen o almacenan. Este desempeña un papel vital en la vida social, económica y política del mundo, así como de las naciones o comunidades. Las empresas de transporte, sean de propiedad pública o privada existen para servir al público en forma directa y como parte integral de la distribución, proceso y manufactura de productos. La mayor utilidad que produce es el costo que se agrega a la mercancía por el hecho de moverla de su lugar de producción o a lugares donde falta. Sin los actuales sistemas de transporte las mercancías no podrían llegar a los centros de consumo y la escasez aumentaría su valor. El transporte permite que grandes núcleos de población distribuidos en zonas muy extensas dispongan en abundancia de productos (Mercado, 1994: Pág.189- 190). La producción nacional de papaya para el año 2019 fue de 1,083,132.67 toneladas, con 19 865 hectáreas sembradas. Para los años 2016, 2017 y 2018 tuvo incrementos importantes en su producción, superficie sembrada y cosechada, como se aprecia en el cuadro 1 (Siap,Siacon 2020). Cualquier teoría económica es necesariamente una abstracción del mundo real. Entre otras cosas, porque la inmensa complejidad de la economía imposibilita comprender a la vez todas las interrelaciones; y tampoco, para el caso, todas estas interrelaciones son de igual importancia para la comprensión del fenómeno económico particular de estudio. Esta clase de marco analítico simplificado de forma deliberada se llama modelo económico, puesto que solo es una estructura o representación aproximada de la economía real. Al relacionar cierta cantidad de variables entre sí en ciertas maneras, estas ecuaciones dan





forma matemática al conjunto de suposiciones analíticas adoptadas (Chiang y Wainwright, 2006: Pág. 5). los objetivos del presente trabajo son: identificar las principales áreas productoras en el país, volumen de producción, así como las áreas consumidoras y el volumen demandado, identificar la magnitud del déficit o superávit que se tiene en cada una sus áreas, formular un modelo de distribución del producto que minimice el costo y las distancias de transporte, identificando qué cantidades de producto enviar de cada centro productor a cada centro de consumo y proponer medidas de política pública para el caso de la papaya.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo, se emplea como metodología la programación lineal como herramienta de análisis y toma de decisiones. En el modelo se utiliza el programa LINDO. En dicho estudio se contemplan los treinta y dos estados de la república mexicana por considerar a la papaya una fruta necesaria para el consumo de toda la población; se tomó como periodo de estudio el año 2019, formulando un modelo de transporte para una economía cerrada. En la estructuración del modelo, se procedió a obtener la población total por estados; se determinó la producción de papaya por entidad en toneladas a través de estadísticas proporcionadas por SIACON-SADER, se obtuvo el consumo per cápita en toneladas para el periodo señalado; éste se determinó como la producción total más las importaciones totales menos las exportaciones entre la población total a nivel nacional. Una vez estimado, se calculó el consumo aparente en toneladas; este se obtiene multiplicando la población por el consumo per cápita. Para determinar los estados oferentes y demandantes, se procede a obtener la diferencia de la producción menos el consumo aparente; valores negativos representan estados demandantes del producto; caso contrario, representarán estados oferentes.

Las distancias de los centros productores a los centros demandantes se obtuvieron de la página electrónica [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx). Para transportar la papaya se utilizaron trailers con caja refrigerada con capacidad de 22 toneladas con medidas de 12.5x2.5x2.5 m., por tratarse de productos perecederos. El costo total por tráiler se dividió entre 22 toneladas obteniendo el costo de transporte, el cual representa el promedio de toneladas que transporta cada camión. Para la formulación de la función objetivo, representa el costo de viaje por tonelada se procede a colocar el coeficiente acompañado de la variable  $X$  con el subíndice 1 (zona productora), y luego el subíndice 1 que conforma la zona consumidora ( $X_{11}$ ); y así sucesivamente con las demás variables. Se integran las actividades con sus coeficientes correspondientes a los costos de transporte de los centros de origen a los estados demandantes. Para el caso de la oferta, se coloca la variable  $X$  con sus respectivos subíndices; la formulación del modelo de transporte para una economía cerrada se conformó con 207 variables y 32 restricciones (9 de oferta y 23 de demanda. Tomando en cuenta que la oferta de productos es mayor que la cantidad demandada, las restricciones de oferta tienen signos menores que ( $<$ ) y las de demanda igualdades ( $=$ ) lo que garantiza que el modelo contempla distribuir toda la oferta.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La solución óptima está formada por el valor de la función objetivo y las variables seleccionadas por el modelo; el valor de la distribución del producto papaya a nivel nacional para el año 2019 estudiada para una economía cerrada es de 391,871,000 y significa la mínima distancia aproximada en kilómetros que hay que recorrer de los distintos estados oferentes y demandantes para satisfacer la demanda de cada uno de los centros consumidores y que garantice el mínimo costo. Para que el valor óptimo de la función objetivo se cumpla, es necesario que se lleve a cabo la distribución de la papaya a través de las rutas seleccionadas por el modelo.

#### Rutas seleccionadas

Oaxaca es el principal estado productor de papaya a nivel nacional, abastece a cinco entidades con un volumen de 251,591 toneladas, participando con el 41.73%. Aunado a ello, el estado de Colima es el segundo productor de esta fruta, surte a once estados demandantes un volumen de 186,764 toneladas, aportando el 30.98% del total nacional. Destaca Michoacán con una oferta de 80,825 toneladas que distribuye a tres entidades del país, representando el 13.40% del volumen enviado. En ese orden, Veracruz aporta un monto de 50,747 toneladas, representando el 8.41 del abasto nacional. Guerrero envía un volumen neto de 22,048 toneladas, abasteciendo el mercado en dos entidades federativas, aportando el 3.65% de la producción nacional; Chiapas coloca 9,738 toneladas a una sola entidad, representando el 1.61% y quien aporta el menor volumen es Campeche con un total de 1,086 toneladas, representando el 0.18% a nivel nacional. Con el objeto de minimizar las distancias del recorrido y por ende el costo de transporte para una economía cerrada para el caso de estudio de México, la papaya se debe distribuir de la siguiente forma:

- 1) Oaxaca debe abastecer a las siguientes ciudades demandantes: Toluca con 114,265 toneladas; a la Ciudad de México con 64,934 toneladas; a Puebla con 34,433 toneladas; a Pachuca con 22,222 toneladas y a Querétaro con 15,747 toneladas.
- 2) Colima debe abastecer a Aguascalientes con 10,329 toneladas; a Mexicali con 26,171 toneladas; a La Paz, B.C.S con 5,443 toneladas; a Saltillo, Coah. con 23,175 toneladas; a Chihuahua con 27,371 toneladas; a Durango con 13,457 toneladas; a Guadalajara con 34,044 toneladas; a Tepic, Nay. con 3,745 toneladas; a Monterrey con 8,893 toneladas; a Hermosillo, Son. con 22, 138 toneladas y a Zacatecas con un volumen de 11, 998 toneladas.
- 3) Michoacán debe abastecer a las ciudades demandantes de Guanajuato con 44,843 toneladas; a Monterrey con 31,500 toneladas; a San Luis Potosí con 3,816 toneladas y a Querétaro con 666 toneladas



- 4) Veracruz abastece a Ciudad Victoria, Tamaulipas con un volumen de 21,329 toneladas; a Culiacán, Sinaloa con 12,486 toneladas; a Tlaxcala con 9,936 toneladas y a Puebla con 6,996 toneladas.
- 5) Guerrero envía un volumen 11,154 y 10,894 toneladas de papaya con destino a Toluca y Cuernavaca, respectivamente.
- 6) Chiapas abastece al mercado de Villahermosa, Tabasco, con 9,738 toneladas.
- 7) Campeche envía un total de 1,086 toneladas a Mérida, Yucatán.

