

**XI Congreso** de la Red Latinoamericano  
y del Caribe de Biotecnología **REDBIO:**

**Biotecnología Productiva y Sostenible**



## COMITÉ ORGANIZADOR

ANTONIA GUTIÉRREZ MORA	CIATEJ	MÉXICO
SERGIO CASAS FLORES	IPICYT	MÉXICO
ANA LUISA DÍAZ RAMOS	CIATEJ	MÉXICO
ROSA MARÍA CAMACHO RUIZ	CIATEJ	MÉXICO
MARCO DALLA-RIZZA VILARÓ	INIA	URUGUAY
PAOLA ANDREA ZAPATA OCAMPO	UNIVERSIDAD CES	COLOMBIA
SOL ORTÍZ GARCÍA	SADER	MÉXICO
ISRAEL LORENZO FELIPE	SADER	MÉXICO
JUAN IZQUIERDO	REDBIO	URUGUAY
SANDRA SHARRY	U. DE LA PLATA	ARGENTINA
MARÍA CRISTINA LÓPEZ PERALTA	COLPOS	MÉXICO
WILLIAM ROCA	REDBIO	PERÚ
BLONDY CANTO CANCHÉ	CICY	MÉXICO
JAIME PADILLA ACERO	IBT-UNAM	MÉXICO
DR. ABEL GUTIÉRREZ ORTEGA	CIATEJ	MÉXICO
REBECA DE GORTARI	IIS – UNAM	MÉXICO
MARCELA AMARO	IIS – UNAM	MÉXICO
JORGE GARCÍA FAJARDO	CIATEJ	MÉXICO
ANA GUTIÉRREZ MORAGA	UACH	CHILE
CARLOS BORROTO	ASESOR INDEP.	MÉXICO
MARISA LÓPEZ	INTA	ARGENTINA
GABRIELA OLMEDO	CINVESTAV, IRAPUATO	MÉXICO
RAMON I. ARTEAGA GARIBAY	INIFAP-CNRG	CNRG
DAYNET SOSA	CIBE-ESPOL	ECUADOR
LAURA AHTZIRI DÍAZ GODÍNEZ	CIATEJ	MÉXICO

# PROGRAMA PRESENTACIONES ORALES

## PROGRAMA DE PRESENTACIONES ORALES REDBIO 2022

<b>Miércoles 12 de octubre</b>	
<b>8:00-15:00</b>	<b>Registro</b>
<b>SALA 1 (21-A)</b> <b>BIOTECNOLOGÍA VEGETAL</b> <b>Moderador: María Cristina López Peralta</b>	
08:20-08:30	<b>Bienvenida, Dra. Antonia Gutiérrez Mora</b>
08:30-09:30	<b>Conferencia magistral</b> <b>Ochoa Alejo Neftalí</b> "BIOTECNOLOGÍA DE <i>Capsicum</i> (CHILE): CULTIVO DE TEJIDOS, TRANSCRIPTÓMICA Y ALGO MÁS."
09:30-09:50	Conferencia <b>Espíritu Mariela</b> "INDUCCIÓN DE MICRO Y MINI TUBÉRCULOS DE <i>Dioscorea sparsiflora</i> "
09:50-10:10	Conferencia <b>Di Sario Luciana VIRTUAL</b> "SEMIILLAS SINTÉTICAS: UNA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN <i>ex situ</i> APLICADA EN LÚPULO."
10:10-10:30	Conferencia <b>Casas Flores Sergio</b> "IMPROVEMENT OF PEPPER AND TOMATO SEEDS BY THE APPLICATION OF A PROBIOTIC FORMULATION TO INCREASE CROP YIELDS"
10:30-10:50	Conferencia <b>Díaz Godínez Laura Ahtziri</b> "COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CULTIVO <i>IN VITRO</i> EN LA MICROTUBERIZACIÓN DE <i>Dioscorea alata</i> "
10:50-11:10	Conferencia <b>Salas Valdivia Diego</b> "ESTABLECIMIENTO DE EXPLANTES DE HOJAS DE PIÑA ( <i>Ananas comosus</i> L. Merr.) MD-2"
11:10-11:40	<b>Coffee Break</b>
<b>Moderador: Ana Luisa Ramos Díaz</b>	
11:40-12:00	Conferencia <b>Sharry Sandra</b> "BIOTECNOLOGIAS APLICADAS A ESPECIES FORESTALES NATIVAS PARA RESTAURACION ECOSISTEMIA"
12:00-12:30	Conferencia <b>Chavarriaga Paul</b> "CRISPR PARA EL MEJORAMIENTO DE PRECISIÓN DE CULTIVOS DE LA ALIANZA BIOVERSITY INTERNACIONAL Y CIAT."
12:30-13:00	Conferencia <b>Moncalean Paloma VIRTUAL</b> "THERMOPRIMING DURING <i>Pinus radiata</i> SOMATIC EMBRYOGENESIS: A MODEL SYSTEM TO BE USED FOR OBTAINING BIOTIC STRESS TOLERANT PLANTS".

13:00-14:40	<b>Lunch</b>
15:00-16:00	<b>Ceremonia de inauguración</b> <b>MVZ Jorge Diaz Loeza en representación del Lic. Mauricio Vila Dosal, Gobernador del Estado de Yucatán</b> <b>Dra. Sol Ortiz García en representación del Dr. Víctor Villalobos Arámbula, Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural</b>
<b>PLENARIAS</b>	
16:00-17:00	<b>Ortiz Garcia Sol</b> “LA BIOTECNOLOGÍA Y LA SOSTENIBILIDAD ANTE LA CRISIS ALIMENTARIA”
17:00-18:00	<b>Herrera Franco Pedro Jesús</b> “MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA CON REFUERZO CELULÓSICO – UNA ALTERNATIVA DE ALTO VALOR AGREGADO PARA LOS AGAVES”
<b>18:00-20:00 COCTEL DE BIENVENIDA</b>	

<b>Miércoles 12 de octubre</b>	
8:00-15:00	<b>Registro</b>
<b>SALA 2 (21-B)</b> <b>BIOTECNOLOGÍA DE INTERACCIÓN SUELO-MICROORGANISMOS-PLANTA</b> <b>Moderador: Paola Andrea Zapata</b>	
8:20-8:30	<b>Bienvenida, Dr. Sergio Casas Flores</b>
8:30-09:30	<b>Conferencia magistral</b> <b>Bennett Allan</b> “BIOTECHNOLOGY DEVELOPMENTS ON NITROGEN FIXATION IN THE MAIZE CROP: DIAZOTROPHIC ASSOCIATIONS WITH MAIZE LANDRACES.”
09:30-09:50	Conferencia <b>Dalla Rizza Marco</b> “PRIMER BORRADOR DEL GENOMA DE <i>Paspalum malacophyllum</i> , ESPECIE DE RELEVANCIA COMO FUENTE DE INMUNIDAD AL ERGOT EN EL PASTO <i>P. dilatatum</i> .”
09:50-10:10	Conferencia <b>Guardado-Fierros Beatriz G. VIRTUAL</b> “CARACTERIZACION DE BACTERIAS AISLADAS DE AIRE CON CAPACIDAD PGPB (BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL).”
10:10-11:10	<b>Conferencia magistral</b> <b>Blumwald Eduardo VIRTUAL</b> “INGENIERÍA GENÉTICA DE LA FIJACIÓN DE N EN CEREALES”.
11:10-11:30	<b>Coffee Break</b>
<b>Moderador: Sergio Casas Flores</b>	
11:30-11:50	Conferencia <b>González Raya Rosa Isela</b> “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CRUDOS PROVENIENTE DE DURAMEN DE <i>Cedrela odorata</i> .”
11:50-12:10	Conferencia <b>Leal García Iván</b>



	"CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA DEL CAFÉ CON CEPAS DE <i>Trichoderma</i> ASOCIADAS A LA RAÍZ DEL CAFÉ."
12:10-12:40	Conferencia <b>Canto Canché Blondy</b> "POTENCIAL DE LA EFECTORÓMICA EN LA BIOTECNOLOGÍA"
12:40-13:10	Conferencia <b>Arce Johnson Patricio</b> "CARACTERIZACIÓN Y RESISTENCIA A HONGOS EN VIDES. GENERACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES."
<b>13:10-14:40</b>	<b>Lunch</b>
<b>15:00-16:00</b>	Ceremonia de inauguración <b>MVZ Jorge Diaz Loeza en representación del Lic. Mauricio Vila Dosal Gobernador del Estado de Yucatán</b> <b>Dra. Sol Ortiz García en representación del Dr. Víctor Villalobos Arámbula Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural</b>
<b>PLENARIAS</b>	
<b>16:00-17:00</b>	<b>Ortiz García Sol</b> "LA BIOTECNOLOGÍA Y LA SOSTENIBILIDAD ANTE LA CRISIS ALIMENTARIA"
<b>17:00-18:00</b>	<b>Herrera Franco Pedro Jesús</b> "MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA CON REFUERZO CELULÓSICO – UNA ALTERNATIVA DE ALTO VALOR AGREGADO PARA LOS AGAVES"
<b>18:00-20:00 Cocktail</b>	

<b>Jueves 13 de octubre</b>	
<b>SALA 1 (21-A)</b>	
<b>BIOTECNOLOGÍA VEGETAL II</b>	
<b>Moderador: Sandra Sharry</b>	
8:30-09:00	Conferencia <b>Morales Quintana Luis</b> "LOGROS Y NUEVOS DESAFÍOS EN EL ESTUDIO DE LA MADURACIÓN DE FRUTOS EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO."
09:00-09:20	Conferencia <b>Gutiérrez Mora Antonia</b> "TÍTULO DE OBTENTOR PARA LÍNEA GENÉTICA DE CEMPASÚCHIL SOBREPRODUCTORA DE ZEAXANTINA."
09:20-9:40	Conferencia <b>Ospina María A.</b> "ESTUDIO DE ASOCIACIÓN DEL GENOMA COMPLETO PARA CONTENIDO DE CIANURO EN CLONES DE YUCA."

9:40-10:40	<b>Conferencia magistral</b> <b>Xoconostle Cázares Beatriz</b> “DESARROLLOS DE AGROBIOTECNOLOGÍA PARA LA REGIÓN.”
10:40-11:00	Conferencia <b>Bolaños Chagüendo Carmen A.</b> “GENERACIÓN E IDENTIFICACION DE GENOTIPOS DE YUCA CON CARACTERÍSTICAS DE ALMIDÓN WAXY RELEVANTES PARA FUTUROS USOS EN LA INDUSTRIA.”
11:00-11:30	Coffee break
<b>Moderador:</b> Antonia Gutiérrez Mora	
11:30-12:00	Conferencia <b>Tohme Joe</b> “SEMILLAS DEL FUTURO: PLATAFORMA DE INNOVACIÓN EN CONSERVACIÓN Y USO DE LA DIVERSIDAD DE CULTIVOS”.
12:00-12:20	Conferencia <b>Ospina María A.</b> “GENETIC DIVERSITY OF POST-HARVEST PHENOTYPIC TRAITS AMONG THE WORLD CASSAVA GERMPLASM.”
12:20-12:40	Conferencia <b>Massange-Sánchez Julio Armando</b> “THURINCINA H ESTIMULA LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE RAÍZ EN PLÁNTULAS DE MAÍZ BAJO CONDICIONES NORMALES Y DE SALINIDAD.”
12:40-13:20	Conferencia <b>Santacruz Ruvalcaba Fernando</b> “USO DE EXTRACTOS DE ALGAS COMO BIOESTIMULANTES EN LA MICROPROPAGACIÓN DE TRES ESPECIES DE AGAVE”
13:20-15:00	Lunch
<b>SALA 1 (21-A)</b> <b>BIOTECNOLOGÍA PECUARIA Y ACUÍCOLA</b> <b>Moderador: Abel Gutiérrez Ortega</b>	
15:00-16:00	<b>Conferencia magistral</b> <b>Menchaca Alejandro</b> “LA EDICIÓN GÉNICA POR CRISPR EN GANADERÍA.”
16:00-16:20	Conferencia <b>Vera Brenda</b> “AGROECOLOGICAL BREEDING: GENOMIC EVALUATION IN AUSTRALIAN MERINO.”
16:20-16:40	Conferencia <b>Miranda-Valdés Javier Rubén</b> “GENES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN CINCO ESPECIES DE BACTERIAS ENTÉRICAS DE ORIGEN PORCINO: UN ESTUDIO BIOINFORMÁTICO.”
16:40-17:00	Conferencia <b>Gurrola Reyes J. Natividad</b> “PREVALENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS METANOGENÍCAS DE DOS RACIONES PARA BOVINOS <i>IN VITRO</i> .”
17:00-18:00	<b>Conferencia magistral</b> <b>Estrada Pablo Mario</b>

	“LA INGENIERÍA GENÉTICA EN FUNCIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA EN EL MUNDO ACTUAL.”
--	--

<b>Jueves, 13 de octubre</b>	
<b>SALA 2 (21-B)</b>	
<b>BIOTECNOLOGÍA DE INTERACCIÓN SUELO-MICROORGANISMOS-PLANTA II</b>	
<b>Moderador: Marco DallaRizza</b>	
8:30-8:50	Conferencia <b>García Pereyra Jesús</b> “CAPTURA DE <i>Cydia pomonella</i> CON TRAMPAS TIPO DELTA Y ALA EN ÁRBOLES DE MEMBRILLO.”
8:50-9:10	Conferencia <b>Martínez Sebastián</b> “DIVERSIDAD DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN ROTACIONES ARROCERAS.”
09:10-9:50	Conferencia <b>Echevarría Machado Ileana</b> “TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA UNA NUTRICIÓN VEGETAL SALUDABLE”
9:50-10:10	Conferencia <b>López Valencia Carmen Stefany VIRTUAL</b> “DEGRADACIÓN DE DIVERSOS PLÁSTICOS POR LARVAS DE TENEBRIÓN MOLITOR: INFLUENCIA DE CO-ALIMENTACIÓN CON MAÍZ.”
10:10-11:10	Conferencia magistral <b>Herrera Estrella Alfredo</b> “LAS SORPRENDENTES INTERACCIONES DE UN HONGO DE SUELO EN BENEFICIO DE LAS PLANTAS”.
11:10-11:40	Coffee break
11:40-12:00	Conferencia <b>Baez Rogelio Antonino</b> “IMPRINTS OF ENDOPHYTIC BACILLI IN HEAVY METAL TOLERANCE OF PLANTS.”
<b>SALA 2 (21-B)</b>	
<b>BIOTECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS</b>	
<b>Moderador: Marcela Amaro</b>	
12:00-12:30	Conferencia <b>Sosa Daynet</b> “POTENCIAL DE LA BIOPROSPECCIÓN MICROBIANA NATIVA PARA EL DESARROLLO DE BIOINSUMOS. CASO CIBE-ESPOL, ECUADOR”.
12:30-13:00	Conferencia <b>Zapata Paola Andrea</b>

	"BIOTECNOLOGÍA Y BIOINSUMOS: PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO, PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE INGREDIENTES A PARTIR DE HONGOS Y MICROALGAS".
13:00-13:20	Conferencia <b>Schvartzman Claudia</b> "RNAi PARA EL CONTROL DE <i>Piezodorus guildinii</i> EN SOJA."
13:20-15:00	Lunch
15:00-15:30	Conferencia <b>Stange Klein Claudia</b> "Mejoramiento genético vegetal en la era del cambio climático y la seguridad alimentaria"
15:30-15:50	Conferencia <b>Bedoya-Moreno María Alejandra</b> "TOLERANCIA A SEQUÍA EN YUCA ( <i>Manihot esculenta</i> , Crantz): DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE FENOTIPADO Y CONSTRUCCIÓN DE MAPA GENÉTICO."
15:50-16:10	Conferencia <b>Cevallos-Vilatuña Tiffany</b> "CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICAY ANÁLISIS DE LA RESPUESTA A ESTRÉS POR ALTA TEMPERATURA EN <i>Carica papaya</i> Cv. <i>Maradol</i> Y <i>SILVESTRE</i> ."