### CONCLUSIONES

1. La solución óptima está conformada por el valor de la función objetivo y las variables seleccionadas. El valor de la función objetivo para la distribución de la papaya a nivel nacional para el año 2019, analizada para el caso de México considerando el consumo interno (economía cerrada) es de 391,871,000. Para que el valor óptimo de la función se cumpla, es necesario que se lleve a cabo la distribución de la papaya a través de las rutas seleccionadas por el modelo.
2. En el modelo de distribución de la papaya, entidades como Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz, son los estados oferentes de papaya, producción que destinan a veinticuatro estados demandantes del producto.
3. Las Zonas Productoras Tipo I son aquellas entidades que orientan toda su producción a los estados demandantes. Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Veracruz abastecen a veinticuatro entidades federativas.
4. La Zona Productora Tipo II, integrado por Quintana Roo no logra distribuir su producción en el mercado nacional

### LITERATURA CITADA

- Alpha C, Chiang y Kevin Wainwright (2006). Métodos fundamentales de economía matemática. Ed. Mac Graw-Hill. p. 5
- Arreola R y Arreola R. (2003). Programación lineal. Una introducción a la toma de decisiones cuantitativas. Ed. Thompson.
- Bueno de Arjona Graciela. (1987). Introducción a la programación lineal y al análisis de sensibilidad. Ed. Trillas. México. Pp. 11
- Dominick Salvatore (2007). Microeconomía. Tercera edición. Ed. Mc Graw-Hill. Pp. 214-217



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Godínez et al. (2007). Valor económico del agua en el sector agrícola de la comarca lagunera. *Terra Latinoamericana*, Vol.25, num.1, enero-marzo. Pp. 51-59. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 51-59
- González Ch.(1988). Modelación matemática de los procesos económicos en la agricultura. Ed. Pueblo y educación; Cuba.Pp:251-301
- Medina, S.V., Raya, K. y Contreras, M. R. (2007). Utilización del modelo de transporte para la asignación de trabajos a máquinas considerando prioridades. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*. Mayo-agosto, año/vol.11, número 002. México. Pp. 52-54
- Mercado Salvador (1994). Comercio Internacional I. Mercadotecnia internacional Importación-Exportación. Ed. Limusa. México. Pp. 189-190
- Prawda Witenberg Juan. (1999). Métodos y modelos de investigación de operaciones. Modelos determinísticos. Vol.I. Ed. Limusa. México. Pp. 3-33
- Programa LINDO Versión 6.1 (Optimización Lineal Discreta e Interactiva)





## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO DE CILANTRO EN EL ESTADO DE PUEBLA

\*Rico-Serrano, A.A.

\*Centro de Investigación Biotecnológica Aplicada, Depto. Biotecnología Productiva. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700 México. [rico0ady@gmail.com](mailto:rico0ady@gmail.com), Tel.5951204962

### RESUMEN

El cultivo de cilantro es uno de los principales exportados hacia Estados Unidos de América, para el estado de Puebla es uno de los principales ingresos para el sector agrícola. Debido a las malas prácticas que han sido implementadas por productores y empacadores del estado de Puebla la FDA emitió la import alert 24-23 en el año 2015 debido a un brote de *Cyclospora cayentanensis*. La import alert evita el ingreso del cilantro proveniente del Estado de Puebla en los meses de abril a agosto, y solo aquellas empresas empacadoras que tengan asociadas una unidad de producción certificada en Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC), que hayan sido aprobadas por COFEPRIS y agregadas por la FDA a la lista verde podrán exportar cilantro al país vecino. El presente trabajo busca realizar un sistema de inocuidad eficiente que los pequeños productores de la zona de Palmar de Bravo y Quecholac puedan implementar fácilmente y puedan certificar sus parcelas en menos de un año. Se trabajó con dos unidades de producción en las cuales se obtuvo un 95% de avance en la implementación de los Sistemas de reducción de riesgos de contaminación emitidos de SENASICA.

**Palabras clave:** Inocuidad agrícola, cilantro, import alert 24-23.

### INTRODUCCIÓN

El estado de Puebla es el principal productor y exportador de cilantro en el país, con su principal destino Estados Unidos de América, al cual exporta el 98% del total producido, sin embargo en el año 2015 fue emitida la alerta 24-23 llamada “detención sin examinación física de cilantro fresco del estado de Puebla, México”, en la cual se cierra la frontera en los meses de abril a agosto para todo exportador de cilantro poblano que no se encuentre en la “Green list” publicada en la misma alerta, donde, este año solo se encuentran 3, por lo que para el próximo abril 2020 sólo estas empacadoras podrán exportar cilantro a Estados Unidos (FDA,2019). El objetivo del presente trabajo es diseñar un esquema eficiente que permita desarrollar pequeños productores y cumplir con las especificaciones necesarias demandadas por FDA y SENASICA en un tiempo mínimo de seis meses para aumentar la oferta de cilantro inocuo en el año y principalmente en los meses de alerta.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño se realizó apegándose al Anexo Técnico 1. Requisitos generales para el reconocimiento y certificación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción primaria de alimentos de origen animal (SENASICA, 2018), con los materiales necesarios para cumplir con dichos requisitos. Se realizó una evaluación diagnóstico y una previa a la certificación utilizando la Guía para la auditoría o evaluación del a conformidad de los requisitos Generales para la certificación y reconocimiento de sistemas de reducción de

riesgos de contaminación (SRRC), Buen uso y manejo de plaguicidas (BUMP) o buenas prácticas agrícolas en la actividad de Cosecha (BPCo) durante la producción primaria de vegetales (SENASICA, 2018), se realizó una visita dirigida cada quince días a dos unidades de producción ubicadas en el municipio de Quecholac y Palmar de Bravo, Estado de Puebla, en cada visita se reportó una capacitación y/o avances de infraestructura por parte del productor.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de ocho meses de visitas consecutivas se logró implementar en un 95% el sistema de inocuidad, el cual tiene un diseño que permite ser sostenido por el mismo productor con capacitaciones y revisiones mensuales, lo cual disminuye los gastos de los mismos evitando la contratación de un ingeniero responsable de su sistema de inocuidad. Ambas unidades de producción son candidatas para tener su certificación en el mes de enero del 2020. La unidad de producción cuenta con la infraestructura necesaria, funcional y cumple con las especificaciones del anexo técnico 1, cuenta con la infraestructura documental necesaria, actualizada, la cual incluye análisis de peligros, planes técnicos, procedimientos estandarizados, documentos en general y registros. El productor conoce y está consciente de la importancia del cumplimiento de los Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación.



**Fotografía 1.** Productores en capacitaciones de Buen uso y manejo de plaguicidas y haciendo uso de sus instalaciones en la unidad de producción.

### CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anterior se concluye que, debido a la inversión necesaria, capacitaciones, disponibilidad del productor y ciclo biológico de la planta, el tiempo mínimo para garantizar un sistema de inocuidad eficiente es de nueve meses, sin embargo, este tiempo y diseño del sistema garantiza la recertificación de la unidad 2 años después sin temor a ser descartado de la lista de productores confiables de SENASICA (SENASICA, 2019).



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo a las unidades de producción “La Noria” y “Rancho San Antonio” por hacer posible este estudio y su dedicación para que esta implementación se llevará a cabo en el menor tiempo posible.

### LITERATURA CITADA

FDA, 2019. Import Alert 24-23. [https://www.accessdata.fda.gov/cmis\\_ia/importalert\\_1148.html](https://www.accessdata.fda.gov/cmis_ia/importalert_1148.html).

SENASICA, (2018). Anexo Técnico 1. Requisitos generales para el reconocimiento y certificación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción primaria de alimentos de origen animal. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475353/Anexo\\_Tecnico\\_1\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475353/Anexo_Tecnico_1_compressed.pdf).

SENASICA, (2018). Guía para la auditoría o evaluación de conformidad de los requisitos Generales para la certificación y reconocimiento de sistemas de reducción de riesgos de contaminación (SRRC), Buen uso y manejo de plaguicidas (BUMP) o buenas prácticas agrícolas en la actividad de Cosecha (BPCo) durante la producción primaria de vegetales.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475545/Guia\\_eval\\_Anexo\\_Tecnico\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475545/Guia_eval_Anexo_Tecnico_1.pdf)

SENASICA, (2019). Listado de proveedores confiables que aplican las medidas para prevenir o reducir los riesgos de contaminación microbiológica en la producción primaria de hortalizas.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/497180/Formato\\_4\\_SENASICA-07\\_de\\_agosto\\_de\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/497180/Formato_4_SENASICA-07_de_agosto_de_2019.pdf)



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### DESPERDICIO DE ALIMENTOS: INDUSTRIA PESQUERA

Habana-Vargas F.J.\*, Cruz-de la Cruz, L.L

\*Universidad de la Costa, Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas, Pinotepa Nacional, Oaxaca, C. P. 71606, México. [francis.habana2@gmail.com](mailto:francis.habana2@gmail.com) Tel 9541523980.

#### RESUMEN

El presente trabajo realiza una descripción de lo que se conoce como desperdicio de alimentos en el mundo, enfocándose más a la industria pesquera y presenta una solución para uno de los desechos que se generan en esta industria como es el pescado de descarte. Se utilizó un pescado de descarte de la comunidad de Tututepec, Oaxaca conocido como popoyote y se analizó con un análisis proximal para establecer un subproducto de este desperdicio. Se realizó el análisis de proteínas, grasa, cenizas y materia seca de acuerdo a la normativa vigente para elaborar una harina de este pez, se mostraron buenos resultados, siendo en promedio de 47.8%, 8.07%, 23.29% y 93.18% respectivamente. La elaboración de la harina no mostró dificultad ya que se secó el pescado y se molió en un molino de cuchillas. La propuesta para utilizar este desperdicio como un subproducto fue la harina y presentó muy buenos resultados proximales pudiendo utilizarla para suplementar alimentos con un bajo contenido de proteína.

**Palabras clave:** popoyote, subproducto, harina de pescado.

#### INTRODUCCIÓN

En el mundo es común el desperdicio de alimento en todos los sectores, estos se desperdician porque no cumplen con los parámetros de calidad o también pueden ser desperdicios de las industrias procesadoras, se estima que en el mundo el desperdicio de alimentos asciende a un valor de 1300 millones de toneladas por año, que comprenden toda la cadena de producción que va desde la producción agrícola hasta el consumidor final (FAO, 2012). En la industria de pescados y mariscos, se producen residuos como pieles, huesos, aceites, cabezas, desechos procedentes del enlatado de atún, colas, vísceras y sangre (Gowe, 2015; Helkar et al., 2016). De estos residuos, la Agroindustria genera el 38% (Helkar et al., 2016). De la industria pesquera como ya se mencionó anteriormente, los principales residuos que se generan son espinas, cabezas, pieles, colas, vísceras y conchas que de acuerdo a la CONAPESCA pueden ser aprovechados en productos como harinas, aceites (ricos en ácidos grasos omega -3) y quitosano para la producción de fertilizantes. En una comunidad de la costa de Oaxaca generan un residuo de la pesca, el pescado de descarte conocido como popoyote, este pez se caracteriza por ser resbaladizo, de piel negra y por este motivo los pobladores de la comunidad de Tututepec no lo consumen debido a que tienen más opciones de pescado.

La elaboración de harina de pescado se originó a principios del siglo XIX en el norte de Europa y en Norteamérica esto para poder aprovechar los residuos proteicos que se obtenían de la elaboración de aceite de arenque, el cual solo se desecha o se utilizaba como fertilizante ya que daba muy buenos resultados. Posteriormente en el siglo XX se llevaron a cabo investigaciones científicas, encontrando las maravillosas





cualidades de este producto, principalmente su aporte proteico por lo cual se empezó a utilizar como suplemento para la alimentación animal, también se descubrió que contenía proteínas de alto valor biológico, aminoácidos esenciales, energía por su contenido de aceites, minerales y vitaminas, por esto se inició la industria de la harina de pescado, ya que resultaba una forma sencilla de aprovechar y almacenar el producto con un simple proceso de producción, cocido, secado y molido. Debido al alto desperdicio de alimentos se busca una alternativa para utilizar el pescado de descarte que generan en la villa de Tututepec.

Este pescado se utilizará para elaborar un subproducto, harina de pescado, se determinará la cantidad de proteína, de grasa, cenizas, y materia seca de la harina para utilizarla en la suplementación de alimentos deficientes en proteína, al suplementar los alimentos con esta harina, además de aumentar la cantidad de proteína, se estarán añadiendo aceites, y minerales. Esta es una forma sencilla de cómo los pobladores de dicha comunidad puedan aprovechar este pescado y así poder disminuir el desperdicio de alimentos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La muestra de pescado se obtuvo en forma indirecta de Villa de Tututepec, estas fueron evisceradas y se almacenadas en refrigeración a 4 °C en el laboratorio Químico - biológico de la Universidad de la Costa, ya que de acuerdo a Silva (2003), los procesos de descomposición pueden ser detenidos o retardados disminuyendo la temperatura de la materia prima, esto para evitar su descomposición hasta el día de su procesamiento. Después se llevó a cabo el secado de las muestras, se realizaron 3 tratamientos diferentes, el tratamiento 1 (T1) se secó en un horno de convección forzada a una temperatura de 70 °C, el tratamiento 2 (T2) se secó de igual forma en un horno de convección forzada, pero a una temperatura de 90 °C, el tercer tratamiento fue un secado mixto secado al sol y secado en horno de convección forzada. Posteriormente se llevó a cabo el molido de las muestras separando cada tratamiento y se tamizaron para obtener un producto homogéneo. Se cuantificó el porcentaje de materia seca, proteína, grasa y cenizas de cada tratamiento, realizando 3 repeticiones de cada uno, estos se llevaron a cabo de acuerdo a la normativa vigente para cada uno. Estos análisis se llevaron a cabo en la Ciudad de México

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el cuadro 1 se puede apreciar los resultados obtenidos del popoyote, a pesar de que este pez se consume en países como Ecuador y México no se encuentran análisis proximales de este pez, comparando con los resultados de León (2017), donde realizó un estudio de carnes de pollo, ovejo, res y cerdo en el cual obtuvieron que la carne de res y cerdo son las que presentaron un mayor porcentaje de proteína 23.97 y 30.85 respectivamente el resultado obtenido del popoyote es mayor, donde el menor resultado fue la repetición 3 del tratamiento 2 donde incluso supera a ambos, aunque en un estudio que realizó Ganchoso (2012), donde utilizó

carne de res y de chame o popoyote para utilizarlo en la elaboración de salchicha obtuvo un porcentaje de proteína de res de 20.70% y del popoyote de 17.53 %, la alta diferencia entre los resultados obtenidos y los reportados por Ganchoso se debe a que el solo analizó la porción cárnica del chame y en la elaboración de la harina se utiliza la totalidad del pescado a excepción de las vísceras. Lo más interesante que se obtuvo en el análisis proximal de este pescado fue su alto contenido en minerales siendo el mayor resultado de 27.3% y el menor de 18.32%, esto también se puede deber a que en la elaboración de la harina se utiliza el total del pescado incluyendo sus espinas, por esto pudo aumentar su porcentaje de minerales, ya que comparando los resultados con un estudio de Izquierdo (1999) donde determinó el análisis proximal , perfil de ácidos grasos y contenido de minerales en doce especies de pescado que son de importancia comercial en Venezuela obtuvo un valor mayor de 2.13 g/100g en base húmeda.

Cuadro 1: Análisis químico bromatológico de la harina de pescado de descarte

TRAT.	% HUMEDAD	% M. SECA.	% PROTEINA CRUDA*	% GRASA*	% CARBOHIDRATOS*	% CENIZAS*
<b>H70</b>	4.56 ± 0.322	95.44 ± 0.322	50.29 ± 1.525	8.09 ± 1.295	18.14 ± 3.939	23.49 ± 4.240
<b>H90</b>	5.22 ± 0.502	94.78 ± 0.502	45.35 ± 2.408	10.96 ± 1.467	23.32 ± 1.204	20.37 ± 1.839
<b>H40</b>	10.49 ± 0.098	89.51 ± 0.098	46.96 ± 1.527	5.16 ± 0.890	25.10 ± 3.445	25.98 ± 4.561

## CONCLUSIONES

La cantidad de nutrientes presentes en la harina de pescado de descarte hace de esta materia prima un producto alternativo que posiblemente se puede usar en la alimentación.

## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a la comunidad pesquera de Tututepec por la facilitación de las muestras de popoyote, a la Dra. Rosy Gabriela Cruz Monterrosa por el apoyo incondicional que me dio para poder realizar los análisis proximales establecidos en este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- CONAPESCA. Comisión Nacional de acuicultura y pesca.
- FAO. Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura, pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo Christer J., Otterdijk R, & Meybeck A., Roma, 2012
- Ganchoso M., Jácome D. & Loor R., (2012), Optimización de combinación de carne de chame (*Dormitator latifrons*) y carne de res en procesamiento de salchicha, *EspamCiencia* 3(2): 147-154.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Gowe, C. (2015). Review on potential use of fruit and vegetables by-products used as a valuable source of natural food additives. *Food Science and Quality Management*, 45:47 -61.
- Helkar, P.B.; Sahoo, A.K. y Patil, N.J. (2016). Review: Food Industry by-Products used as a Functional Food Ingredients. *Int. J. Waste Resour*, 6:3 DOI: 10.4172/2252-5211.1000248.
- Izquierdo P., et al., (1999) Análisis proximal de ácidos grasos, aminoácidos. Esenciales y contenido de minerales de doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela.
- León M., Orduz A. & Velandia M. (2017). Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo, @limentech ciencia y tecnología alimentaria 15(2): 62-75



### TALLERES

#### BUENAS PRÁCTICAS EN LA COSECHA DE MIEL

**MVZ. Josué López Martínez**

**Representante**

**Asociación de Producción Rural Apícola “Kiti Yuuma”**

#### INTRODUCCIÓN

La miel es la sustancia dulce natural producida por abejas a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (CODEX-STAN-012-1981, rev. 2001). Además de ser un alimento, la miel posee acción bactericida para algunos microorganismos y puede ser empleada como agente terapéutico en algunas afecciones y desequilibrios nutricionales del organismo. Sin embargo, durante su producción, cosecha, procesamiento, almacenamiento y distribución puede contaminarse con microorganismos que causan enfermedades (SENASICA SAGARPA, 2015).