**SALA 2 (21-B)**  
**APORTES BIOTECNOLÓGICOS AL USO DE HERBICIDAS Y SU IMPACTO**  
**Moderador: Israel Lorenzo Felipe**

16:10-17-10	<b>Conferencia Magistral</b> <b>De Ávila Luis VIRTUAL</b> "RNAi AS A TOOL FOR WEED MANAGEMENT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES"
17-10-17:30	Conferencia <b>Guardado-Fierros Beatriz G.</b> "EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DE COMPUESTOS CON POTENCIAL HERBICIDA."
17:30-18:30	<b>Conferencia Magistral</b> <b>Blanco Carlos A. VIRTUAL</b> Riesgos y beneficios del glifosato para la agricultura

<b>Viernes, 14 de octubre</b>	
<b>SALA 1 (21-A)</b>	
<b>MARCOS Y DESARROLLO REGULATORIO EN BIOÉTICA, BIOSEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS (BIOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD)</b>	
<b>Moderador: Rebeca De Gortari</b>	
8:30-9:30	<b>Conferencia magistral</b> <b>Hodson Elizabeth VIRTUAL</b> “LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LA BIECONOMÍA”
09:30-9:50	Conferencia <b>Anzaldo Mónica VIRTUAL</b> “LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN EL MARCO DE LA CONVERGENCIA TECNOLÓGICA”.
9:50-10:50	<b>Conferencia Magistral - Virtual</b> <b>Garrafa Volnei</b> “¿BIOÉTICA, BIOTECNOLOGÍAS E INTERVENCIONES EN LA VIDA PLANETARIA - LIMITAR O CONTROLAR?”
11:50-12:10	Toma de fotografía
12:10-13:10	Sesión de poster
13:10-15:00	Lunch
<b>SALA 1 (21-A)</b>	
<b>CANNABIS</b>	
<b>Moderador: Jorge Alberto García Fajardo</b>	
15:00-16:00	<b>Conferencia magistral</b> <b>Cid López Marco Antonio</b> “DE LA PLANTA DE CANNABIS AL MERCADO.”
16:00-16:20	Conferencia <b>Robles-Vences Daniela</b> “FORMULACIÓN Y OBTENCIÓN DE NANOEMULSIONES DE ACEITE DE CBD COMERCIAL PRODUCIDAS POR HOMOGENIZACIÓN A ALTA PRESIÓN.”
<b>ENCUENTRO MEDALLISTAS REDBIO</b>	
<b>Moderador: Juan Izquierdo</b>	
16:40-18:10	Encuentro medallistas REDBIO (Historia) Entrega del premio medalla REDBIO 2022
<b>CONFERENCIA DE CLAUSURA</b>	
<b>Moderador: Antonia Gutiérrez Mora</b>	
18:10-19:10	<b>Herrera Estrella Luis Rafael</b> “EJEMPLOS DE INGENIERÍA GENÉTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS”

## ENTREGA DEL PREMIO AL MEJOR POSTER Y CIERRE DEL EVENTO

**Moderador: Marco Dalla Rizza**

**Viernes, 14 de octubre**

**SALA 2 (21-B)**

### BIOTECNOLOGÍA, MODELOS DE NEGOCIOS Y ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

**Moderador: Jaime Padilla Acero**

8:30-09:30	<b>Conferencia magistral</b> <b>Ramírez Tonatiuh Octavio</b> “LOS ESLABONES FALTANTES EN MÉXICO QUE IMPIDEN EL CIERRE ADECUADO DEL CICLO DE CIENCIA-TECNOLOGÍA-INNOVACIÓN EN EL CAMPO DE LA BIOTECNOLOGÍA FARMACÉUTICA”
------------	---

09:30-09:50	Conferencia <b>Barraza Morales Alejandra. VIRTUAL</b> “TENDENCIAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN EL USO DE FIBRAS DE AGAVES.”
-------------	--

09:50-10:50	<b>Conferencia Magistral</b> <b>Trejo Sergio</b> “PRODUCTOS DE BIOSÍNTESIS MICROBIANA Y SUS APLICACIONES EN AGRICULTURA SUSTENTABLE.”
-------------	---

**SALA 2 (21-B)**

### SOLUCIONES Y RETOS ANTE EL COVID-19

**Moderador: Abel Gutiérrez Ortega**

10:50-11:50	<b>Conferencia magistral</b> <b>Lozano Dubernard Bernardo. VIRTUAL</b> “LA MEDICINA VETERINARIA EN EL APOYO AL CONTROL DE COVID19”.
-------------	---

11:50-12:10	Toma de fotografía
-------------	--------------------

12:10-13:10	Sesión de poster
-------------	------------------

13:10-15:00	Lunch
-------------	-------

15:00-15:20	Conferencia <b>Recalde-Soliz Verónica. VIRTUAL</b> “POSIBLES RESERVORIOS DE SARS-COV-2 EN ANIMALES BASADOS EN LA SIMILITUD CON LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANGIOTENSINA 2 (ACE2).”
-------------	--

15:20-16:20	<b>Conferencia Magistral</b> <b>Elizondo Quiroga Darwin</b> “EVALUACIÓN DE DOS FUENTES NATURALES DE METABOLITOS COMO AGENTES ANTIVIRALES CONTRA SARS-COV-2”
-------------	---

### ENCUENTRO MEDALLISTAS REDBIO

**Moderador: Juan Izquierdo**



16:40-18:10	Encuentro medallistas REDBIO (Historia) Entrega del premio medalla REDBIO 2022
-------------	--

## **CONFERENCIA DE CLAUSURA**

**Moderador: Antonia Gutiérrez Mora**

18:10-19:10	<b>Herrera Estrella Luis Rafael</b> “EJEMPLOS DE INGENIERÍA GENÉTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS”
-------------	--

## **Entrega del Premio al mejor Poster y Cierre del evento**

**Moderador: Marco Dalla Rizza**

# **PROGRAMA RESÚMENES DE PÓSTERS POR TEMÁTICA**

# PROGRAMA DE PRESENTACIONES DE POSTERS

## XI REDBIO 2022

### T1- BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

CLAVE	TÍTULO
PT1A_001	INDUCCIÓN DE CALLO EN <i>Catharanthus roseus</i> MEDIANTE DISTINTOS REGULADORES DE CRECIMIENTO
PT1A_002	OBTENCIÓN DE BIOMASA VEGETAL Y ESTEVIOLGLICÓSIDOS MEDIANTE EL CULTIVO IN VITRO DE STEVIA REBAUDIANA BERTONI EN BIORREACTORES DE INMERSIÓN TEMPORAL (BIT®).
PT1A_003	DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN MEDIANTE DISCOS MERISTEMALES DE AGAVE MEZCLAERO ( <i>A. potatorum</i> , <i>A. marmorata</i> , <i>A. macroacantha</i> ).
PT1A_004	CULTIVO DE TEJIDOS: UNA HERRAMIENTA VALIOSA EN LA CONSERVACIÓN, DISTRIBUCIÓN E INTERCAMBIO DE GERMOPLASMA
PT1B_005	EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE PALMAS SILVESTRES CON MARCADORES DE SECUENCIA SIMPLE REPETIDA (SSR)
PT1B_006	POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE ESPECIES SILVESTRES DE <i>Rubus</i> spp COMO CRITERIO DE SELECCIÓN DE PROGENITORES
PT1B_007	DIVERSIDAD GENÉTICA Y SUS IMPLICACIONES EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)
PT1B_008	MORFOLOGÍA Y ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO DE SEMILLAS DE CHILE PERÓN ( <i>Capsicum pubescens</i> R. Y P.)
PT1B_009	EVALUACIÓN FENOTÍPICA DE GENOTIPOS DE AGUACATE TIPO HASS
PT1B_010	EVALUACIÓN LIPÍDICA DE GENOTIPOS VARIANTES DE AGUACATE HASS
PT1B_011	EVALUACIÓN PROXIMAL DE VARIEDADES DE <i>Musa</i> spp., CULTIVADAS EN ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN, MÉXICO
PT1B_012	Generación de poliploides mediante el uso de óxido nitroso en cempasúchil
PT1B_013	MEJORAMIENTO DE CEMPASÚCHIL ( <i>Tagetes erecta</i> ) POR MEDIO DE RETROCRUZAS

PT1B_014	MUTAGÉNESIS CON AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA INCREMENTO DE METABOLITOS EN CEMPASÚCHIL ( <i>Tagetes erecta</i> ).
PT1B_015	PREPARACIÓN PARA UN ESTUDIO DE ASOCIACIÓN GENÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD DEL VIRUS DE LA ESTRÍA MARRÓN DE LA YUCA ( <i>MANIHOT ESCULENTA</i> ), EN ACCESIONES DE GERMOPLASMA DE AMÉRICA DEL SUR
PT1B_016	Hacia la Resistencia a mosca blanca en Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> , Crantz): Multiómicas como estrategia para encontrar marcadores
PT1C_017	EVALUACIÓN DEL GEN PDS CON EL SISTEMA VIGS EN <i>PERSEA AMERICANA</i> VAR. HASS.
PT1D_018	POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE <i>COLOBANTHUS QUITENSIS</i> , UNA PLANTA DE AMBIENTE EXTREMO.
PT1D_019	COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES ANTÁRTICAS: UNA HERRAMIENTA PARA LA BIOTECNOLOGÍA Y LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.
PT1B_020	ESTUDIO DESCRIPTIVO DE TRES VARIEDADES DE <i>Musa</i> CULTIVADAS EN EL MUNICIPIO DE ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN, MÉXICO
VT1A_001	PREDICCIÓN COMPUTACIONAL DE LA FAMILIA SABP2 EN CUATRO ESPECIES TROPICALES VEGETALES.
VT1A_002	EFECTOS DE SUPLEMENTACIÓN EXÓGENA DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN PARÁMETROS DE BIOMASA E ÍNDICES DE CRECIMIENTO DE PLANTAS IN VITRO DE BATATA PULPA NARANJA
VT1A_003	EFECTO DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA (AgNPs) EN EL CULTIVO IN VITRO DE PIÑA CRIOLLA ( <i>ANANAS COMOSUS</i> )
VT1A_004	INFLUENCE OF ENDOPHYTIC BACTERIA ON THE ROOTING OF IN VITRO PROPAGATED MICRO CUTTINGS OF <i>Campomanesia xanthocarpa</i>
VT1B_005	ANÁLISIS MOLECULAR DE LA VARIACIÓN GENÉTICA GENERADA POR METANOSULFONATO DE ETILO EN REGENERANTES DE <i>Agave Americana</i> L.
VT1D_006	PLOIDIZACIÓN IN VITRO DE ARÁNDANO PARA EL INICIO EN EL DESARROLLO DE UNA NUEVA VARIEDAD
VT1B_007	DISMINUCIÓN DE LAS ESPESIES REACTIVAS DEL OXIGENO EN LA PLANTA DEL TABACO MODIFICADA CON EL GEN ARO4 DE LA SINTESIS DE TIROSINA, DURANTE RIEGO SALINO

## T2- BIOTECNOLOGÍA DE INTERACCIÓN SUELO-MICROORGANISMOS-PLANTA

PT2A_021	EFECTO DE ELICITORES EN RESPUESTA A INFECCIÓN POR FUSARIUM SP. EN AGUACATE
PT2B_022	IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE PARASITOIDES DEL GÉNERO METEORUS SP. PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN MAÍZ
PT2B_023	CARACTERIZACION MICROBIOLOGICA DE <i>Botrytis cinerea</i> EN FRUTOS DE MEMBRILLO
PT2B_024	IMPACTO DE <i>Trichoderma virens</i> SOBRE LA MODULACIÓN DE RESPUESTAS DEFENSIVAS EN LA INTERACCIÓN JITOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) - MOSCA BLANCA ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )
PT2B_025	EFECTO DE LAS VARIABLES DE CULTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS ANTAGÓNICOS DE <i>Pseudomonas protegens</i> EMM-1.
PT2B_026	PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE TERPENOS PRODUCIDOS DIFERENCIALMENTE POR LA CEPA OETVCYT2 DE <i>TRICHODERMA VIRENS</i> .
PT2B_027	AISLAMIENTO DE HONGOS ENDÓFITOS DE RAÍZDEPLANTAS ERICALES CON POTENCIAL COMO ENDÓFITOS BENÉFICOSDE ( <i>Vaccinium</i> sp.) CV. BILOXI
PT2B_028	IN VIVO TEST OF <i>BACILLUS</i> STRAINS WITH BIOCONTROL CAPACITY AGAINST FUSSARIUM SP ON STRAWBERRY PLANT ( <i>Fragaria anannassa</i> )
PT2C_029	EFECTO NEMATOXICO DEL EXTRACTO ACUOSO FOLIAR DE <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet. y <i>Lupinus carazensis</i> Ulbr. SOBRE JUVENILES Y ECLOSION DE HUEVOS DE <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White) Chitwood, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO
PT2C_030	Evaluación in vitro del efecto biopesticida de entomopatógeno contra trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ).
PT2C_031	EFECTO DEL SISTEMA SOLUTO-SOLVENTE SOBRE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL QUITOSANO PARA SU USO COMO INDUCTOR DE DEFENSA VEGETAL.
PT2C_032	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE LOS HIDROLATOS DE HOJA Y TALLO DE <i>Verbesina sphaerocephala</i>

PT2C_033	ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA SOBRE <i>Botrytis cinerea</i> Y PERFIL DE COMPUESTOS VOLÁTILES DEL EXTRACTO ACUOSO DE TALLO DE <i>Verbesina sphaerocephala</i>
PT2D_034	EFECTO DE CITOCININAS EN EL RENDIMIENTO DE ZARZAMORA ( <i>Rubus sp.</i> ) VARIEDAD TUPY
PT2D_035	BACTERIAS DEL COMPLEJO PSEUDOMONAS FLOURESCENS COMO PROMOTORAS DE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO VEGETAL
PT2D_036	GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE PRETRATADAS CON CIANOBACTERIAS BAJO CONDICIONES SALINAS
PT2E_037	VALORACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO AISLADAS DE RIZOSFERA
PT2F_038	Potencial de la especie <i>Kalanchoe serrata</i> L. para la Fitomineria.
PT2F_039	EVALUACIÓN DE COMPOSTAS Y SUELOS TRATADOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS
VT2A_007	INFECCIÓN DE <i>Annona purpurea</i> Mociño & Sessé ex Dunal CON TRES HONGOS FITOPATOGENOS
VT2B_008	"BIOPROSPECCIÓN DE HONGOS ENDÓFITOS DE AGAVE AZUL ( <i>Agave tequilana</i> Weber var. Azul) CON ACTIVIDAD ANTAGÓNICA IN VITRO A <i>Fusarium spp.</i> "
VT2B_009	"PATOGENICIDAD DE CEPAS DE <i>Beauveria spp.</i> AL PICUDO NEGRO DEL AGAVE ( <i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyllenhal)(Coleoptera:Curculionidae)"
VT2B_010	Biological control OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI <i>ALTERNARIA</i> AND <i>FUSARIUM</i> WITH <i>BACILLUS SUBTILIS</i> AND <i>BACILLUS PUMILUS</i> IN VITRO AND IN VIVO IN TOMATO PLANTS
VT2B_024	Bacterias de la piel de anfibios como alternativa de control biológico contra el hongo <i>Botrytis cinerea</i>
VT2C_011	ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES DEL ACEITE ESENCIAL DE TRES ESPECIES DE <i>Tagetes</i> ( <i>T. filifolia</i> , <i>T. lucida</i> y <i>T. lunulata</i> ) Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA SOBRE <i>Neopestalotiopsis sp.</i>