Las nuevas condiciones del mercado requieren la adopción de sistemas de producción más eficientes y con estrictos controles de calidad. Estos procedimientos deben considerar las actividades que se realizan en la obtención de la materia prima, hasta la venta del producto. El cumplimiento de estos controles requieren la participación comprometida de productores, envasadores y comercializadores (SENASICA SAGARPA, 2015).

La adopción de Buenas Prácticas de Producción de Miel (BPPM), incluyendo la cosecha, puede ser una alternativa para minimizar los riesgos y obtener miel de óptima calidad y libre de peligros físicos, químicos y microbiológicos que puedan perjudicar la salud de las personas y de las propias abejas, además de asegurar un proceso sustentable (Martínez-González et al., 2018; SENASICA SAGARPA, 2015). La implementación de estas prácticas también puede llevar a obtener mejores resultados en términos de cantidad de la miel producida (Martínez-González et al., 2018).



### OBJETIVO

Mostrar algunos puntos clave en el uso de buenas prácticas en la cosecha de la miel en un apiario enfocado en la producción orgánica.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para mostrar el uso de buenas prácticas en la cosecha de la miel se usó una sala de extracción portátil con el piso cubierto de lona. Se mostró el uso de equipo de protección (overol, velo, guantes y botas). El lavado de manos se realizó con agua y jabón neutro y la limpieza de las botas en un tapete conteniendo solución desinfectante. Se usó madera como combustible para el ahumador y se mostraron los equipos y materiales usados en el proceso de recolección, los cuales deben ser de acero inoxidable e incluyen cuña, cuchillos desoperculadores y extractor; así como cubetas de colecta en plástico grado alimenticio.

### RESUMEN GENERAL

En el video-taller se hace énfasis en distintos puntos a considerar durante el proceso de cosecha de la miel, los cuales se mencionan a continuación.



Figura 2. Buenas prácticas de cosecha empresa agroindustrial Kiti Yuuma.

Los apiarios deben estar alejados mínimo tres kilómetros de una población rural o urbana y caminos o carreteras principales.



# III

El personal debe tener un control previo a la cosecha para evitar enfermedades infectocontagiosas. El personal que tiene contacto con el producto debe desparasitarse. Unos días antes de la cosecha deben someterse a análisis médico para descartar infecciones, malestares o heridas que representen un riesgo de contaminación de la miel.

Se debe contar con equipo de protección, overol, velo, guantes, botas, cuña, ahumador. El combustible en el ahumador no debe dejar muchos residuos.

La cuña debe desinfectarse cada vez que se cambie de colmena. El ahumador debe mantenerse limpio durante el proceso, eliminando constantemente los residuos de la combustión.

El personal debe lavarse las manos antes del ingreso a la sala de extracción. No deben llevarse objetos de joyería o algún otro accesorio. Se debe revisar que no haya heridas. Debe realizarse con agua y jabón neutro. El lavado de manos debe realizarse tal como lo recomienda la SSA.

Antes de ingresar a la sala de extracción, el personal debe limpiar la suela de las botas en una solución desinfectante y posteriormente secarlas.

Para el proceso de extracción deben ocuparse charolas de acero inoxidable, para poder recuperar la miel que pueda derramarse en el acarreado de bastidores. Todo el material debe ser de acero inoxidable, banco y cuchillos desoperculadores, así como las mallas para colar. Las cubetas y recipientes usados en la cosecha deben usarse exclusivamente para tal fin y debe ser plástico grado alimenticio.

El extractor donde se introducen los panales para extraer la miel. También debe ser acero inoxidable. El piso debe cubrirse con una lona para reducir al mínimo el riesgo de contaminación. El diseño y material usados en la construcción de las salas de extracción portátil pueden variar, dentro de los diseños más simples se encuentran la de malla mosquitero.



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### LITERATURA CITADA

Codex Alimentarius. (1981). Norma del Códex para la Miel, CODEX-STAN-012-1981, rev. 2001.

Martínez-González, E. G., Arroyo-Pozos, H., Aguilar-Gallegos, N., García Álvarez-Coque, J. M., Santoyo-Cortés, V. H., & Aguilar-Ávila, J. (2018). Dynamics of adoption of good practices in honey production in the Peninsula of Yucatan, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 48-67. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4366>

SENASICA SAGARPA. (2015). *Manual de Buenas Práctias Pecuarias en la Producción de Miel*. <https://publico.senasica.gob.mx/includes/asp>.



## ELABORACIÓN DE CHORIZO DE CONEJO

**Dr. José Gamboa Alvarado**  
**Licenciatura en Zootecnia**  
**Universidad del Mar**

### INTRODUCCIÓN

El conocimiento anatómico de los músculos del conejo (*Latissimus dorsi*, *Triceps brachii*, *Flexor digitorum*, *Gastrocnemius*) es importante para la correcta clasificación y evaluación de los diferentes cortes utilizados en la industria cárnica en donde puede ser utilizado como una fuente alternativa de proteína de origen animal (Pérez-Arévalo et al., 2009).

En el mundo principalmente se consume carne de cerdo y ave, el consumo de carne de conejo es de tan solo el 0.5 %, de esta forma, en México el consumo es de apenas 40 g, por tanto, el país ocupa el 14° lugar como productor con un total de 4200 toneladas (Olivares Pineda et al., 2016) A pesar de esta situación, la cunicultura es una actividad favorable para campesinos pequeños y medianos del mundo, esto asociado a su alta prolificidad, fácil manejo y rápida recuperación de la inversión, sumado a la posibilidad de generar ingresos a lo largo del año (Olivares Pineda et al., 2016). Para fortalecer la producción y comercialización de conejo en México es necesario ofrecer al consumidor un alimento de buen sabor y apariencia, que pueda comprarse con facilidad (por ejemplo, en tiendas de autoservicio), y cuya preparación no sea una limitante, la estrategia exige mayor procesamiento agroindustrial de la canal, sin embargo, esto se compensaría por el precio final (Olivares Pineda et al., 2016).

El chorizo mexicano comercializado podría considerarse como un embutido que presenta importantes variaciones en su contenido de humedad, la regulación de las condiciones técnicas de comercialización del chorizo puede mejorarse al establecer las categorías: chorizo fresco, chorizo fermentado, chorizo seco o madurado; siendo el primero aquél que se comercialice siempre en frío, el segundo aquél con un pH igual o inferior a 5,0 y el tercero el que tenga una aw igual o menor a 0.90 (González-Tenorio et al., 2013). El embutido tipo chorizo a base de carne de conejo fue aceptado por un panel de evaluadores y la percepción sensorial del producto mejora a las 216 horas de maduración (Cruz-Bacab et al., 2018), por tanto, el desarrollo de productos innovadores como los embutidos son una opción para mejorar el consumo de carne de conejo y preservar la salud humana (Para et al., 2015).



### OBJETIVO

Elaborar un chorizo artesanal con carne de conejo como ingrediente proteico alternativo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La carne que se obtiene de la canal de conejo deshuesada de conejo es cortada y posteriormente molida, usando un molino para carne.

Después, a la carne de conejo molida se le agrega las especias (ver cuadro 1), condimento para chorizo y sal. La mezcla se hace hasta lograr incorporar todos los ingredientes adicionados, se utiliza una bandeja metálica que esta sobre una tina con hielo para conservar la temperatura y evitar la proliferación de microorganismos, así como, la alternación de la proteína, de igual forma, la manipulación se hace usando guantes, conservando las condiciones de higiene.

**Cuadro 1.** Ingrediente requerido para la elaboración de chorizo.

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>
Carne de conejo, (kg)	1000
Manteca vegetal, (g)	250
Clavo molido, (g)	1.25
Canela molida, (g)	1.25
Comino molido, (g)	1.25
Pimienta molida, (g)	1.25
NaCl, (g)	18
Vinagre, (mL)	40

Una vez se obtiene una mezcla completa, se adiciona manteca vegetal, el uso de la manteca de cerdo puede enmascarar el sabor que la carne de conejo le confiere al producto cárnico. Finalmente se agrega la pasta de chile (ver cuadro 2), y al tener la mezcla con los ingredientes incorporados se procede a embutir.

**Cuadro 2.** Ingredientes para la elaboración de pasta de chile

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad</b>
Chile Guajillo desvenado, (g)	122
Vinagre Blanco, (mL)	312
Ajo en polvo, (g)	67.5

La mezcla completa es introducida a la embutidora de llenado horizontal, se debe presionar para ocupar el volumen competo y tener un buen manejo del equipo. La tripa de cerdo es previamente lavada con vinagre blanco y posteriormente es incorporada a la boquilla de la embutidora para iniciar el proceso de embutido de la mezcla. Terminando este proceso, el chorizo es perforado eliminando aire y liquido presente en la tripa. Después, se procede a amarrar el chorizo según el tamaño que se desee y finalmente es llevado a un área de secado para eliminar la humedad. El producto final puede ser empacado al vacío o conservado a temperatura ambiente ya que los ingredientes adicionales funcionan como conservantes.

**Cuadro 3.** Materiales y equipos usados en la elaboración de chorizo de conejo.

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Hilo para chorizo	Molino para carne
Tripa de cerdo para chorizo	Ebutidora
	Tinas
	Cuchillos
	Bascula
	Pala de madera
	Olla
	Estufa

### RESUMEN GENERAL

En el tutorial sobre elaboración de chorizo de conejo, el Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado, profesor-investigador de la Universidad del MAR (SUNEIO) nos enseña un producto artesanal que tiene como propósito el uso de una fuente alternativa de proteína, como lo es la carne de conejo, una proteína de origen animal que es poco consumida en la región pero que puede ser una opción para los sistemas de traspatio o semitecnificados de producción animal con potencial en la costa (Figura 2).



Figura 1. Taller de Elaboración de chorizo de conejo. Universidad del Mar.

Parte del proceso de transformación agroindustrial depende del consumo y aceptación por parte de la sociedad, estos trabajos permiten la divulgación de estas alternativas con el objetivo de incentivar la producción el procesamiento de chorizo en las comunidad o colectivo de productores. La elaboración artesanal de chorizo permite el uso de especies de la región que le confiere un valor agregado al producto final, además permite su conservación a temperatura ambiente, lo cual favorece su vida en anaquel y conservación.

### LITERATURA CITADA

- Cruz-Bacab, L., Baeza-Mendoza, L., Pérez-Robles, L., & Martínez-Molina, I. (2018). Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo. *Abanico veterinario*, 8(1), 102-111.
- González-Tenorio, R., Totosaus, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). Caracterización de Propiedades Químicas y Físicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Información tecnológica*, 24(2), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>
- Olivares Pineda, R., Gómez Cruz, M. Á., Schwentesius Rindermann, R., & Carrera Chávez, B. (2016). Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *región y sociedad*, 21(46). <https://doi.org/10.22198/rys.2009.46.a482>



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

Para, P. A., Ganguly, S., Wakchaure, R., Sharma, R., Mahajan, T., & Praveen, P. K. (2015). *Rabbit Meat has the Potential of Being a Possible Alternative to Other Meats as a Protein Source: A Brief Review*. 3.

Pérez-Arévalo, M. L., Morón-Fuenmayor, O., Gallardo, N., Vila, V., & Arzalluz-Fischer, A. M. (2009). CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA Y FÍSICA DE LOS MÚSCULOS DEL CONEJO. *Revista Científica*, 6.





# III

Simposio Internacional de  
Agroindustrias en Latinoamérica

## ELABORACIÓN DE QUESOS DE CABRA ARTESANALES

**Zoot. Carlos Andrés Rubio**  
**Representante**  
**Granja Caprina La Morenita.**

### INTRODUCCIÓN

La leche de cabra, presenta no sólo diferencias de composición con otras especies, si no que varía en un amplio rango de posibilidades dependiendo de la genética de las razas, de las condiciones estacionales y de los ciclos de lactancia (Chacón Villalobos, 2013). En Colombia la mayor producción de quesos se deriva del ganado bovino, el queso de vaca es el de mayor consumo por tradición y disponibilidad con relación al queso de cabra. (Guzman et al., 2015). La producción de leche caprina en Colombia tiene como destino principal la elaboración de quesos artesanales y el consumo local (Guzman et al., 2015).

La leche de cabra es cercana a ser un alimento casi perfecto con una estructura sorprendentemente cercana a la leche materna. Estas diferencias en muchísimos casos repercuten en una gran cantidad de ventajas nutricionales de esta leche por sobre muchas de las fuentes tradicionales (Chacón Villalobos, 2013). Ante la legalización para comercializar los quesos tradicionales, la creciente aceptación y demanda de los consumidores, permite desarrollar futuras investigaciones para tipificar la composición físico- química, morfológica y sensorial, que favorezca la posibilidad de una futura denominación de origen (Puerto et al., 2003).

### OBJETIVO

Dar a conocer el proceso de elaboración de queso artesanal semicurado paipano de cabra

### MATERIALES Y MÉTODOS

Inicialmente la leche es analizada con el objetivo de conocer los valores de grasa, proteína y sólidos totales, necesario para definir su calidad y propiedades tecnológicas.

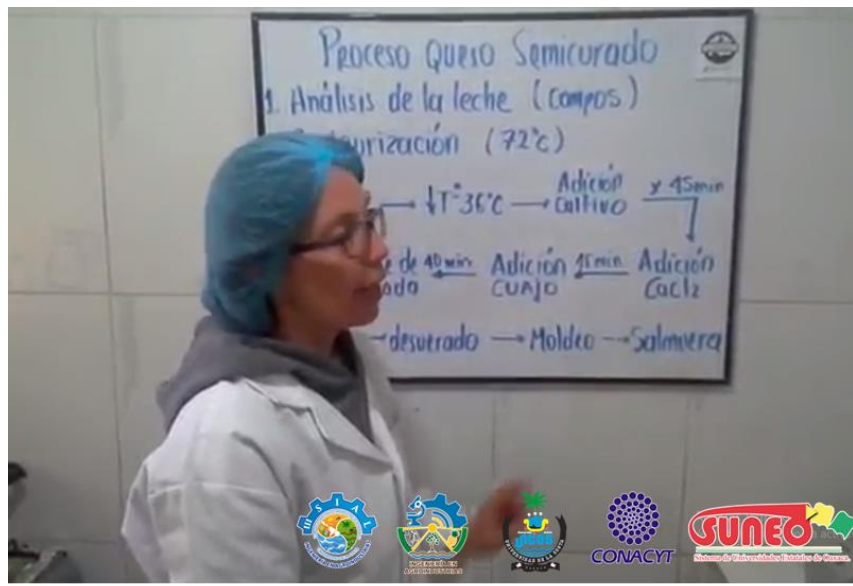


Figura 1. Explicación del proceso de elaboración del queso semicurado.

Posteriormente, se lleva a cabo, en un pasteurizador eléctrico, el proceso de pasteurización a 72 °C, temperaturas superiores pueden desnaturalizar la proteína de la leche de cabra y alterar la calidad del producto final, así como su rendimiento. la leche pasteurizada debe tener una reducción de su temperatura a 36°C, la cual, es necesaria para proceder con la adición de los ingredientes.

**Cuadro 1.** Ingrediente requerido para la elaboración de queso artesanal semicurado paipano de cabra

Ingredientes
Cuajo
Cultivo ácido láctico
Leche de cabra
Cloruro de Calcio

**Cuadro 2.** Materiales y equipos usados en la elaboración de queso artesanal semicurado paipano de cabra.

Materiales	Equipos
Moldes de plástico	Analizador de Leche
Cuchillo	Pasteurizador eléctrico
	Bascula



Al lograr la temperatura de 36°C se adiciona el cultivo o fermento, conformado por un cultivo ácido láctico mixto, con microorganismo termófilos y mesófilos. El cultivo reacciona por 45 minutos, posteriormente se agrega cloruro de calcio, el cual, permite la formación de la cuajada y sus sólidos. 15 minutos después de haber adicionado el cloruro de calcio, se adiciona el cuajo, se mezcla y nuevamente se deja por 40 minutos. Pasado este tiempo se procede a realizar la prueba para comprobar que la cuajada está hecha, para ello, con un cuchillo se hace un corte comprobando la separación del material cuajado del suero.