VT2D_012	BACTERIAS ASOCIADAS A MELIPONINOS Y SU POTENCIAL COMO BIOFERTILIZANTE EN LECHUGA ( <i>Lactuca sativa L.</i> )
VT2E_013	AISLAMIENTO DE RIZOBACTERIAS DE COMPOST Y ROZOSFERA DE CHILE POBLANO
VT2E_014	COLONIZACIÓN MICORRIZICA DE GOVENIA CAPITATA
VT2F_015	AISLAMIENTO DE BACETRIAS POTENCIALMENTE DEGRADADORAS DE POLIESTIRENO DEL INTESTINO DE <i>Tenebrio molitor</i>

### **T3- BIOTECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS**

PT3C_039	OVEREXPRESSION OF HERBIVORE-RESPONSIVE GENES IN HUSK TOMATO ( <i>Physalis philadelphica</i> )
PT3C_041	EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE CHÍA ( <i>Salvia amarissima</i> ) EN LA RESISTENCIA AL CÁNCER BACTERIANO EN TOMATE.
VT3A_017	PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA CAÁSCARA DE TUNA ( <i>Opuntia ficus indica L.</i> )
VT3C_018	VOLÁTILES BACTERIANOS QUE INHIBEN EL CRECIMIENTO MICELIAL DE <i>Rhizopues stolonifer</i> PATÓGENO DE HORTALIZAS Y FRUTOS MADUROS
VT3C_019	BIOSYNTHESIS OF ZnO NANOPARTICLES FROM <i>Spirulina subsalsa</i> EXTRACT AND ITS CHARACTERIZATION
VT3C_020	PHYCOCYANIN PURIFICATION BY COLUMN CHROMATOGRAPHY AND CHARACTERIZATION BY SDS-PAGE FROM <i>S. platensis</i> 1TEX COLLECTED IN MEXICO

## T4- BIOTECNOLOGÍA, MODELOS DE NEGOCIOS Y ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

PT4B_042	COLABORACIONES Y TEMÁTICAS EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO
PT4B_043	Hacia la Resistencia a mosca blanca en Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> , Crantz): Desarrollo de familias segregantes y Metodología de Fenotipado
PT4B_046	LAS CAPACIDADES DE ABSORCIÓN EN LA CREACIÓN DE CIENCIA E INNOVACIONES EN BIOFARMACÉUTICA Y EN EL SOSTENIMIENTO DE VENTAJAS COMPETITIVAS: EVIDENCIA DE UN LABORATORIO CIENTÍFICO PÚBLICO MEXICANO
VT4C_021	ESTUDIO DE PATENTES SOBRE BEBIDAS ALCOHOLICAS A PARTIR DE AGAVES
VT4C_022	REGISTRO DE Agave americana COMITECO AZUL, Agave grijalvensis Y Agave chiapensis COMO VARIEDADES CON POTENCIAL AGROINDUSTRIAL

## T6- BIOTECNOLOGÍA PECUARIA Y ACUÍCOLA

PT6A_043	PREDICCIONES GENÓMICAS PARA RASGOS PRODUCTIVOS Y DE VALOR AMBIENTAL EN OVINOS MERINO AUSTRALIANO
PT6B_044	SUBPRODUCTO DE <i>Octopus maya</i> COMO UN INGREDIENTE FUNCIONAL Y NUTRACEUTICO CON POTENCIAL USO EN LA ALIMENTACION ANIMAL
VT6B_023	APLICACIÓN DE TÉCNICAS CLÁSICAS DE MICROSCOPIA Y BASADAS EN ADN PARA EL ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES DE MICROORGANISMOS Y CIANOBACTERIAS DEL SEDIMENTO EN EL EMBALSE RINCÓN DEL BONETE-URUGUAY

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
BIOTECNOLOGÍA  
VEGETAL**

## Biotecnología de *Capsicum* (chile): cultivo de tejidos, transcriptómica y algo más

Neftalí Ochoa Alejo. Departamento de Ingeniería Genética, Unidad Irapuato, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, E-mail [neftali.ochoa@cinvestav.mx](mailto:neftali.ochoa@cinvestav.mx)

Las especies del género *Capsicum* (chile) pertenecen a la familia Solanaceae en la cual también se agrupan especies de importancia agrícola e industrial como el jitomate (*Solanum lycopersicum*), la papa (*Solanum tuberosum*), la berenjena (*Solanum melongena*), el tabaco (*Nicotiana tabacum*) y la petunia (*Petunia hybrida*). Se han descrito aproximadamente 30 especies de *Capsicum* de las cuales cinco han sido domesticadas: *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*, siendo la primera la más extensamente cultivada y para la cual se ha propuesto como centro de domesticación México. Las plantas de las especies de *Capsicum* producen frutos comestibles de diferentes tamaños, colores, sabores y aromas utilizados en una amplia variedad de platillos mexicanos, y también en diferentes industrias como la farmacéutica, alimenticia y la cosmética, entre otras. Los frutos de chile producen los característicos y únicos compuestos pungentes llamados capsaicinoides, y también una serie de metabolitos como pigmentos responsables de la coloración amarilla, anaranjada y roja (carotenoides) o morada (antocianinas), y vitaminas como el ácido ascórbico (vitamina C) que son poderosos antioxidantes benéficos para la salud (nutraceuticos). En nuestro grupo de investigación se han realizado estudios de la potencialidad de los cultivos celulares de chile para la producción de los capsaicinoides. Asimismo, se han desarrollado protocolos de regeneración de plantas *in vitro* y de transformación genética mediada por la infección con *Agrobacterium tumefaciens* como base biotecnológica para la posible manipulación por ingeniería genética de las rutas de biosíntesis de los compuestos que se sintetizan y se acumulan en los frutos de chile. Igualmente, se ha estudiado el transcriptoma durante el desarrollo y maduración de los frutos de chile para identificar genes reguladores (factores de transcripción) de las diferentes vías biosintéticas de esos compuestos, así como estudios de su función por medio de silenciamiento génico inducido por virus (VIGS), como etapa fundamental para la ingeniería metabólica de esas vías biosintéticas.

Proyecto Conacyt Ciencia Básica 280755

## INDUCCIÓN DE MICRO Y MINI TUBÉRCULOS DE *DIOSCOREA SPARSIFLORA*

Mariela Espíritu. CUCBA, Cam. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jal. espiritu.mariela@gmail.com

Fernando Santacruz. CUCBA, Cam. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jal.  
fernando.santacruz@academicos.udg.mx

Eduardo Salcedo. CUCBA, Cam. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jal.  
eduardo.salcedo@academicos.udg.mx

José Castañeda. CIATEJ, Cam. Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal. jc castaneda@ciatej.mx

**Keywords:** Camote de cerro, semilla vegetativa, retardante de crecimiento.

**Introducción.** Los tubérculos de *Dioscorea sparsiflora* son utilizados en Jalisco y estados vecinos como alimento poseen una amplia gama de propiedades medicinales y se ha reportado que tienen un alto contenido de proteína y fibra (Contreras-Pacheco *et al.*, 2013). En México estos tubérculos no se cultivan, se colectan de manera silvestre, actividad que ha incrementado año con año, provocando erosión del suelo y escasez (Bernabe-Antonio *et al.*, 2012). Su propagación es principalmente vegetativa a partir de secciones de tubérculos, sin embargo, se tienen grandes pérdidas de material de siembra (Fofana *et al.*, 2019). Considerando la importancia de los tubérculos de *Dioscorea* en México y dada su explotación, es necesario implementar un método eficiente de propagación que, además de ayudar a la conservación de las especies, permita cultivarlos con fines comerciales.

El objetivo del trabajo fue inducir la formación de micro y mini tubérculos de *D. sparsiflora*.

**Métodos.** Para inducir micro tubérculos se propagaron segmentos nódulos de *D. sparsiflora* en medio MS (Murashige & Skoog, 1962) y cuatro concentraciones de paclobutrazol (PBZ), tomando como variable de respuesta el número de micro tubérculos por plántula. En la inducción de mini tubérculos, se propagaron los segmentos nódulos en medio MS + 1 mg/L de PBZ y después las plántulas se adaptaron en un invernadero donde se aplicó agua, 50 y 100 mg/L de ácido giberélico (GA) y 300 y 600 mg/L de trinexapac etilo (TNE) y de PBZ de manera foliar tomando como variable de respuesta el número de mini tubérculos por planta.

### Resultados y discusión.

Tabla 1. Efecto de la concentración de paclobutrazol sobre la obtención de micro tubérculos *D. sparsiflora*

Paclobutrazol	n <=	n >	Mediana
<b>Valor-P</b>			<b>0.000</b>
3 mg/L	7	3	1.0a
0 mg/L	8	2	1.5a
0.1 mg/L	9	1	2.5a
1 mg/L	3	7	5.5 b

Gran mediana = 3, n<= Eventos menores a la gran mediana, n> Eventos mayores a la gran mediana. Datos con diferente letra son estadísticamente distintas ( $P<0.05$ ) con base a la Prueba de la Mediana de Mood.

La concentración de PBZ en el medio de cultivo tuvo un efecto significativo en la obtención de micro tubérculos, observando una mayor producción con 1 mg/L (tabla 1). En el caso de los mini tubérculos la aplicación de reguladores de crecimiento también tuvo un efecto significativo, en donde se tuvo un mayor número de mini tubérculos por planta con 100 mg/L de GA (tabla 2).

Tabla 2. Efecto del regulador de crecimiento foliar en el número de mini tubérculos por planta de *D. sparsiflora*

Regulador (mg/L)	Mini tubérculos/planta
<b>Valor-P</b>	<b>0.000</b>
GA 100	2.00 a
TNE 300	1.45 ab
TNE 600	1.41 ab
GA 50	0.91 b
PBZ 300	0.80 b
Agua	0.77 b
PBZ 600	0.75 b

Datos con diferente letra son estadísticamente distintas ( $P<0.05$ ), con base en la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

**Conclusiones.** 1 mg/L de PBZ en el medio de cultivo aumenta la producción de micro tubérculos y los grupos GA 100, TNE 300 y 600 mg/L aumentan el número de mini tubérculos por planta en invernadero. Los micro y mini tubérculos pueden ser utilizados como semilla vegetativa para la propagación de *D. sparsiflora*.

**Agradecimientos.** Se agradece al Consejo de Ciencia y Tecnología (No. de becario: 779429).

### Referencias.

1. Contreras-Pacheco, M., Santacruz-Ruvalcaba, F., García-Fajardo, J. A., Sánchez G., J., Ruiz L., M. A., Estarrón-Espinosa, M., y Castro-Castro, A. (2013). Diosgenin quantification, characterization and chemical composition in a tuber collection of *Dioscorea spp.* in the state of Jalisco, Mexico. *Int. J. Food Sci. Technol.* 48(10): 2111-2118.
2. Bernabe-Antonio, A., Santacruz-Ruvalcaba, F., & Cruz-Sosa, F. (2012). Effect of plant growth regulators on plant regeneration of *Dioscorea remotiflora* (Kunth) through nodal explants. *Plant Growth Regul.* 68(2): 293-301.
3. Fofana, I. K., Brou, Y. C., Akmel, D. C., Wognin, E. L., Tienebo, E. O., & Toure, K. A. (2019). Optimisation of yam seed-tuber production through vine cuttings propagation. *Afr. Crop Sci. J.* 27(4): 613-629.
4. Murashige, T., y Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15(3): 473-497.

## SEMILLAS SINTÉTICAS: UNA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN *EX SITU* APLICADA EN LÚPULO

Luciana Di Sario<sup>1\*</sup>, Fany Zubillaga<sup>1,2</sup>, Sandra Sharry<sup>1,2,3</sup>, Patricia Boeri<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica. <sup>2</sup>Centro de Investigación y Transferencia (CIT- Río Negro-CONICET). <sup>3</sup>Laboratorio de investigaciones en madera (LIMAD), Fac. Cs. Agrarias y Forestales, UNLP. \*lucianadisario@gmail.com

**Keywords:** *Humulus lupulus*, variedad nacional, cultivo de tejidos vegetales

**Introducción.** El lúpulo (*Humulus lupulus*), es una especie de gran interés para la industria cervecera que se propaga casi exclusivamente de forma asexual, a través de rizomas o esquejes nódulos, dado que sólo se utilizan las inflorescencias femeninas (conos). Sin embargo, ello constituye una desventaja en términos productivos y de calidad fitosanitaria, debido a que estas prácticas, sostenidas en el tiempo, favorecen la dispersión y acumulación de infecciones virales y fúngicas. Por otra parte, actualmente, el cultivo de lúpulo no satisface las demandas y necesidades del mercado argentino, dado que éste se ha concentrado principalmente en variedades importadas que no presentan los perfiles organolépticos más buscados por los productores. Al respecto, las técnicas de cultivo de tejidos vegetales (CTV), entre las que se encuentra la producción de semillas sintéticas (SS), contribuyen positiva y significativamente en los programas de conservación y multiplicación a gran escala de material vegetal. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diferentes condiciones de conservación de semillas sintéticas de lúpulo de la variedad nacional “mapuche”, con el fin de contribuir a la estandarización de esta técnica y su posterior implementación en distintas variedades de lúpulo.

**Métodos.** Explantes meristemáticos de la variedad *mapuche* fueron encapsulados en una matriz de alginato de sodio al 2%, formando una SS. Se evaluó la respuesta de las mismas al almacenamiento a 4°C durante una, dos y tres semanas (TA, TB y TC, respectivamente), previo al cultivo de éstas en condiciones controladas de luz y temperatura (fotoperiodo y 21 ± 2°C). Asimismo, se realizó un control (T0) para cada tratamiento, donde las SS se incubaron a 21 ± 2°C en oscuridad (1, 2 o 3 semanas). El medio de cultivo utilizado para el almacenamiento en frío fue el de Murashige y Skoog, a la mitad de la concentración original, y para la conversión de las SS se utilizó el mismo medio, suplementado con BAP (0,0002 g/L) y AG<sub>3</sub> (0,001 g/L).

**Resultados y discusión.** El menor porcentaje de conversión se observó cuando las semillas fueron almacenadas durante 3 semanas a 4°C (TC), lo que indica que los tratamientos con frío prolongados pueden afectar la viabilidad de los explantes, de acuerdo a lo señalado por (1). En TA y TB se observaron altos porcentajes de conversión (90%), lo que podría estar asociado a la combinación AG<sub>3</sub>:BAP utilizada. Otros autores, como (2) y (3), han reportado

valores de conversión similares a los obtenidos en este trabajo (95-100%), en las variedades de lúpulo *nugget* y *gianni*, respectivamente, con otras metodologías de encapsulamiento, menos económicas. Por otra parte, se observaron algunos eventos de formación de raíces sin callos (organogénesis directa) en TB, lo que podría relacionarse con la propia concentración de auxina de los meristemas, y con el equilibrio citocinina/auxina alcanzado (4).