El corte de la cuajada se realiza con un cuchillo, hasta obtener cubos del tamaño de una aceituna, de esta forma se aumenta la superficie del sólido y se permite la salida del suero. Después, se realiza la remoción del suero total para moldear el queso, usando moldes plásticos y de allí el queso será conservado en una salmuera del 18% de Cloruro de sodio durante tres horas.

### RESUMEN GENERAL

La Granja caprina la Morenita, es una empresa familiar constituida formalmente desde hace 6 años. Está ubicada en el municipio de Paipa, departamento de Boyacá, Colombia. Está conformada por Marggiorie Alfonso y Carlos Andrés Rubio, zootecnistas de profesión. El objetivo comercial, de esta empresa es producir leche de cabra y transformarla en productos lácteos artesanales. El proceso productivo consta de un rebaño de cabras tipo leche de las razas alpina, sannen y la mancha, ejemplares especializados.

La empresa cuenta con planta de transformación de productos artesanales, una de las primeras en su tipo en el país adaptada en un container para tal fin, en ella se elaboran productos como quesos frescos (natural, finas hierbas y reservado envino tinto) y semimaduros (Paipano de cabra y paipano reservado en vino tinto). El tutorial se enfoca en la elaboración de este último producto, y brinda una idea muy amplia del emprendimiento y la tecnificación necesaria para producir quesos de calidad e inocuos.

### LITERATURA CITADA

Chacón Villalobos, A. (2013). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 239.

<https://doi.org/10.15517/am.v16i2.11878>



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

- Guzman, L. E., Tejada, C., Ossa, Y. J. de la, & Rivera, C. A. (2015). Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 139–147.
- Puerto, P. P., Baquero, M. R. F., Romero, C. D., & Martín, J. D. (2003). Caracterización Físico-Química De Quesos Frescos Elaborados Con Leche De Cabra En La Isla De Tenerife Physicochemical Characterization of Fresh Cheeses Elaborated with Goat Milk in the Island of Tenerife Caracterización Físico-Química De Queixos Frescos Elaborados Con Leite De Cabra Na Illa De Tenerife. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(2), 103–108. <https://doi.org/10.1080/11358120309487750>





# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

### **VOLVER A TUS RAÍCES Y REINVENTARSE ANTE EL COVID 19: MARKETING DIGITAL PARA EMPRESAS**

**M.A. Andrea I. Fión Góngora**  
**Representante**  
**La Bendecida**

#### **INTRODUCCIÓN**

¿Cómo el COVID-19 ha afectado al mundo y a los negocios? La pandemia nos obligó a tomar medidas estrictas de aislamiento social y protocolos de higiene para prevenir el contagio masivo. Y estas acciones obligaron a millones de personas en todo el mundo a realizar teletrabajo, como primera medida. Los sectores productivos más afectados:

- Bienes raíces
- Turismo
- Restaurantes y hoteles
- Construcción
- Industria automotriz
- Bienes de consumo.

En Guatemala el virus sigue teniendo un gran impacto en la facturación, desde el cese de actividades decretado en marzo por el coronavirus las empresas han reflejado más pérdidas que ganancias. CABI Data Analytics calculó que en un día de encierro total se pierde Q1.3 mil millones en ventas en el país.

Con las medidas de aislamiento la palabra ‘reinventarse’ se puso de moda, pues quienes más rápido se adaptan serán quienes sobrevivan económicamente. El comercio electrónico creció un 300 % en medio de la pandemia (Pick Up y Servicio a Domicilio).

#### **OBJETIVO**

Dar a conocer un proceso de redireccionamiento en las formas de ventas y comercialización de productos alimentarios, bajo el nuevo esquema generado por la pandemia COVID-19.



### **MATERIALES Y MÉTODOS**

A través de la experiencia profesional y empresarial de la Maestra en Administración Andrea I. Fión Góngora, CEO y propietaria de "La Bendecida" (empresa agroindustrial ubicada en Petén en Guatemala, establecida en 2016, cuyo producto inicial fue miel de abeja 100% pura de tipo artesanal, cultivada en colmenas instaladas dentro de la reserva de la biosfera maya en la zona norte de Guatemala), se establecen algunas propuestas para que micro, pequeñas y medianas empresas se mantengan operando bajo la situación mundial actual.

### **RESUMEN GENERAL**

Empresas grandes, pequeñas, medianas y micro, independientes y todo el que aspira a emprender, debe buscar la manera de cómo incluir tanto la tecnología como el marketing digital en sus procesos. Estas dos herramientas que no solamente son las más económicas para operar un negocio, sino que además ahora son las únicas que son factibles para muchos casos.

Al fin y al cabo, esta cuarentena no la gana el que más dinero tenga, la empresa que más años lleve en el mercado, ni el que tenga más clientes fidelizados, la gana el que actúe con mayor rapidez para adaptarse.

### **Modelo de negocio Covid y Pos-Covid**

1. La revalorización del producto local y el turismo interno
2. Más higiene, menos calor humano
3. Total adaptación al e-commerce
4. Oportunidad de emprendimiento en sectores clave
5. El intercambio profesional global
6. La salud es lo primero, para la gente y para el planeta

### **Marketing en tiempos de Covid-19**

El mejor momento para doblar la apuesta de algo que sigue funcionando es cuando nadie más lo está haciendo. La mayoría de los negocios han decidido dejar de pautar. Sin embargo, existen canales de adquisición que no se concentran en transacciones directas como, por ejemplo:

- Inbound-marketing, mercadotecnia de atracción.
- Giveaways o regalos para tus seguidores
- Capacitaciones, webinars, certificaciones

### Incrementar las ventas

1. Atención al flujo de caja
2. Conoce y aprovecha tus activos como vendedor en línea.
3. Busca la oportunidad
4. Cambia la perspectiva



Figura 2. Volver a tus raíces "La Bendecida".

### LITERATURA CITADA

- Aparicio, S. (2020). Cómo vender más en tiempos de Covid-19. Forbes. <https://forbes.co/2020/04/24/red-forbes/como-vender-mas-en-tiempos-de-covid-19/>
- Aparicio, S. (2020). Marketing en tiempos de Covid-19. Forbes. <https://forbes.co/2020/05/01/red-forbes/marketing-en-tiempos-de-covid-19/>



# III

## Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica

Carvajalino, K. (2020). Reinventando negocios a prueba del Covid-19. Forbes. <https://forbes.co/2020/05/08/red-forbes/reinventando-negocios-a-prueba-del-covid-19/>.

Sánchez, M. (2020). Qué hacen los emprendedores para reinventarse en tiempos de coronavirus. Infobae. <https://www.infobae.com/tendencias/2020/05/03/que-hacen-los-emprendedores-para-reinventarse-en-tiempos-de-coronavirus/>



### FORO EMPRESARIAL

#### INTRODUCCIÓN

Como parte de la estrategia de intercambio de saberes desde la perspectiva de los empresarios de Latinoamérica, se desarrolló el foro empresarial, bajo la temática:

### “Impacto de la pandemia por la COVID-19 sobre el sector agroindustrial Latinoamericano”

El objetivo del foro fue conocer las estrategias empresariales adoptadas por el sector agroindustrial para afrontar la crisis económica de sus diferentes países.



Fotografía 1. Introducción al Foro Empresarial, III SIAL.

### METODOLOGÍA

El foro fue dirigido por la Dra. Eliane Guevara López y el Dr. Felipe Pórtela Díaz, integrantes del Comité organizador del III SIAL. La dinámica establecida para el desarrollo del foro fue:

Tiempo para el foro: 90 minutos

Número de preguntas: 4

Preguntas:

1. ¿Cómo han enfrentado la pandemia? y ¿Qué tipo de apoyo han tenido del sector agroindustrial en su país?
2. ¿Cuáles han sido las fortalezas y debilidades que han identificado en el sector agroindustrial en el que se desempeñan?
3. ¿Cuáles cree que son los retos de la agroindustria ante la pandemia que enfrentamos y ante futuros eventos fortuitos?
4. ¿Qué mensaje le gustaría compartir para los productores, estudiantes, profesores e investigadores del sector agroindustrial al cual pertenece su empresa?