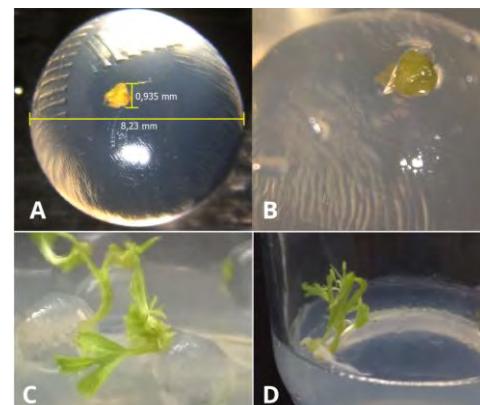


Fig. 1. Semillas sintéticas de lúpulo var. *mapuche*. A: dimensiones; B: rotura de la matriz por el explante; C: elongación del explante; D: enraizamiento

**Conclusiones.** Los resultados obtenidos indican que, si bien es posible establecer programas de conservación *ex situ* de *Humulus lupulus* (var. *mapuche*) a través de las SS, éstas no deben superar las tres semanas de almacenamiento en frío, a fin de evitar daños en los tejidos. Por otra parte, la optimización de esta técnica generará un impacto positivo tanto en términos de conservación *ex situ* de esta especie como en la mejora del transporte de material vegetal entre las regiones productoras.

### Referencias.

- (1) Engelmann, F. (1991). *In vitro* conservation of tropical plant germplasm – a review. *Euphytica*. 57(3): 227-243
- (2) Liberatore, C. M., Rodolfi, M., Beghè, D., Fabbri, A., Ganino, T., y Chiancone, B. (2020). Adventitious shoot organogenesis and encapsulation technology in hop (*Humulus lupulus L.*). *Sci Hortic.* 270(1): 1-8
- (3) Martínez, D., Tamés, R. S., y Revilla, M. A. (1999). Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot-tips of hop (*Humulus lupulus L.*) using encapsulation/dehydration. *Plant Cell Reports*. 19(1): 59–63.
- (4) Su, Y. H., Liu, Y. B., y Zhang, X. S. (2011). Auxin-cytokinin interaction regulates meristem development. *Molecular Plant*. 4(4):616-625.

## IMPROVEMENT OF PEPPER AND TOMATO SEEDS BY THE APPLICATION OF A PROBIOTIC FORMULATION TO INCREASE CROP YIELDS

Sergio Casas-Flores<sup>(1)</sup>, Saúl Jijón Moreno<sup>(1)</sup>, Nicolás Gómez Hernández<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Laboratorio de Genómica Funcional y Comparativa, División de Biología Molecular, IPICYT, Camino a la Presa San José No. 2055. Col. Lomas 4<sup>a</sup>. Sección, C.P. 78216, San Luis Potosí, México. E-mail: scasas@ipicyt.edu.mx.

**Keywords:** *Transgenerational memory, probiotic, tomato, pepper, Arabidopsis.*

**Introduction.** Description of the subject. Plant growth enhancers, including probiotics and prebiotics can cause beneficial effects to plants when applied to roots or seeds. These beneficial effects comprise enhancement of plant growth, root biomass, fruit size and quality, as well as the induction of systemic resistance against phytopathogens. Such positive effects provided to plants by probiotics, can be potentially transmitted to the progeny, a phenomenon called transgenerational memory (TM). TM of defense-related phenotypes allows offspring to respond more effectively to pathogen attack, even, plants can transfer their fitness to the next generation. Epigenetic mechanisms, including DNA methylation and histone modifications, are potential mechanisms that could play important roles in TM. Objectives: i) To obtain improved pepper and tomato seeds using a probiotic formulation; ii) to determine the molecular basis of TM of plant growth and systemic resistance against pathogens.

**Methods.** Tomato (*Solanum lycopersicum*) and pepper (*Capsicum annuum*) plants were grown under greenhouse conditions. *Arabidopsis thaliana* Col-0 (wild type), and impaired mutants in RNA-directed DNA methylation (RdDM) were grown in a plant growth room. Seedlings were treated in the roots with a probiotic formulation (PBF) (primed plants) or buffer (mock-treated plants) as control plants and four weeks later plant growth-related parameters were assessed. Tomato and pepper fruits of primed and control plants were counted and evaluated for their quality. Tomato, pepper and *Arabidopsis* seeds were collected for getting the filial 1 (F1), which were grouped as follow: 1) F1 of mock-treated parental plants without additional treatment with PBF (P+mock/F1+mock); 2) F1 of the mock-treated parental plants that were treated with PBF (P+mock/F1+PBF); 3) F1 of the primed parental plants without additional treatment with PBF (P+PBF/F1+mock); 4) F1 of the primed parental plants with additional treatment with PBF (P+PBF/F1+PBF). Tomato plants of these treatments were grown under controlled conditions for further determination of developmental traits. To evaluate the expression of tomato genes related to the systemic resistance, total RNA was extracted from leaves and used for RT-qPCR. For plant-pathogen challenge assays, leaves of tomato plants were infected with the

foliar pathogen *Botrytis cinerea* and foliar damage was assessed at ten days post-infection.

**Results and discussion.** Tomato and pepper plants treated with PBF showed an enhanced root growth and higher plant height compared with control plants. Enhanced development traits were also observed in primed *Arabidopsis* Col-0 and mutant lines impaired in RdDM, compared with control plants. Pepper and tomato fruits collected from primed plants were significantly bigger than those obtained from control plants. Tomato plants of P+mock/F1+PBF, P+PBF/F1+mock and P+PBF/F1+PBF treatments, displayed enhanced vegetative growth, an increase in plant height and enhanced resistance to *B. cinerea* compared with plants of the P+mock/F1+mock treatment. The enhanced resistance to *B. cinerea* observed in P+mock/F1+PBF, P+PBF/F1+mock and P+PBF/F1+PBF plants correlated well with the enhanced accumulation of GLUB transcripts observed in these treatments. PR-1a expression was significantly enhanced in P+mock/F1+PBF but only barely increased in P+PBF/F1+PBF compared to P+mock/F1+mock plants.

**Conclusions.** Our probiotic formulation improves plant growth and crop quality under greenhouse conditions. We show evidence that parental plants inherited defense-related and development-related traits to their progeny, which make our formulation an attractive strategy for improving seeds of crop plants..

**Acknowledgements.** This work was supported by Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT, FIDEICOMISO 23871 Multas Electorales).

### References.

1. Ashapkin, V.V., Kutueva, L.I., Aleksandrushkina, N.I., Vanyushin, B.F., 2020. Epigenetic Mechanisms of Plant Adaptation to Biotic and Abiotic Stresses. Int. J. Mol. Sci. 21, 7457. <https://doi.org/10.3390/ijms21207457>.
2. Deans, C., Maggert, K.A., 2015. What Do You Mean, "Epigenetic"? Genetics 199, 887–896. <https://doi.org/10.1534/genetics.114.173492>.
3. Galloway, L.F., Etterson, J.R., 2007. Transgenerational Plasticity Is Adaptive in the Wild. Science 318, 1134–1136. <https://doi.org/10.1126/science.1148766>.

## COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CULTIVO *IN VITRO* EN LA MICROTUBERIZACIÓN DE *DIOSCOREA ALATA*

Laura A. Díaz-Godínez<sup>2</sup>, Fernando Santacruz-Ruvalcaba<sup>1\*</sup> José Juvencio Castañeda Nava<sup>2</sup>.<sup>1</sup>Departamento de Producción Agrícola, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Ramón Padilla Sánchez 2100, C.P. 45110. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. \*fernando.santacruz@academicos.udg.mx <sup>2</sup>Unidad de Biotecnología Vegetal, CIATEJ A.C., Camino Arenero 1227, C.P. 45019. El Bajío, Zapopan, Jalisco.

**Keywords:** Microtuberización, Sistema de inmersión temporal, *Dioscorea*

**Introducción.** El ñame (*Dioscorea*) es una planta mundialmente distribuida con importancia alimenticia principalmente debido a sus propiedades nutricionales y su contenido de almidones. Cultivada vegetativamente por segmentación y resiembra, lo que ha ocasionado problemas fitosanitarios y pérdidas por nemátodos (Ignatius *et al.*, 2019). Una alternativa es el uso de métodos de cultivo *in vitro* para la propagación de diversas especies del género, uno de ellos es la producción de microtubérculos, ha sido estudiado para determinar condiciones eficientes para la producción de estos; desde concentraciones de sacarosa, los reguladores de crecimiento, el fotoperiodo y la optimización de los cultivos, mediante el uso de sistemas de inmersión temporal (SIT) (Cabrera *et al.*, 2009).

El objetivo del trabajo fue evaluar tres sistemas de cultivo *in vitro* en la microtuberización de *D. alata*.

**Métodos.** Se tomaron segmentos nodales de plantas de *D. alata* previamente establecidas en medio MS. Mediante un diseño bifactorial 3 x 3 se evaluaron tres sistemas de cultivo *in vitro* (RITA®, Orbitabión® y semisólido), así como tres concentraciones de ácido jasmónico (JA) (0.00, 2.60, 5.20 mg/L) en medio MS adicionado con 90 g/L de sacarosa y 8 g/L de agar para el medio semisólido. Los SIT tuvieron un tiempo de inmersión de 1 min y una frecuencia de inmersión de 2 veces por semana. Todos los sistemas se colocaron en el incubador con fotoperiodo 8 h/ 16 h a 27°C ± 2°. Se evaluó número de microtubérculos por planta (MTTP), largo y diámetro de microtubérculo y peso fresco de microtubérculo. Se realizaron análisis ANVA y prueba de la mediana de Mood para determinar las diferencias significativas.

**Resultados y discusión.** Los análisis mostraron que en la variable largo de microtubérculo existen diferencias significativas solo para la concentración de JA ( $P=0.0343$ ) siendo más favorable la concentración de 2.60 mg/L (Fig. 1); sin embargo, las variables diámetro de microtubérculo no presentó diferencias significativas, esto contrasta con lo reportado por Cabrera, *et al.* (2005) y Salazar y Hoyos (2007) quienes obtuvieron mayores tamaños de microtubérculo al usar sistema RITA. Por otro lado, la variable MTTP mostró diferencias significativas para ambas variables (JA= $P=0.0102$ , SIT= $P=0.000$ , JAxSIT=  $P=0.0144$ ) (Cuadro 1).

Cabrera *et al.*, (2009) reportan una media de 3.2 MTTP, en contraste con los obtenidos en este trabajo.

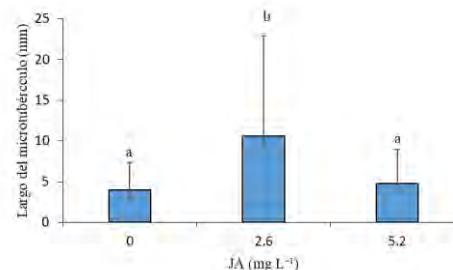


Fig. 1. Efecto de la concentración de JA en el largo de los microtubérculos de *D. alata* a los 90 d de cultivo *in vitro*

Tabla 1. Efecto de los tres sistemas de cultivo *in vitro* (RITA, Orbitabión y semisólido) y la concentración de JA en el número de microtubérculos por planta.

Valor-P		n<=	n>	MTTP
Sistema	JA mg L⁻¹			
Semisólido	0.0	15	3	0.0a
Semisólido	2.60	7	2	0.0a
Semisólido	5.20	7	2	0.0a
RITA®	0.0	3	5	1.0b
RITA®	2.60	8	3	0.0a
RITA®	5.20	13	0	0.0a
Orbitabión®	0.0	40	7	0.0a
Orbitabión®	2.60	34	1	0.0a
Orbitabión®	5.20	40	0	0.0a

**Conclusiones.** El sistema RITA combinado con bajas concentraciones de JA (2.60 mg/L) promueve la microtuberización y optimiza el proceso de cultivo *in vitro*.

**Agradecimientos.** CONACYT Clave de solicitud 2019-000037-02NACF-06822

### Referencias.

1. Ignatius, A. *et al.*, (2019) Yam (*Dioscorea* spp.) production trends in Cameroon: A review. Afr. J. Agric. Res. 14:1097-1110.
2. Cabrera, M. *et al.*, (2009) Performance of yam microtubers from temporary immersion system in field conditions. Afr. J. Biotech. 10:9268-9271.
3. Cabrera, M., *et al.*, (2005) Production of yam microtubers using a temporary immersion system. Plant Cell Tiss. Org. Cul. 83:103-107.
4. Salazar, R., Hoyos, R.A. (2007) Multiplicación y tuberización *in vitro* de ñame (*Dioscorea alata* L.) en sistema de inmersión temporal. Rev. Fac. Agr. Med. 60:3907-3921.

## ESTABLECIMIENTO DE EXPLANTES DE HOJAS DE PIÑA (*Ananas comosus* L. Merr) MD-2

Diego Salas-Valdivia<sup>1\*</sup>, José Manuel Rodríguez-Domínguez<sup>1</sup>, Laura Ahtziri Díaz-Godínez<sup>1</sup>, José Juvencio Castañeda-Nava<sup>1</sup>, Antonia Gutiérrez-Mora<sup>1</sup>. \*disalas\_al@ciatej.edu.mx.

<sup>1</sup>Camino arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jalisco, México. 33 3345 5200.

Keywords: piña miel, establecimiento, desinfección

**Introducción.** La piña (*Ananas comosus* L. Merr) es una bromeliácea de origen sudamericano, siendo una de las frutas tropicales con mayor comercialización. La variedad MD-2, conocida como piña miel, es de las más apreciadas (1). Su propagación es asexual, a través de hijuelos. Esta forma de reproducción no tiene la eficiencia suficiente para la constante demanda de los campos de cultivo. La micropropagación ha sido una alternativa viable para la producción masiva de hijuelos de distintas plantas de interés agronómico. Dentro de las distintas técnicas de micropropagación, existe la caulogénesis directa, consiste en la obtención de brotes a partir de una muestra de tejido, siendo las hojas, los tejidos más utilizados. La primera fase requiere del establecimiento del material vegetal en condiciones asépticas. El objetivo del presente trabajo fue experimentar distintas técnicas de desinfección para lograr el establecimiento de explantes de hoja de piña.

**Métodos.** Se utilizaron hijuelos de piña var. MD2, obtenidos de Tomatlán, Jalisco. Primeramente, las plantas se colocaron en una solución de fungicidas-bactericidas (Captan, Aliette, Agrymicin, Bactrol) en 1 g/L c/u, por 4 hrs. Se dejaron secando por 3 días. Se quitaron las hojas siguiendo la fitotaxia de la planta, dejando las hojas más centrales (5 a 8 aprox.) (Fig. 1a). Estas últimas se lavaron con agua y jabón y se cortaron en piezas de 1cm<sup>2</sup> aprox. (Fig. 1b). Se realizaron 2 experimentos: A) Presencia o ausencia de lavados con etanol (70%), cloro (0.1%) por 7 min, y solución de nanopartículas de plata en 10 mL/L. B) Presencia o ausencia de choque térmico (65°C/5 min, 4°C/5 min), en combinación con lavado en cloro (0.1% o 1%), por 7 min, y distintas concentraciones de nanopartículas de Ag en el medio (0 mL/L, 5 mL/L, 10 mL/L). Se colocaron 5 explantes en cajas de Petri con medio MS adicionado con bencilaminopurina (2 mg/L) y ácido naftalenacético (5 mg/L), (5 repeticiones, p = 0.05). Se distinguió entre las bases de las hojas y las partes medias. Pasados 8 días se contó el % de establecimiento.

**Resultados y discusión.** En experimentos previos (datos no mostrados) se encontró que en explantes de menor tamaño, tiempos de inmersión en concentraciones de cloro por encima del 1% y superiores a los 7 min, y el choque térmico en temperaturas más elevadas; la contaminación era menor, sin embargo, los explantes resultaban dañados de forma severa. En este trabajo, se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de cloro, ni en las nanopartículas de Ag en el medio. Así como tampoco entre los explantes provenientes de las bases de las hojas y de la parte media. Los resultados mostraron que los 3 lavados (etanol, cloro, nanopartículas de Ag) son necesarios para obtener los mejores resultados en porcentaje de establecimiento (70%). Así mismo, el choque térmico aumentó el % de establecimiento de forma

significativa, logrando hasta un 80% de establecimiento. Es importante destacar, que mientras más agresivo sea el protocolo de desinfección, los explantes resultan más dañados. El estrés provocado por la desinfección podría afectar la respuesta de los explantes, ya que sólo se observó un cambio de color de blanco a verde en los explantes provenientes de las bases de las hojas (Fig. 1c). Esto podría explicar la ausencia de publicaciones sobre desinfección de estos explantes de piña, así como el uso de bases de hojas provenientes de vitroplantas en diversos trabajos publicados (2, 3, 4, 5). Este último método fue probado, en el mismo medio de cultivo mencionado, y se obtuvo un % de respuesta, basado en la formación de brotes, en el 40.6% de los explantes provenientes de las bases (Fig. 1d), y una completa ausencia de respuesta de los otros explantes.



Figura 1. a) Plantas de piña b) Cortes de hojas c) Explantes originalmente blancos, presentando coloración verde d) Caulogénesis en base de hoja de vitroplanta

**Conclusiones.** El establecimiento de explantes de hojas de piña puede lograrse hasta en un 80% con la aplicación de un choque térmico, lavados en etanol al 70% por 1 min, en solución de cloro de concentración de 0.1 o 1%, y en solución de nanopartículas de Ag de 10 mL/L. No se encontraron diferencias significativas entre el origen del explante (base o parte media), ni en la presencia o ausencia de nanopartículas de Ag en el medio. Sólo se observó respuesta organogénica en explantes provenientes de bases de hojas de vitroplantas (40.6%).

**Agradecimientos.** A la Secretaría de Desarrollo Rural, quien financió el proyecto.

### Referencias.

1. Amar, A. T. B., Tong P. S. & Casey, N. (2015). The MD2 "Super Sweet" pineapple (*Ananas comosus*). *UTAR Agriculture Science Journal*, 1(4), 14-17.
2. Firoozabady, E., & Moy, Y. (2004). Regeneration of pineapple plants via somatic embryogenesis and organogenesis. *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 40(1), 67-74.
3. Be, L. V., & Debergh, P. C. (2006). Potential low-cost micropropagation of pineapple (*Ananas comosus*). *S. Afr. J. Bot.* 72(2), 191-194.
4. Mhatre, M., Srinivas, L., & Ganapathi, T. R. (2011). Enhanced iron and zinc accumulation in genetically engineered pineapple plants using soybean ferritin gene. *Biol. Trace Elem. Res.* 144(1), 1219-1228.
5. Blanco Flores, H. A., Vargas Cedeño, T. E., y García de García, E. C. (2017). Regeneración in vitro de plantas de piña (*Ananas comosus*) ecotipo amazónico Gobernadora. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 19(1), 7-20.

## BIOTECNOLOGIAS APlicadas a ESPECIES FORESTALES NATIVAS PARA RESTAURACION ECOSISTEMICA.

Sharry S<sup>1,2,3</sup>, Villarreal, B<sup>1</sup>; Adema M<sup>1</sup>; Galarco S.<sup>1</sup>, Ramilo D<sup>1</sup>; Velázquez M.<sup>1</sup>, Cinquetti T.<sup>1</sup>; Ramos M.<sup>1</sup>, Medina Busso E.<sup>1</sup>, Dalzotto D<sup>2,4</sup>; Weber C.<sup>1,3</sup>, Cellini M.<sup>2</sup>, Lopez V<sup>1,4</sup> y Boeri P<sup>2</sup>.

1. Ceprove. Laboratorio de Investigaciones de la madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Argentina. Mail: [ssharry@agro.unlp.edu.ar](mailto:ssharry@agro.unlp.edu.ar)
2. Universidad Nacional de Río Negro. Sede Atlántica.CIT RioNegro
3. CICPBA
4. CONICET

*Keywords: biodiversidad, cultivo de tejidos, propagación de especies forestales.*

**Introducción.** Los ecosistemas forestales de Buenos Aires, Argentina se han visto afectados por una drástica disminución de sus recursos, por la sobreexplotación sufrida en el último siglo, lo que ha acentuado su progresiva degradación y deterioro. Las causales de esta disminución son de variadas y complejas, involucrando tanto aspectos sociales como económicos. Es necesario encontrar nuevas formas de desarrollo provincial que contemplen la conservación y gestión de los recursos naturales existentes. El plan de reforestación y restauración de ecosistemas forestales de la provincia, enmarcado en la década de la restauración, tiene una alta demanda de plantines forestales nativos para ser establecidos a campo. Para poder cumplir con este desafío adecuadamente, en plazos relativamente cortos, es necesario incorporar soluciones tecnológicas que permitan la producción masiva de plantas de calidad y sanidad certificada. En los últimos años, la investigación en el campo de la biotecnología vegetal ha permitido desarrollar técnicas o herramientas apropiadas para la conservación, caracterización, y propagación de infinidad de especies vegetales. La micro propagación, y el almacenamiento in Vitro, son algunas de las biotécnicas más sencillas que pueden utilizarse para apoyar programas de conservación de recursos genéticos, junto con la macropropagación y los ensayos de semillas. El objetivo de este trabajo es optimizar y escalar protocolos de macro y micropropagación de especies nativas de Buenos Aires. De esta manera se busca generar material de propagación adecuado y ajustar la tecnología necesaria para introducir al cultivo especies forestales nativas.

**Métodos.** Se aplican las metodologías de cultivo de tejidos in vitro, que abarcan la selección y georreferenciación a campo de las plantas madres, la obtención de explantes en jardines clonales y su acondicionamiento y desinfección, la introducción in vitro de diferentes explantes, la inducción de morfogénesis, el enraizamiento de brotes y la aclimatación de los mismos. El proceso termina con la rusticación en viveros de la provincia y el reintroducción en el ecosistema. Para la macro propagación se utilizan estacas con enraizantes.

**Resultados y discusión.** Hasta el momento se

han ajustado los protocolos de micro propagación de (figura 1 A, B,D) : *Celtis spinosa* (tala), *Scutia buxifolia* (coronillo), *Vachellia caven* (espinillo), *Parkinsonia aculeata* (cina-cina), *Salix humboldtiana* (sauce criollo), *Citharexylum montevidense* (espina de bañado), *Erythrina crista-galli* (seibo), *Phytolacca tetramera* (ombusillo), *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda), *Erythrina crista galli* (ceibo), *Prosopis* sp., *Geoffrea decorticans* (chañar), *Lonchocarpus nitidus* (bugre). Se está ensayando el encapsulado de brotes (fig. 1, C) y el escalamiento de la producción en biorreactores.



Fig. 1. A. Propagación de especies forestales nativas de Buenos Aires. B. Rusticación en invernadero de espinillo..C. Brote encapsulado de caldén. Entrega de plantas de ceibo.

**Conclusiones.** El CTV, es una biotecnología simple que en contexto de la Década de la restauración ecosistémica se convierte en una poderosa herramienta para restaurar ecosistemas forestales degradados. Las actividades del Centro, también involucran el desarrollo de fichas técnicas, acompañamiento de la producción en vivero y la capacitación de RRHH.

**Agradecimientos.** Este trabajo se desarrolla en el marco del proyecto de Incentivos A332-UNLP y convenio OPDS-UNLP 2021.

**Temática:** T1-A.

## CRISPR para el Mejoramiento de Precisión de Cultivos de la Alianza Bioversity Internacional y CIAT

Paul Chavarriaga-Aguirre<sup>1</sup> y Sandra Valdés Gutierrez<sup>2</sup>

1. Líder de la Plataforma de Edición de Genomas

2. Asociada de Investigación Senior

Alianza Bioversity-Internacional & CIAT

La tecnología de Edición de Genes usando CRISPRs está revolucionando la forma como se hace el mejoramiento vegetal, promoviendo una forma más rápida y precisa de hacer mejoramiento para ciertas características. Por esta razón se creó en el 2010 La plataforma de Edición de Genomas de la Alianza Bioversity-Internacional y el CIAT (La Alianza), un laboratorio que hace mejoramiento molecular mediante edición de genes, apoyando así los programas convencionales de mejoramiento de los cultivos de La Alianza. Trabajamos en la edición del genoma de arroz (*Oriza sativa*, *O. glaberrima* y *AUS*) para resistencia al virus de la hoja blanca (RHBV), tolerancia a herbicida, disminución de la absorción/acumulación de cadmio y arsénico en el grano, y para el incremento de rendimiento, entre otras características. Con el soporte de la fundación Gates, y en colaboración con la Universidad Heinrich Heine-Düsseldorf, se sembraron en campos confinados de La Alianza líneas de arroz editado genéticamente con resistencia a Xanthomonas para fenotipificación, pruebas que después condujeron a que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) las declarara como “cultivares convencionales” en Colombia en el 2018. Más recientemente la Bezos Earth Fund, en su lucha contra el cambio climático, apoyó el uso de CRISPR en arroz para producir cultivares con mayor capacidad de almacenamiento y/o secuestro de carbono.

Con el apoyo del programa USDA-FAS Cacao for Peace y la Compañía Nacional de Chocolates de Colombia, se inició en el 2018 un programa para reducir la absorción y acumulación de cadmio en los granos de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la edición (silenciamiento) de genes involucrados en la captación de este metal pesado. Por otro lado, en Yuca (*Manihot esculenta*) hicimos edición del gen GBSSI para producir nuevas variantes alélicas con el fenotipo waxy, o almidón ceroso, un esfuerzo que contó con el apoyo de INGREDION y del programa de investigación del RTB del CGIAR. Más recientemente, la Foundation for Food and Agriculture Research (FFAR) financió un proyecto colaborativo con la Universidad de California-Davis para descubrir y validar mediante CRISPR genes (alelos) que confieran termo-tolerancia en Yuca.

Desde el 2008 el ICA le concedió a La Alianza permiso para probar en invernadero y campo plantas transgénicas y/o editadas de Yuca y arroz. Por esta razón en el campus de Palmira y Santa Rosa se han llevado a cabo múltiples ensayos para ambos cultivos, que han permitido la generación rápida de datos fenotípicos en campo. Esto permite acelerar el proceso de obtención, prueba y certificación de nuevas variedades producto de la edición de genes con valor para la agricultura colombiana y regional.

## Título de obtentor para línea genética de cempasúchil sobreproductora de Zeaxantina

Antonia Gutiérrez Mora<sup>1</sup>, José Juvencio Castañeda-Nava<sup>1</sup>, Ernesto Tapia-Campos<sup>1</sup>, Alejandro Díaz Cota<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jalisco, México. 52 33 3345 5200. <sup>2</sup>Carretera al Campo 35, km 8 s/n, Santa Rosa, Zona Industrial, Los Mochis, Sinaloa, México.\* [agutierrez@ciatej.mx](mailto:agutierrez@ciatej.mx)

**Keywords:** Mejoramiento genético, retrocruzas,

**Introducción.** El Título de obtentor (TO) se otorga a variedades que demuestran ser nuevas, distintas, homogéneas y estables genéticamente. Reconoce el intelecto e inversión del obtentor y brinda un uso exclusivo por un tiempo determinado (SNICS, 2022). LA empresa Vepinsa S.A. de C.V. cuenta con una línea genética de cempaxúchil obtenida por cruzas y retrocruzas con sobreproducción de zeaxantina (A039HZ) (Com. Pers.) comparada con líneas genéticas de uso común. De acuerdo a la definición, la línea A039HZ puede ser candidata a acreditarse como diferente y nueva y por lo tanto la empresa poder obtener el “Título de obtentor”, siempre y cuando cumpla con los requisitos definidos en la guía técnica definida por el Sistema Nacional de Inspección y certificación de semillas en México y avalado por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

El objetivo de este trabajo fue realizar un ciclo de cultivo para comprobar que la línea A039HZ es diferente y estable en la producción de Zeaxantina.

**Métodos.** Se realizó la evaluación de plantas provenientes de semillas de la línea sobreproductora de zeaxantina A039HZ. El crecimiento de las plantas se llevó a cabo en sustrato turba:agrolita:suelo agrícola en canaletas hidropónicas y en condiciones de invernadero. Se evaluaron los caracteres morfológicos de acuerdo a la guía técnica del SNICS y se compararon con las variedades Scarlatade y Genoveva. Además, se cuantificó el contenido de zeaxantina. Con la finalidad de evaluar las diferencias a nivel molecular, se realizó el análisis mediante AFLP con diferentes combinaciones de iniciadores y de acuerdo a lo reportado por Vos et al. (1995). Finalmente, con los datos obtenidos se sometió la solicitud para “título de obtentor”.

**Resultados y discusión.** De acuerdo a los parámetros de la guía técnica, se encontraron diferencias con respecto a la presencia de la incisión en el borde en la A039HZ, donde se observó un 66.66 % de ausencia y presencia del 33.33 %. También se observó la profundidad de la incisión en la misma variedad con un porcentaje de 21.66 % profunda y 10 % media. En las variedades Genoveva y Scarlatade no se presenta incisión de borde.

También fue importante el tamaño del capítulo para diferenciar entre las 3 variedades. El capítulo fue menor en la var. A039HZ.

En el dendograma realizado por el método del vecino más cercano, se puede observar que las variedades

Scarlatade y A039HZ están ubicadas en el mismo clado, sin embargo, existen caracteres morfológicos cualitativos que los diferencian tales como el color de la flor.

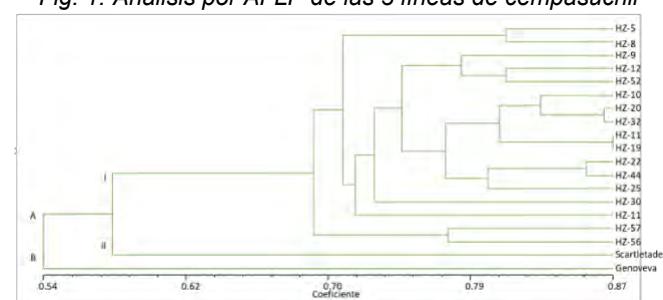
Con respecto a las tonalidades de los pétalos se observó que en la variedad A039HZ el 80% correspondió a las tonalidades amarillo-naranja, y este color amarillo está asociado con altos contenidos de zeaxantina.

Por otro lado, fue de suma importancia la concentración de zeaxantina en la var. A039HZ con respecto a las variedades de referencia. La concentración en porcentaje equivale a 10.8 veces más con respecto a las variedades de comparación.

En la caracterización molecular de 17 ejemplares de la var. A039HZ con cuatro de las cinco combinaciones de iniciadores AFLP utilizados, que separó claramente a los individuos del cultivar estudiado respecto a los cultivares de referencia.

Se observó un nivel de similitud del 70% y una variación del 30% dentro de los individuos de la variedad A039HZ., puede ser atribuible a su sistema de reproducción. (Fig 1.).