Para cada pregunta podrán solicitar su participación 5 empresas

El tiempo para que cada empresa responda la pregunta es de 3:00 minutos

Cierre con la lectura de conclusiones generales.



Fotografía 2. Moderadores del Foro Empresarial, III SIAL.



### RESEÑA GENERAL DE LAS EMPRESAS Y SU REPRESENTANTES PARTICIPANTES

#### OAXACANITA CHOCOLATE

Fundador y Director General. Lic. Germán Santillán



Empresa social ubicada en Villa de Tamazulápam del Progreso, perteneciente a la región de la Mixteca Oaxaqueña, con más de 5 años de experiencia en la producción de chocolate artesanal. Su producción integra el trabajo de comunidades rurales e indígenas, promoviendo el bienestar y desarrollo de estas, con la participación de cocineras tradicionales, artesanos de palma y cacaocultores. A través de alianzas internacionales ha potenciado el desarrollo educativo de las comunidades de la región.



Fotografía 3. Mujeres productoras de Chocolate tipo oaxaqueño tradicional, Empresa agroindustrial Oaxacanita.



Fotografía 4. Lic. Germán Santillán, representante de la Empresa agroindustrial Oaxacanita en el III SIAL.

### NATIVO

Fundador. Ing. José Esteban Sotelo Mariche



Empresa ubicada en Villa de Tututepec, Oaxaca, Méx., cuyo objetivo es consolidar la cadena productiva desde la producción y conservación de granos criollos de la región costa oaxaqueña. Busca proporcionar valor agregado a estos cultivos, a través de su transformación en productos como tortillas, totopos, tostadas, etc. y la comercialización de productos gastronómicos que impulsen la economía de las cocineras tradicionales.



Fotografía 5. Instalaciones de procesamiento de maíces criollos de Oaxaca, Empresa agroindustrial Nativo.



Fotografía 6. Ing. José Esteban Sotelo Mariche, representante de la Empresa agroindustrial Nativo en el III SIAL.



### GRANJA CAPRINA LA MORENITA

*Gerente General. Zoot. Carlos Andrés Rubio Sánchez*



Empresa familiar colombiana dedicada a la producción de leche de cabra y su transformación en productos artesanales. Su proceso productivo se basa en un rebaño de cabras lecheras de las razas alpina, sannen y la mancha. Cuenta con una planta de transformación de productos artesanales, una de las primeras en su tipo en el país. Ofrece productos como quesos frescos (natural, finas hierbas y reservado envino tinto) y semimaduros (Paipano de cabra y paipano reservado en vino tinto).



Fotografía 7. Quesos maduros, Empresa agroindustrial “La Morenita”.



Fotografía 8. Zoot. Carlos Andrés Rubio Sánchez, representante de la Empresa agroindustrial La Morenita en el III SIAL.

### MARIEBELLE NEW YORK

*Fundadora. Maribel Lieberman presento Ing. Gracia María Borjas*



MarieBelle New York es una lujosa boutique de chocolates situada en Nueva York, Estados Unidos. Se ha posicionado como líder en la industria del chocolate fino, promocionando la calidad del cacao fino de aroma proveniente de Honduras. La mayoría de su producción es artesanal, basada en ingredientes frescos, naturales y exóticos. Su planta se ubica en la ciudad de Brooklyn, Nueva York y cuenta con chocolaterías en Manhattan, Nueva York y en Japón en las ciudades de Kyoto y Tokyo. Sus productos han sido tendencia en revistas y espectáculos gourmet.



Fotografía 9. Beneficio del cacao en Honduras y chocolate fino, Empresa agroindustrial “MarieBelle”.



Fotografía 10. Ing. Gracia María Borjas, representante de la Empresa agroindustrial MarieBelle en el III SIAL.



### LA BENDECIDA

Participante: Fundadora. CEO Andrea Lucrecia Fión Góngora



Empresa familiar ubicada en Petén en Guatemala, establecida en 2016. Su producto inicial es miel de abeja 100% pura de tipo artesanal, cultivada en colmenas instaladas dentro de la reserva de la biosfera maya en la zona norte de Guatemala. Su producción se basa en la floración silvestre como única fuente de alimento para sus abejas. Ofrece un producto 100% natural, resultado de las prácticas sostenibles y estrictamente artesanales que contribuyen a un producto final de alta calidad, sin adulteración y bajo los estándares de buenas prácticas de manufactura.



Fotografía 10. Productos derivados de miel, Empresa agroindustrial “La Bendecida”.



Fotografía 12. Ing. Andrea Lucrecia Fión Góngora, representante de la Empresa agroindustrial La Bendecida en el III SIAL.

### JIASUM

Participante: *Coordinador. M.C. Israel Lorenzo Felipe*



Jiasum es una empresa mexicana dedicada a la producción de tostadas y totopos artesanales, elaborados con maíces nativos "criollos" mazahuas cultivados de forma sostenible, su interesante proceso agroindustrial rescata el nixtamalizado tradicional que conserva el sabor de esta semilla milenaria, dentro de su cadena de producción incluyen a familias mazahuas brindando un espacio para su desarrollo económico.



Fotografía 13. Productos de la Empresa agroindustrial JIASUM, elaborados con maíces nativos "criollos" mazahuas cultivados de forma sostenible.



Fotografía 14. M.C. Israel Lorenzo Felipe, representante de la Empresa agroindustrial JIASUM en el III SIAL.



### MANGRO

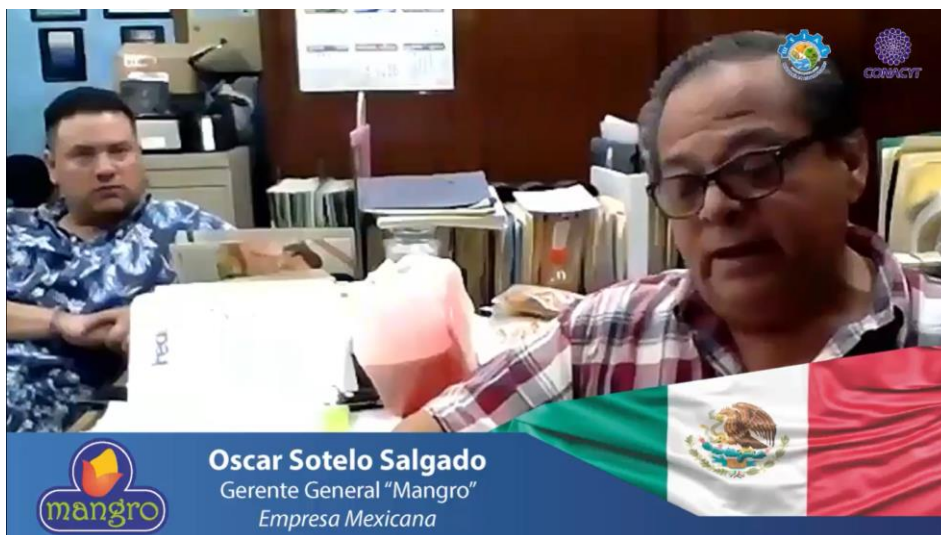
Participante: Gerente General. Ing. Oscar Sotelo Salgado



Empresa dedicada al empaque nacional e internacional de mango de variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent, Manila y Haden, producido en la región costa de Guerrero y Oaxaca. Está ubicada Cuajinicuilapa, Guerrero, México. La empresa posee sus propias huertas de producción “Huerta Ojo de Agua Paraiso”. Los mangos de exportación son sometidos a un tratamiento hidrotérmico que garantice la muerte de las larvas de la mosca de la fruta. Los países de exportación además de Estados Unidos y la Unión Europea son, Japón y Canadá.



Fotografía 15. Campos de cultivo del mango y empaque. La mano de obra que adquiere la empresa dinamiza el empleo a nivel local y nacional. Empresa agroindustrial MANGRO.



Fotografía 16. Ing. Oscar Sotelo Salgado, representante de la Empresa agroindustrial JIASUM en el III SIAL.

### APÍCOLA KITI YUUMA

Participante: Gerente General. MVZ. Ángeles Adela Chávez Alejandrez



Apícola KITI YUUMA es una empresa indígena integrada por 60 familias de apicultores de 14 municipios de la Costa de Oaxaca, México y se ubicada en el municipio de Huaxpaltepec, del mismo estado. Su objetivo es mantenerse unidos para producir, envasar y comercializar miel orgánica para mercados nacionales e internacionales.