Fig. 1. Análisis por AFLP de las 3 líneas de cempasúchil



**Conclusiones.** En la comparación de la morfología, se encontraron diferencias significativas que hacen distinta la línea A039HZ con respecto a las líneas Scarlatade y Genoveva. El análisis molecular mostró diferencias entre las líneas evaluadas. La concentración de zeaxantina en la línea A039HZ fue 10.3 veces mayor.

**Agradecimientos.** El financiamiento de este trabajo fue realizado por la empresa Vepinsa S.A. de C.V.

### Referencias.

- Guía técnica del SNICS.
- Vos P, R Hogers, M Bleeker, M Reijans, TVD, HM Lee, M Zabeau. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic acids research. 23:4407-4414.

## ESTUDIO DE ASOCIACIÓN DEL GENOMA COMPLETO PARA CONTENIDO DE CIANURO EN CLONES DE YUCA

**María Ospina<sup>1</sup>, Anestis Gkanogiannis<sup>1</sup>, Thierry Tran<sup>2</sup>, Luis Londoño<sup>1</sup>, Xioafei Zhang<sup>1</sup>, Luis Becerra<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Bioversity and CIAT Alliance, Cassava Program, Cali AA6713, Colombia. (m.a.ospina@cgiar.org, a.gkanogiannis@cgiar.org, l.londono@cgiar.org, x.zhang@cgiar.org, l.a.becerra@cgiar.org)

<sup>2</sup> CIRAD, UMR QualiSud, F-34398, Montpellier, France. (Thierry.Tran@cgiar.org)

**Keywords:** GWAS, *Manihot esculenta* Crantz, Cianuro

El estudio de asociación del genoma completo (GWAS) se llevó a cabo para mapear loci de rasgos cuantitativos asociados con el parámetro contenido de cianuro, usando 230 genotipos de yuca del banco de germoplasma ubicado en CIAT, Colombia. El GWAS proporciona la base para determinar genes y alelos valiosos de la colección mundial de germoplasma y en consecuencia, mejorar los cultivares de yuca.

**Introducción.** La raíces y hojas de yuca tienen la capacidad de liberar cianuro de hidrógeno (HCN) durante el daño celular. La variación entre los cultivares en cuanto a su potencial cianogénico causa expectación sobre los posibles efectos perjudiciales sobre la salud. El mejoramiento tradicional no ha sido efectivo con loci de rasgos cuantitativos de baja heredabilidad, se espera que el análisis de asociación del genoma sea una herramienta favorable para mapear rasgos complejos en plantas. En este contexto, el objetivo de este estudio es identificar las regiones genómicas y SNPs vinculados a las variaciones del contenido de HCN en genotipos de yuca.

**Métodos.** El contenido de cianuro se evaluó en 230 genotipos de yuca. Para el estudio de GWAS, se utilizaron 69,132 SNPs (Pongpanich *et al.*, 2010). Los análisis de asociación se realizaron con TASSEL 5.0 (Bradbury *et al.*, 2007) utilizando un modelo lineal mixto comprimido (MLM; PCA+K). El umbral de asociación significativa fue  $1/n$ , donde  $n$  es el número total de SNPs. Además, las señales de asociación de los cromosomas se visualizaron a partir de gráficos de Manhattan generados en el paquete de software R (Turner, 2018). La secuencia de SNPs significativos se sometió a búsquedas BLAST, para anotar los genes predichos.

**Resultados y discusión.** La variabilidad fenotípica del contenido de HCN en los genotipos evaluados se mostró en la Fig. 1. Se identificó una región genómica en los cromosomas 11 y 13 con SNPs asociados significativamente con el contenido de HCN (Fig. 2). Una búsqueda en el genoma de referencia AM506-5 localizó estos SNPs y los genes relacionados. (Tabla 1)

**Conclusiones.** Los SNPs identificados podrían proporcionar una visión de la arquitectura genética del contenido de HCN y ofrecer una base práctica para el desarrollo de variedades de yuca con bajos niveles de HCN.

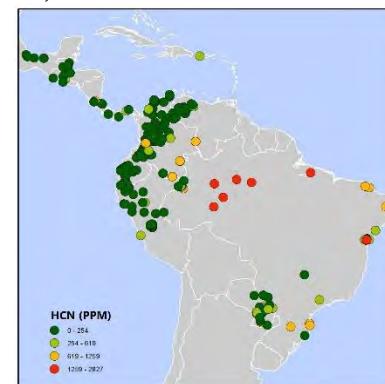


Fig. 1. Variabilidad Fenotípica del contenido de HCN de los 230 genotipos analizados

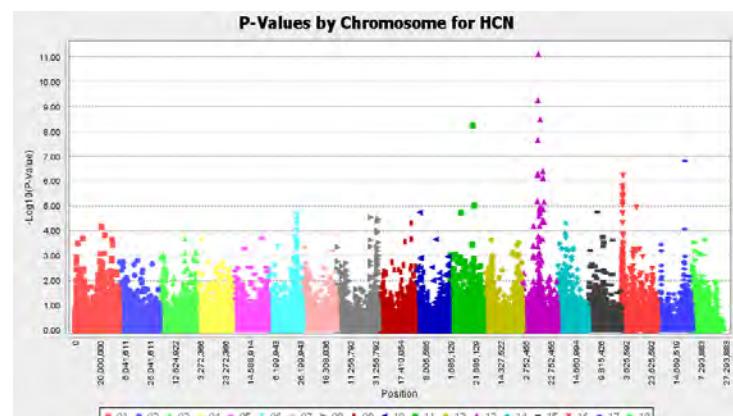


Fig. 2. Gráfico de Manhattan para el diagnóstico genómico de las señales de asociación para contenido de HCN.

Tabla 1. Lista de SNPs y genes encontrados con asociación al contenido de HCN

SNP	Ch	Gen	Anotación del gen
S13_12562917	13	Manes.13G079400	Protein At5g08430
S13_12290459	13	Manes.13G078400	Eukaryotic aspartyl protease family protein
S13_13997583	13	Manes.13G084300	Actin-7 [ Manihot esculenta (cassava) ]
S11_18989037	11	Manes.11G104200	LOC110625851
S13_12118062	13	Manes.11G104100	Wall-associated receptor kinase 2-like

### Referencias.

- Prochnik S, *et al.* (2012) The cassava genome: current progress, future directions. *Trop Plant Biol.* 5: 88-94.
- Bradbury P.J. *et al.* (2007) TASSEL:software for associative mapping of complex features in various samples. *Bioinformatics*. 23: 2633-2635.
- Turner (2018). qqman: an R package for visualizing GWAS results using Q-Q and manhattan plots. *J. Open Source Softw.*, 3(25): 731.

## GENERACIÓN E IDENTIFICACION DE GENOTIPOS DE YUCA CON CARACTERÍSTICAS DE ALMIDÓN WAXY RELEVANTES PARA FUTUROS USOS EN LA INDUSTRIA.

Carmen A. Bolaños Chagüendo<sup>1</sup>, Diana K. Castillo Ávila<sup>1</sup>, Adriana Bohorquez Chaux<sup>1</sup>, Jonathan Newby<sup>1</sup> y Luis Augusto Becerra Lopez-Lavalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alliance Bioversity-CIAT. Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia. [c.bolanos@cgiar.org](mailto:c.bolanos@cgiar.org)

<sup>2</sup>Chief Scientist. International Center for Biosaline Agriculture. Dubai, United Arab Emirates. Alliance of Bioversity International and CIAT, Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia.

**Keywords:** Amilosa, GBSSI, Waxy

**Introducción.** El almidón es una fuente importante de carbohidratos en la dieta humana y es el componente principal de la yuca. El almidón se compone básicamente de dos tipos de polímeros: amilosa y amilopectina. Las características del almidón de yuca son importantes para determinar sus usos industriales. La caracterización molecular del gen GBSSI, responsable en la síntesis de amilosa, ha permitido diseñar marcadores moleculares que identifican genotipos heterocigotos ( $Wxwx$ ) no waxy pero que llevan el gen, homocigotos recesivos ( $wwxw$ ) waxy, y homocigotos dominantes ( $WxWx$ ) no waxy. Además, se puede confirmar este rasgo waxy ( $wwxw$ ) mediante el uso de solución de yodo que tiñe las raíces de color marrón rojizo.

Objetivo: obtener nuevos genotipos de yuca con el rasgo waxy a partir de cruzamientos controlados y el uso de marcadores moleculares de diagnóstico.

### Métodos.

Establecimos 44 genotipos (LAB1-9, LAB11-21, LAB23-46) de yuca en el campo. Estos genotipos se identificaron como heterocigotos ( $Wxwx$ ), se obtuvieron datos de porcentaje de materia seca y almidón, se cruzaron entre ellos y se obtuvieron semillas. Se sembraron en invernadero dos cruzamientos: LAB 41 X LAB 15 y LAB 3 X LAB 15. Se obtuvieron 204 individuos de estas dos familias biparentales. En el laboratorio de Genética de yuca del CIAT se realizó la extracción de DNA y la evaluación por PCR, utilizando los marcadores de diagnóstico GBSSI. Además, se realizó corte transversal a la raíz de cada individuo y se sometieron a la tinción con la solución de yodo.



Fig.1 Descripción de metodología para identificación de almidones con rasgo waxy en invernadero.

### Resultados y discusión.

Los 44 genotipos se encuentran en los rangos normales del porcentaje óptimo de materia seca en la yuca y presentan un buen contenido de almidón (Fig.2). Con los cruzamientos controlados, con el uso del marcador

molecular de diagnóstico GBSSI y la confirmación con la prueba de solución de yodo se encontró que un 21% de genotipos poseían el rasgo waxy. Además, el uso de los marcadores moleculares nos permitió la identificación de genotipos heterocigotos ( $Wxwx$ ) no waxy, como genotipos potenciales para mejoramiento y obtención de nuevos genotipos waxy (Fig.3).

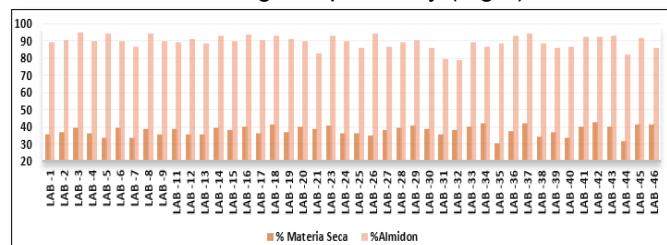


Fig.2. Porcentaje de materia seca y porcentaje de almidón, en los 44 genotipos heterocigotos ( $Wxwx$ ) identificados para realizar los cruzamientos.

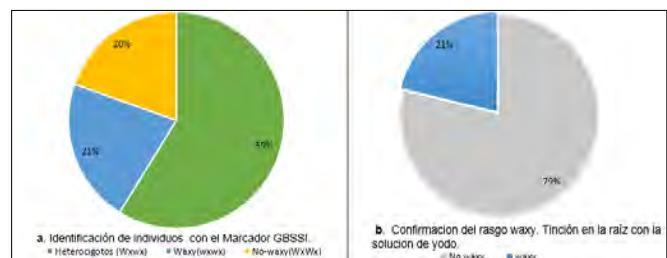


Fig. 3. a. Porcentaje de individuos identificados con el marcador de diagnóstico GBSSI: rasgo waxy  $wwxw$  (21%), no waxy  $WxWx$  (20%) y los heterocigotos  $Wxwx$  (59%). b. Identificación del rasgo waxy  $wwxw$  (21%) con la prueba de solución de yodo.

-La identificación de este rasgo ceroso nos genera la posibilidad de una investigación más amplia en el mejoramiento genético de la yuca, con características de adaptabilidad y de rendimiento.

-Los marcadores moleculares de diagnóstico diseñados en el laboratorio de genética de yuca del CIAT, son una alternativa para obtener una mayor cantidad de individuos con el rasgo waxy relevantes para usos en la industria.

### Referencias.

- Ceballos, H. (2007). Discovery of an Amylose-free Starch Mutant in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J. Agric. Food Chem.* (55): 7469- 7476p.
- Pornsak A. (2012). Molecular Characterization of a Spontaneous Waxy Starch Mutation in Cassava. *Crop Science.* (52): 2121- 2130p.
- Do Carmo, C. (2020). Identification and validation of mutation points associated with waxy phenotype in assava. *BMC Plant Biology.* (20)L:1-12p

## Semillas del Futuro: plataforma de innovación en conservación y uso de la diversidad de cultivos

Joe Tohme

Líder del Área de Cultivos para la Nutrición y la salud  
Alianza Bioversity-Internacional & CIAT

El banco de semillas de la Alianza Bioversity Int. – CIAT en Palmira conserva en custodia tres colecciones globales de cultivos básicos para la alimentación: frijol, yuca y forrajes tropicales, con un total de 65.000 materiales diferentes con origen en más de 140 países. Este año 2022, se inauguró y entró en funcionamiento Semillas del Futuro, una infraestructura de última generación para bancos de semillas, con un componente clave en sostenibilidad ambiental con certificación LEED Platino, incluyendo net-cero agua y uso eficiente de energía, garantizando confort y soporte a las operaciones de conservación y caracterización de las colecciones del banco. Semillas del Futuro busca impactar a quienes más necesitan esta diversidad de cultivos a través de una plataforma de innovación basada en tres pilares: Conservación y distribución de recursos genéticos con los más altos estándares internacionales; Innovación tanto en las metodologías de conservación como en las herramientas para descubrir nuevos atributos de los materiales, promocionar su uso y acelerar ganancias genéticas en el mejoramiento de cultivos; y también Inspiración generando conciencia en la sociedad, especialmente en las generaciones jóvenes, sobre el rol vital de la diversidad de cultivos y la importancia de mantener la distribución equitativa de sus beneficios. Este último pilar incluye la capacitación y entrenamiento de nuevos talentos tanto en los procedimientos rutinarios y de investigación del banco, como en tecnologías de punta en genómica, fenómica y análisis de big-data e inteligencia artificial, integrados en un novedoso banco digital, para predecir atributos en materiales no caracterizados hasta el momento y así estimar su valor potencial en el mejoramiento genético. El mayor potenciador de este ambicioso proyecto es la capacidad de fortalecer las sinergias que la Alianza Bioversity Int. – CIAT tiene ya con diferentes socios y colaboradores, y la oportunidad de esta plataforma para generar nuevas alianzas en la región. Estas oportunidades permitirán expandir las áreas de impacto, incluyendo posiblemente otros cultivos, o incorporando técnicas como la edición de genomas para ofrecer soluciones al cambio climático y necesidades específicas de nutrición o de salud.

## GENETIC DIVERSITY OF POST-HARVEST PHENOTYPIC TRAITS AMONG THE WORLD CASSAVA GERMPLASM

María A. Ospina<sup>1</sup>, Thierry Tran<sup>2</sup>, Luis F. Londoño<sup>1</sup>, Xiaofei Zhang<sup>1</sup>, Luis A. Becerra López-Lavalle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alliance of Bioversity and CIAT, Cassava Program, Cali AA6713, Colombia. (m.a.ospina@cgiar.org, l.londono@cgiar.org, xiaofei.zhang@cgiar.org, l.a.becerra@cgiar.org)

<sup>2</sup> CIRAD, UMR QualiSud, F-34398, Montpellier, France. (Thierry.Tran@cgiar.org)

**Keywords:** Cassava, Post-harvest Quality, Genetic Diversity

The main world collection of germplasm of the genus *Manihot* is located at CIAT (Colombia) with 6643 accessions. For the present study, 168 cassava clones representing the seven centers of genetic diversity were used. Five clones were found with high dry matter content, tolerance to postharvest physiological deterioration, low content of cyanogenic compounds, and good culinary quality, parameters that meet the criteria of consumer preferences and market demands. Among the seven centers of genetic diversity, the Savanna group showed a high dry matter content, the Amazon group presented the most bitter cassava genotypes, and the Humid Atlantic Forest was the least susceptible to postharvest physiological deterioration, while the Andean group showed short cooking cassava clones.

**Introduction.** Breeding programs have given low priority to post-harvest quality traits, which has contributed to low levels of adoption of new varieties. To address this deficiency, studies are paying increasing attention to consumer demand and a holistic view of the food chain. Therefore, the objective of this study was to evaluate postharvest quality traits in cassava roots, identify parents for cassava breeding programs, and evidence cassava phenotypic variability in the seven cassava genetic diversity groups.

**Methods.** Population genomics and phylogeny clustering analyses were performed and correlated well with geographic information on the origin of each genotype using the NGSEP and SNPs. (Becerra *et al.*, 2015). Postharvest quality parameters such as dry matter content, cyanide content (HCN), postharvest physiological deterioration (PPD) and optimum cooking time were evaluated. (Ceballos *et al.*, 2012, Luna *et al.*, 2021, Ospina *et al.*, 2021)

**Results and discussion.** Each diversity group showed specific characteristics (Table 1). Savanna genotypes had the highest dry matter, Andean genotypes had the lowest cyanide content and shortest boiling time. In contrast, Amazon genotypes had the highest cyanide content and longest cooking time. Regarding Humid Atlantic Forest had the lowest PPD. These traits may reflect different selection criteria corresponding to different uses over centuries of cassava domestication. In addition, five genotypes were chosen that meet the postharvest quality parameters of high dry matter (Greater than 35%), low cyanide (less than 200 ppm), low susceptibility to PPD (less than 20%) and short

cooking time (less than 30 min) (Table 2).

*Table 1. Results of post-harvest quality traits in Genetic diversity group*

Genetic diversity group	Dry Matter (%)	PPD (%)	Cooking Time (min)	HCN (ppm)
Amazon	38 AB	29 AB	50 A	782 A
Andean	36 B	27 AB	34 B	111 C
Dry Atlantic Forest	37 AB	21 BC	40 AB	178 C
Humid Atlantic Forest	34 C	14 C	47 A	593 B
MesoAmerica Caribbean	38 AB	26 AB	39 AB	186 C
Savanna	39 A	36 A	36 B	162 C
South American Rain Forest	38 AB	29 A	35 B	210 C

*Table 2. selection of the best genotypes for parents in postharvest quality parameters*

Genotype	Dry Matter (%)	PPD (%)	Cooking Time (%)	HCN (ppm)
VEN180	42	2	30	136
CUB65	41	14	30	84
PAN51	40	6	21	119
PAR98	38	9	19	174
MEX43	37	20	24	129

**Conclusions.** This study provided information about 7 genetic diversity groups in terms of nutritional and commercial quality parameters related to user preferences. Also, 5 genotypes were identified with high reproductive potential that are increasingly important for the successful adoption of improved cassava varieties.

### References.

- 1.Becerra, L.A. *et al.* (2015). Cassava Digital Gene Bank. Cassava program (CIAT), Cali, Colombia. Available online <https://www.slideshare.net/AugustoLopezLavalle/cassava-digital-genebank-233447611>.
- 2.Ceballos, H. *et al.* (2012). Spatial distribution of dry matter in yellow fleshed cassava roots and its influence on carotenoid retention upon boiling. *Food Res .Int.* 45: 52–59.
- 3.Luna, J.L. *et al.* (2021). Post-harvest physiological deterioration in several cassava genotypes. *Int. J. Food Sci.* 56(3): 1322-1332.
- 4.Ospina, M.A. *et al.* (2021), Cyanogenic, carotenoids and protein composition in leaves and roots of cassava. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 56: 1343-1353.

## THURINCINA H ESTIMULA LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE RAÍZ EN PLÁNTULAS DE MAÍZ BAJO CONDICIONES NORMALES Y DE SALINIDAD

Julio Armando Massange-Sánchez<sup>1</sup>, América Selene Gaona-Mendoza<sup>2</sup>, Luz Edith Casados-Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), Unidad de Biotecnología Vegetal, Camino Arenero 1227, El Bajío, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Alimentos, Posgrado en Biociencias, km 9 carretera Irapuato-Silao ap 311 CP, Col. Centro, 36500 Irapuato, México. [jmassange@ciatej.mx](mailto:jmassange@ciatej.mx); [edith.casados@ugto.mx](mailto:edith.casados@ugto.mx); [as.gaonamendoza@ugto.mx](mailto:as.gaonamendoza@ugto.mx)

*Palabras claves:* *Thurincina H, Germinación, Maíz,*

**Introducción.** Debido a la importancia económica y cultural del maíz en México, se buscan estrategias para aumentar la productividad del cultivo. Como alternativa a ello, pueden utilizarse compuestos de origen bacteriano con la capacidad de promover el crecimiento vegetal y/o disminuir las pérdidas causadas por el ataque de enfermedades e insectos como *Spodoptera* (Kumar et al. 2021). Estudios han demostrado que su aplicación en hojas o raíz estimula el crecimiento en soja y maíz (Gray et al. 2006). También puede ser usado para aliviar la inhibición de la germinación por estrés salino (Subramanian et al. 2016). En este aspecto, la capacidad de thurincina H para estimular el crecimiento vegetal, hace de esta bacteriocina un candidato potencial para la mejora de cultivos.

El objetivo de esta investigación fue generar una cepa de *B. thuringiensis* capaz de producir thurincina H, y evaluar su efecto en la germinación y desarrollo de la raíz en maíz bajo condiciones control y de salinidad.

**Métodos.** Thurincina H fue producida y aplicada de manera pura (5 nM) y en extracto crudo (EC; 80 µg/mL). Se realizaron tres experimentos independientes, que tuvieron como fin, evaluar el efecto de la thurincina H sobre la germinación y desarrollo de la raíz en maíz bajo condiciones control y de salinidad (50 mM NaCl).

**Resultados y discusión.** El porcentaje de germinación se incrementó un 7 % cuando se aplicó tanto thurincina H purificada como en extracto crudo (Tabla 1). La longitud de la raíz en semillas germinadas incrementó de 5.8 a 6.3 mm a las 96 horas, lo que representa un ~10 % más largas que las semillas que fueron tratadas con agua (Fig. 1). La aplicación de EC + fue capaz de aliviar la inhibición del crecimiento de la raíz causada por el estrés salino (Fig. 2). Sin embargo, no evita la reducción del crecimiento de la raíz por salinidad, ya que el crecimiento promedio de semillas que fueron solo tratadas con agua fue de ~8.1 cm (Fig. 2).

**Tabla 1. Porcentaje de germinación de maíz blanco.**

Tratamientos	% de Germinación
Control agua	85 ± 2.10 <sup>a</sup>
Thur H - Purificada (5 nM)	92 ± 2.10 <sup>b</sup>
Thur H - Extracto crudo (80 µg/mL)	92 ± 2.10 <sup>b</sup>
Valores promedio (n=100) ± Desviación estándar.	

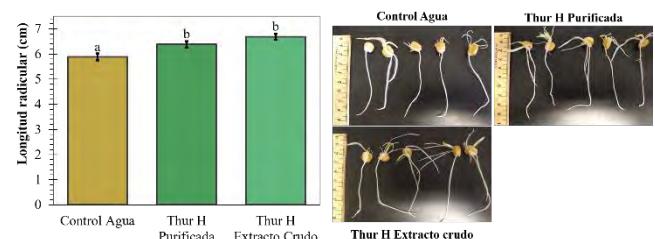


Fig. 1. Incremento en la longitud de la raíz de maíz mediante la aplicación de thurincina H.

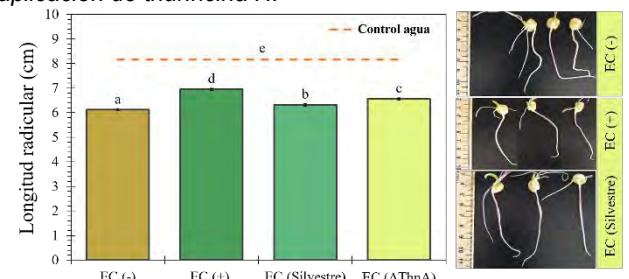


Fig. 2. Aplicación de thurincina H disminuye la inhibición del crecimiento de la raíz provocado por estrés salino (50 mM).

**Conclusiones.** La aplicación de thurincina H pura en concentraciones nanomolares (5 nM) y en extracto crudo (80 µg/mL) durante la etapa de germinación de maíz blanco aumenta el porcentaje de germinación y longitud radicular en un 7% y un 10%, respectivamente. Además, alivia el efecto inhibitorio del crecimiento de la raíz ocasionado por estrés salino.

**Agradecimientos.** CONACYT, CIATEJ, Universidad de Guanajuato y PLANTECC.

### Referencias.

- Kumar P, et al., (2021) *Bacillus thuringiensis* as microbial biopesticide: uses and application for sustainable agriculture. Egypt J Biol Pest Control 31:95
- Gray EJ, et al., (2006) A novel bacteriocin, thuricin 17, produced by plant growth promoting rhizobacteria strain *Bacillus thuringiensis* NEB17: isolation and classification. J Appl Microbiol 100:545–554
- Subramanian S, et al., (2016) A Proteomic Approach to Lipo-Chitooligosaccharide and Thurincin 17 Effects on soybean germination unstressed and salt stress. PLoSOne 11: e0160660

# **RESÚMENES PÓSTERS BIOTECNOLOGÍA VEGETAL**

## INDUCCIÓN DE CALLO EN *Catharanthus roseus* MEDIANTE DISTINTOS REGULADORES DE CRECIMIENTO

Luis Guillermo Terreros-Rosales<sup>1</sup>, Soledad García-Morales<sup>1</sup>, Janet León-Morales<sup>2</sup>, José Juvencio Castañeda-Nava<sup>1\*</sup>.<sup>1</sup>Camino Arenero 1227, El Bajío, Zapopan, Jal C.P. 45019. <sup>2</sup>Carretera Salinas-Santo Domingo 200, C.P. 78600 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. \*jcastaneda@ciatej.mx

**Keywords:** Vinca, callogénesis, micropagación.

**Introducción.** *Catharanthus roseus*, conocida también como Vinca, es una especie herbácea de relevancia dentro la investigación científica enfocada a la producción de fármacos a partir de metabolitos secundarios producidos por esta especie vegetal (Singh et al., 2011). Debido a esto, el uso de las distintas tecnologías que el cultivo *in vitro* ofrece, ha sido explorado arduamente durante las últimas décadas; y entre estos, la producción de callos para su uso en distintas técnicas resulta ser un área importante de estudio (Rahman et al., 2019). De este modo, el objetivo de este proyecto es obtener callos de *C. roseus* en condiciones *in vitro* así como, evaluar distintos explantes y reguladores de crecimiento.

**Métodos.** Se tomaron los hipocótilos y las hojas de plántulas de 30 d de germinación en condiciones *in vitro* en medio MS al 10%. Se probaron tres tratamientos, para ello, los explantes se sembraron en placas Petri que contenían medio MS con 30 g/L de sacarosa, 8 g/L de agar y los reguladores de crecimiento de acuerdo con cada tratamiento: 2 mg/L de 6-bencilaminopurina (BA), 2 mg/L de ácido-3-naftalenacético (NAA) y 3 mg/L de ácido 2-4-diclorofenoxyacético (2-4-D) para el tratamiento uno, 3 mg/L de BA y 2 mg/L de NAA para el tratamiento dos y, 0.5 mg/L de ácido 3-indolacético (IAA) y 1.5 mg/L de BA para el tratamiento tres. En cada placa se sembraron cinco hojas y tres hipocótilos con un total de 10 repeticiones por tratamiento. Las placas se mantuvieron en incubación a 25°C durante 40 d. Despues del tiempo de incubación establecido, se midió el área de cada callo y se realizó un análisis de varianza ANOVA y una comparación de medias LSD con el software *Statgraphics Centurion* para evaluar la existencia de diferencias significativas.

**Resultados y discusión.** El análisis estadístico no muestra diferencias significativas entre los tipos de explantes utilizados ( $P = 0.3665$ ); mientras que, el factor reguladores de crecimiento fue estadísticamente significativo ( $P = 0.0001$ ) para la variable de respuesta área de callos. No se presentó desarrollo en los callos en el tratamiento dos; a diferencia del tratamiento uno y el tres que presentaron crecimiento y pertenecen al mismo grupo estadístico. El área promedio de los callos fue de 0.71 cm<sup>2</sup> para ambos explantes en el tratamiento uno, y de 0.66 y 0.56 cm<sup>2</sup> en los callos obtenidos a partir de los hipocótilos y las hojas del tratamiento tres, respectivamente. Por otra parte, se pudo observar diferencias sustanciales a nivel cualitativo en callos de ambos tratamientos, tal y como se puede apreciar en la figura 1. Los callos del tratamiento uno

poseen un color blanco, una consistencia suave y una mayor friabilidad; mientras que, los callos del tratamiento tres presentaron colores verdes, por lo que se puede considerar la producción de clorofila en los mismos. Despues de un total de 60 d de incubación, se observaron procesos de organogénesis en los callos del tratamiento tres. Rahman et al. (2019) reportan callos con morfologías similares, como el color y la friabilidad, a los del tratamiento uno (BA y 2-4-D en concentraciones de 1 a 3 mg/L) y explican que esta mezcla de reguladores de crecimiento es más favorable para el cultivo de callos en suspensión debido a la morfología de los callos y la posible presencia de compuestos alcaloides; mientras que, los callos obtenidos con el tratamiento tres son más útiles para la micropagación de la especie debido al proceso de diferenciación observado (Das et al., 2020).

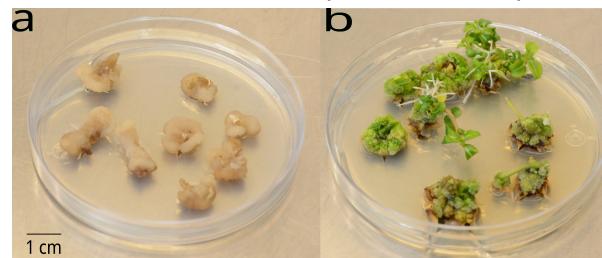


Figura 1. a: Callos obtenidos a partir del tratamiento uno.  
b: Callos obtenidos a partir del tratamiento tres.

**Conclusiones.** Se obtuvieron dos tipos de callos; uno es más adecuado para la producción de metabolitos secundarios mediante la técnica de cultivo en suspensión; mientras que el otro, es más útil para la propagación de la especie mediante organogénesis indirecta. De este modo, a partir de este experimento se pueden generar dos protocolos distintos, ya sea para la producción de compuestos bioactivos o con fines ornamentales.

**Agradecimientos.** Se agradece al CONACYT por el otorgamiento de la beca para los estudios de Maestría en Ciencias de la Floricultura del primer autor (CVU 1117428).