Fotografía 17. La producción de miel orgánica involucra el sector primario de producción y también las buenas prácticas de procesamiento para obtener un producto de calidad e inocuo.



Fotografía 18. MVZ. Ángeles Adela Chávez Alejandrez, representante de la Empresa agroindustrial Kiti Yuuma en el III SIAL.



### VECCHIA STELLA

Participante: Fundador. Ing. José Fidencio Delavequia Demeneghi.



Esta empresa se enfoca en la venta y distribución de café 100% arábigo procedente de la zona centro del estado de Veracruz. Así como, la impartición de talleres de diversas tecnologías de transformación y conservación de alimentos que favorezca el desarrollo de grupos de mujeres, productores y microempresarios.



Fotografía 19. Campos de cultivo del café y el producto final que comercializa la empresa Vecchia Stella.



Fotografía 20. Ing. José Fidencio Delavequia Demeneghi, representante de la Empresa agroindustrial Vecchia Stella en el III SIAL.

### QUETZAL DE XADE

Participante: Fundador. Ing. Ignacio Rafael Zorrilla Sánchez.



Empresa Mexicana que se encarga de la producción y comercialización de la miel, producida por las abejas a partir de la recolección del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas. Es un alimento que ha sido aprovechado por el ser humano desde hace miles de años por sus propiedades nutraceuticas.



Fotografía 21. La producción sostenible de miel orgánica en Chiapas es una agroindustria creciente que tiene la capacidad de innovar en el mercado. Empresa Agroindustrial Quetzal de Xade.



Fotografía 22. Ing. Ignacio Rafael Zorrilla Sánchez, representante de la Empresa agroindustrial Vecchia Stell Quetzal de Xade a en el III SIAL.



### CONCLUSIONES DEL FORO

1. ¿Cómo han enfrentado la pandemia? Y ¿Qué tipo de apoyo han tenido del sector agroindustrial en su país?

Dentro de las estrategias mencionadas para enfrentar los retos de la pandemia dentro del ámbito económico, los empresarios participantes destacaron la incursión y uso de las tecnologías para el mercadeo virtual de sus productos, sustentadas en los espacios virtuales que son abordados por consumidores que buscan productos de calidad. Empresas como Mangro y Nativo, comentaron su experiencia sobre la comercialización local y nacional de sus productos, los cuales, son generalmente productos de exportación, esto puede indicar, el poder adquisitivo de la región y su participación en la activación de dicho mercado. En la mayoría de los países latinoamericanos es escaso o nulo el apoyo por parte de los gobiernos, a pesar de ello, existen algunas medidas locales de participación, tal como la estrategia “ Tianguis de corazón” una iniciativa de la Secretaría del Campo y Gobierno del Estado de Chiapas en donde por medio de una plataforma virtual se crea un mercado para la venta y comercialización de productos locales.

2. ¿Cuáles han sido las fortalezas y debilidades que han identificado en el sector agroindustrial en el que se desempeñan?

Las empresas participantes coinciden en que las principales debilidades observadas durante la pandemia son:

- El problema de la conectividad que se hace más evidente en empresas locales o ubicadas en zonas donde no las telecomunicaciones aún no están bien implementadas, lo que dificulta crear estrategias de mercado basadas en tecnologías digitales.
- Dificultad de acceder al cliente debido a que ellos tampoco cuentan con acceso a internet o no están familiarizados con tecnologías digitales.
- Dificultad para competir con empresas ubicadas en grandes ciudades, grandes productores con mayor acceso a tecnología.



- Falta de medios para acceder a clientes e inventarios ubicados en otros lugares, como resultado del cierre de carreteras o bloqueo momentáneo en las vías de acceso.

Dentro de las fortalezas mencionadas por las empresas, destacan:

- El valor agregado de los productos ofrecidos por las empresas participantes, al ofrecer productos naturales, nutritivos y especies nativas de cada región.
- Al explorar el marketing digital pudieron acceder a nuevos mercados. La pandemia llevó a las empresas a replantear sus estrategias y salir de su zona de confort.
- La tendencia actual de los consumidores de buscar productos nuevos, más naturales, de empresas con responsabilidad social, comprometidas con el ambiente y adaptables a las tendencias de consumo actual.

3. ¿Cuáles cree que son los retos de la agroindustria ante la pandemia que enfrentamos y ante futuros eventos fortuitos?

Los retos que debe afrontar el sector agroindustrial ante esta pandemia y futuros eventos fortuitos, se relacionan con la necesidad de dinamizar el sector primario de producción, ya que comentaban los empresarios, como estas actividades están sustentadas en poblaciones adultas vulnerables que han cumplido con su responsabilidad durante varios años, por tanto surge la necesidad de involucrar en estas actividades a los jóvenes, que tienen la fuerza de trabajo para activar el sector productivo y a su vez la economía. Existe un reto colectivo, que consiste en incentivar en los productores y sus organizaciones o uniones, el uso de la tecnología para comercializar sus productos dentro de un mercado justo en donde puedan fortalecer sus fondos de emergencia y evitar el riesgo ante estos eventos fortuitos. La pandemia ha generado en la sociedad de consumidores la conciencia de comer más nutritiva y saludablemente, así, el gran reto de la agroindustria es producir alimentos que cumplan con estas demandas. Y que el sector agroindustrial no se detiene, necesita apropiarse de más espacios de participación para lograr redes de trabajo a lo largo de Latinoamérica. De manera inmediata, se necesita abordar los canales de comercialización virtuales. finalmente concluyen, la responsabilidad del sector con la sostenibilidad, sustentada por certificaciones de calidad sobre el aprovechamiento y



uso racional de los recursos naturales, el apoyo y capacitación constante a los productores del campo y socios, también, rescatar y mejorar las medidas para mejorar la calidad de vida de los trabajadores, todo esto con el objetivo de hacer del sector agroindustrial y sector próspero y con alto compromiso social.

4. ¿Qué mensaje le gustaría compartir para los productores, estudiantes, profesores e investigadores del sector agroindustrial al cual pertenece su empresa?

Incentivar a los alumnos a que desarrollen sus emprendimientos, perder el miedo a iniciar una empresa. Hacerle ver a los estudiantes que se puede iniciar con una idea de empresa y desarrollarla, sin necesidad de contar con un gran capital desde el inicio.

Incentivar a las personas a desarrollar empresas familiares o pequeñas empresas que permiten fortalecer una economía local familiar y local. Tratar de conservar los productos y procesos tradicionales sin dejar de lado la innovación.

En la labor de las universidades, se debe buscar el medio para fortalecer en los estudiantes la capacidad de emprender. Promover en los estudiantes la colaboración y trabajo en equipo. Involucrar a los estudiantes a través de servicio social y prácticas, en el trabajo dentro de empresas productivas. Enseñar a los estudiantes a través de la experiencia, sobre el compromiso y trabajo que requiere el desarrollar una empresa.

Incentivar a los productores haciéndole ver la importancia de su producto dentro del mercado y la sociedad, ofrecerle alternativas que le permitan conservar el producto, llevarlo a otros lugares y colaborar con ellos para innovar y producir. Promover el trabajo a través de cooperativas o asociaciones de productores.



# III

### AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador del III SIAL, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería en Agroindustrias de la Universidad de la Costa, agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) el apoyo y financiamiento otorgado en este proyecto.

También, agradecimientos especiales a todos los ponentes internacionales y nacionales, expositores en versión cartel, taller, empresarios, estudiantes, productores, equipo de apoyo y logística por formar parte de la tercera edición del Simposio Internacional de Agroindustrias en Latinoamérica y permitimos cumplir con los objetivos que dieron origen a dicho evento, traspasando las barreras físicas y llegando a más personas interesadas en el desarrollo económico sostenible, aún bajo las condiciones actuales de Pandemia por la COVID-19.

#### Universidades

Universidad del Mar  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
Universidad de la Cañada  
Colegio de Posgraduados  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca  
Universidad Nacional de Colombia  
Universidad de Chile  
Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga  
Universidade Estadual Paulista  
Universidad Católica de Manizales  
Universidad Nacional de Huancavelica

#### Centros de investigación

Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente (Amtawi)

#### Empresas Agroindustriales

Oaxacanita  
Mangro  
Nativo  
JIASUM  
Kiti Yuuma  
Quetzal de Xade  
Vecchia Stella  
La Morenita  
La Bendecida  
MarieBelle  
Cargill

¡Gracias!

### INSTITUCIONES PARTICIPANTES