### Referencias.

1. Singh, R.R, Kharb, P. & Rani, K. (2011). Rapid Micropropagation and Callus Induction of *Catharanthus roseus* in Vitro Using Different Explants. *WJOAS*. 7 (6): pp 699-704
2. Rahman, N.N.A, Rosli, R. Kadzimin, S. & Hakiman, M. (2019). Effects of auxin and cytokinin on callus induction in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *FFA*. 4 (3): pp 928-932.
3. Das, A, Sarkar, S, Bhattacharyya & Gantait, S. (2020). Biotechnological advancements in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *AMB*. 104: pp 4811-4835

## OBTENCIÓN DE BIOMASA VEGETAL Y ESTEVIOLGLICÓSIDOS MEDIANTE EL CULTIVO *IN VITRO* DE *STEVIA REBAUDIANA BERTONI* EN BIORREACTORES DE INMERSIÓN TEMPORAL (BIT®).

Maritza Escalona Morgado, Iván Andújar Martínez, Oscar Concepción Laffitte.  
Centro de Bioplantas, Universidad Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón Km 91/2, Ciego de Ávila, Cuba

*Edulcorante natural, cultivo in vitro, sistema semiautomatizado*

**Introducción.** La *Stevia rebaudiana* Bertoni es una planta herbácea de la familia Asteraceae, originaria del Paraguay. Los estevioglicósidos que contiene son un potente edulcorante natural no calórico más dulce que la sacarosa. Su importancia es relevante en las condiciones del mundo actual donde se demanda de alimentos más saludables para contrarrestar el incremento mundial de enfermedades asociadas a desórdenes nutricionales como la *Diabetes mellitus* tipo II.

Este estudio se realizó con el objetivo de obtener biomasa vegetal y estevioglicósidos mediante el cultivo *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni en BIT®.

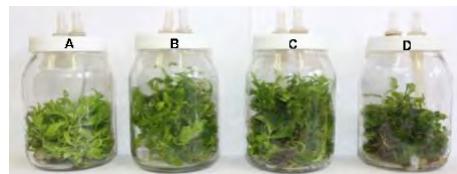
**Métodos.** En la estrategia experimental se desarrollaron tres grupos de experimentos: comparación de tres métodos de cultivo *in vitro* semisólido, líquido y BIT® (Escalona et al., 1999); optimización del cultivo *in vitro* en BIT®, y evaluación del efecto de las AgNPs Argovit™ en indicadores morfológicos y el contenido de estevioglicósidos. El contenido de diterpenos se determinó por espectrofotometría a 210 y también fue cuantificado por cromatografía líquida de alta presión HPLC con el empleo de una curva de calibración de una mezcla de patrones (Esteviósido + Rebaudiósido A).

**Resultados y discusión.** Como resultado del estudio se pudo determinar que el cultivo *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni en BIT® superó significativamente los métodos convencionales de propagación en medio de cultivo semisólido (MSS) y líquido (ML), tanto en la obtención de biomasa, como en el contenido de estevioglicósidos. Entre los factores de cultivo que se evaluaron para optimizar el cultivo en inmersión temporal, el empleo de segmentos de dos nodos, volumen de medio de cultivo de 25 mL por explante, frecuencia de inmersión de 12 horas y tiempo de proliferación de 28 días, constituyó la base del protocolo para el cultivo *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni en BIT®, en base a la calidad de la biomasa y al contenido de estevioglicósidos. Por último, se comprobó que las AgNPs Argovit™ al igual que otras nanopartículas (Javed et al., 2017) incrementaron la obtención de biomasa vegetal y el contenido de estevioglicósidos de *Stevia rebaudiana* Bertoni en BIT® y los mejores resultados se alcanzaron con una concentración de Argovit™ de 12,5 mg·L⁻¹.

Tabla 1: Efecto de tres métodos de cultivo *in vitro*: en el contenido de estevioglicósidos (estimado por cuantificación de diterpenos) a los 21 días de cultivo.

Método de Cultivo	Contenido estimado de estevioglicósidos		
	Diterpenos (mg·g⁻¹ MF)	Diterpenos (mg·g⁻¹ MS)	Diterpenos total (g por frasco BIT)
BIT®	7,7 a	43,40 a	0,1698 a
SS	4,3 b	40,05 b	0,0239 b
ML	3,46b	35,30 b	0,0176 b

Figura 1. Plantas de *Stevia rebaudiana* Bertoni cv. Morita II tratadas con diferentes concentraciones de nanopartículas de plata Argovit™ en BIT®. A) 0 mg·L⁻¹, B) 12,5 mg·L⁻¹, C) 25,0 mg·L⁻¹ y. D) 37,5 mg·L⁻¹



### Conclusiones.

- El cultivo en BIT® incrementó la biomasa y el contenido de estevioglicósidos.
- Se estableció un protocolo para la propagación de Stevia en BIT® que permitió un aumento en la calidad de la biomasa y el contenido de estevioglicósidos.
- Las nanopartículas de plata Argovit™ (12,5 mg·L⁻¹) incrementaron la producción de biomasa vegetal y el contenido de estevioglicósidos

### Referencias.

- Escalona M, Lorenzo J, González B, Daquinta M, González J, Desjardins Y, Borroto C (1999) Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) micropropagation in temporary immersion systems. *Plant Cell Rep* 18:743-748.
- Javed R, Mohamed A, Yücesan B, Gürel E, Kausar R, Zia M (2017) CuO nanoparticles significantly influence *in vitro* culture, steviol glycosides, and antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plant Cell Tiss Org Cult*

## DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN MEDIANTE DISCOS MERISTEMALES DE AGAVE MEZCLAERO (*A. potatorum*, *A. marmorata*, *A. macroacantha*).

Noé Caraveo, Mayra Esparza, Alma Acevedo, Abigail Sainz. Juan Carraso 787, Norte, Col. Centro, Culiacán, Sinaloa, México. mayjanes11@gmail.com

*Keywords:* Agave, *in vitro*, Propagación.

**Introducción.** Las diferentes especies de Agave representan un importante recurso de diversidad fitogenética en el continente Americano, además de ser endémicos (Aguilar & Rodríguez; 2018). Siendo México el país con mayor diversidad de especies de Agave (García - Mendoza; 2007).

Se han reportado diversos protocolos de propagación de diferentes especies de Agave (Pérez-Molphe-Blach y col.; 2012), sin embargo, aun es necesario trabajos específicos con fines de generar datos y contar con fuentes de plantas de diversas especies de Agave ya que actualmente están siendo usadas para la producción de mezcal, lo que ha causado un incremento importante en la demanda de estas especies, impactando en las poblaciones silvestres de las especies de Agave. De tal forma que la producción y el desarrollo de tecnologías que permitan la propagación masiva en espacios mínimos, puede minimizar el impacto que ha tenido la extracción no sostenible de agaves silvestres.

**Métodos.** El material vegetal fue donado por la Escuela del Mezcal Papalómetl, en Puebla. El establecimiento se realizó usando meristemos basales, donde la desinfección se inicio con tres lavados de neutrox, de 5 minutos cada uno, seguido de una desinfección con etanol al 70% por 1 minuto, posteriormente se desinfectó con streptomicina 100g/L por 20 minutos y un tratamiento térmico a 55°C por 8 minutos, finalmente se realizó una desinfección con cloro comercial al 20% por 20 minutos. Los meristemos se cultivaron en medio Murashige & Skoog (1962) suplementado con 3% de escarosa, y 0.7% de agar. Se usaron dos tratamientos para determinar el medio para su propagación, para lo cual se adicionó al medio MS 5mg/L y 1mg/L de BAP (Figura 1), de manera independiente, para cada tratamiento se usaron 10 explantes de cada especie, se evaluó por duplicado el número de brotes adventicios generados por explante. Los datos se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias con prueba t de Student.

### Resultados y discusión.

La eficiencia del método de desinfección fue del 70%, este método nos ha permitido conservar la mayor cantidad de plantas madre provenientes de campo. Despues de 30 días de haber establecido los meristemos, estos se pasaron a los tratamientos. Para *A. potatorum* y *A. marmorata*, la generación de brotes adventicios se observó inicialmente en el tratamiento que contenía solo 5mg/L de BAP, obteniendo una media de 8.8 y 4.5 brotes nuevos, respectivamente.

Sin embargo, la propagación en estas especies se detuvo a los 4 meses aproximadamente de estar en este medio, por lo que se optó por cambiar los explantes a un medio con menor concentración de BAP 1mg/L, lo cual generó una respuesta positiva en ambas especies, logrando reactivar la generación de brotes adventicios nuevos. Para el caso de *A. macroacantha* la respuesta fue menos eficiente y más lenta, logrando obtener 2.4 brotes nuevos, incluso en el medio con mayor cantidad de BAP, según Aguilar y col.; 2018, esto puede deberse a la falta de AIA, lo cual menciona es necesario para la formación de nuevos brotes *in vitro*.

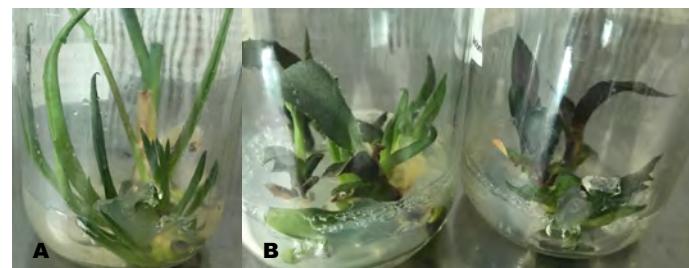


Fig. 1. A) *A. potatorum* en MS 5mg/L B) *A. marmorata* en MS 5mg/L

### Conclusiones.

La metodología de desinfección usada en el presente trabajo es altamente eficiente es especies de Agave provenientes de campo.

Con este estudio, se demostró que la presencia de BAP en altas concentraciones puede inducir una respuesta para la generación de nuevos brotes, sin requerir otro tipo de regulador de crecimiento vegetal, sin embargo para algunas especies de Agave, como *A. macroacantha*, es posible que se requiera la combinación de una auxina para la estimulación de una mayor cantidad de brotes adventicios nuevos.

**Agradecimientos.** A la Fundación Produce Sinaloa por el apoyo financiero brindado al proyecto.

### Referencias.

1. Aguilar, D; Rodríguez, J. (2018), Micropropagación y Aclimatación de Maguey Pitzomel (*A. marmorata Roezl*) en la Mixteca Poblana. *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol. XX (2): 124-131.
2. García Mendoza, A.J. (2007). Los Agaves de México. Ciencias. 87: 14-23.
3. Pérez-Molphe Balch, E; Esparza-Araiza M; Pérez-Reyes M. (2012). Conservación *in vitro* de germoplasma de Agave sp bajo condiciones de crecimiento retardado. *Rev. Fitotec. Mex.* 35 (4): 279-287.

## CULTIVO DE TEJIDOS: UNA HERRAMIENTA VALIOSA EN LA CONSERVACIÓN, DISTRIBUCIÓN E INTERCAMBIO DE GERMOPLASMA

Laboratorio de Cultivo de Tejidos de Genética de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Janneth P. Gutiérrez A., Carlos A. Ordoñez, Adriana Vasquez H., Teresa Cuasialpud, Germán Patiño, Adriana Bohorquez Chaux, Xiaofei Zhang y Jonathan Newby.  
Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia. [j.gutierrez@cgiar.org](mailto:j.gutierrez@cgiar.org)

**Keywords:** Cultivo de tejidos, Termoterapia, Propagación

### Introducción

El Laboratorio de Cultivo de Tejidos de Genética de Yuca (cassava) resguarda más de 3200 genotipos de yuca, que corresponden a cerca de 50 familias desarrolladas por el Programa de Mejoramiento, las cuales se relacionan con más de 22 rasgos de importancia para el mejoramiento de la yuca. Además, conserva genotipos silvestres y materiales de la colección del Banco (Semillas del Futuro) que se utilizan como padres para generar nuevas familias de mejoramiento.

**Objetivo** proporcionar accesiones de yuca (limpias) para ser distribuidas a cualquier parte del mundo con propósitos de investigación y/o mejoramiento genético.

### Métodos



Fig. 1. Procesos realizados en el Laboratorio de cultivo de tejidos.

### Resultados y discusión

Nos enfocamos en cubrir los requerimientos de material vegetal del programa de yuca para desarrollar actividades en el área de mejoramiento, molecular y protección de cultivos, para lo cual se multiplican las diferentes familias de interés (Tabla 1.). Adicionalmente se reciben solicitudes de otros grupos de investigación dentro y fuera del país (Fig.2.).

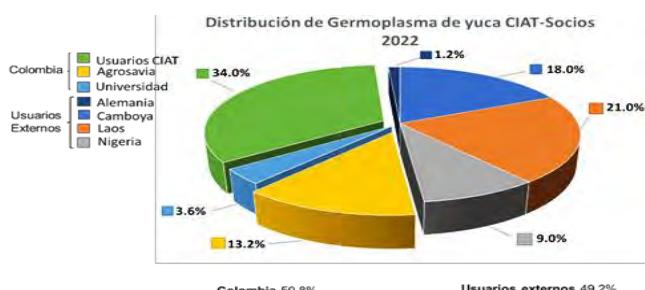


Fig. 2. Distribución del Germoplasma de yuca del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de yuca (CIAT) en 2022

Tabla 1. Principales rasgos de interés para el Programa de Mejoramiento de yuca

	Rendimiento		Enfermedad de Cuero de Sapó
	Carotenos-Biofortificación		Tolerancia a Sequía
	Estudios de Diversidad		Tipos de almidón: granulo pequeño
	Almidón		Deterioro post-cosecha
	Resistencia a Mosca Blanca		Resistencia a ácaros
	Índice de Cosecha		Contenido de Proteína
	Resistencia a CMD y CBSD		

### Conclusiones

1. El Laboratorio de Cultivo de Tejidos conserva plantas de yuca por largo plazo y las pone a disposición para su distribución.
2. Nuestra colección de germoplasma es un repositorio de biodiversidad, que presta apoyo a los mejoradores e investigadores proporcionando material para el desarrollo de diferentes proyectos de investigación.
3. Se logra el mantenimiento anual de las diferentes familias para cubrir los propósitos del Programa de Mejoramiento de Yuca.
4. Por medio de la termoterapia y el cultivo de meristemos, se logra el saneamiento de clones de yuca infectados y a su vez distribución de material limpio.

**Agradecimientos.** La investigación del Laboratorio de cultivo de tejidos de yuca (CIAT) es patrocinada por Bill and Melinda Gates Foundation.

### Referencias

1. Jaramillo G. (2012). *Manihot Genetic Resources at CIAT* (Centro Internacional de Agricultura Tropical) In: Cassava in the Third Millennium. Ospina B., Ceballos, H. Impresora Feriva S.A., Cali, CO. 321-341 p. (CIAT Publication No. 377).
2. Mafla, G., Roa, J.C., Aranzales, E. Debouck, D. (2010) Manual de procedimientos para la conservación invitro del germoplasma del género *Manihot*. Programa de Recursos Genéticos-CIAT. 54 pp.
3. Murashige, T; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plantarum* 15: 473-497p.

## EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE PALMAS SILVESTRES CON MARCADORES DE SECUENCIA SIMPLE REPETIDA (SSR)

Salvador Rojas<sup>1</sup>, Karem Mendoza<sup>2</sup>, Ana Cruz Morillo-Coronado<sup>3</sup>, Camilo Castañeda-Cardona<sup>4</sup> y Yacenia Morillo-Coronado<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. Km 1.4 vía Mosquera (Bogotá-Colombia),.

<sup>2</sup>Universidad de los Llanos. Km 12 Vía a Puerto López (Villavicencio-Colombia<sup>3</sup>. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia. Av Central del Norte 39-115, 150003 (Tunja-Colombia),.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco Km 38.5. Chapingo. \*Autor correspondencia: yaceniamc18@gmail.com

**Keywords:** Diversidad genética, flujo genético, polimorfismo genético.

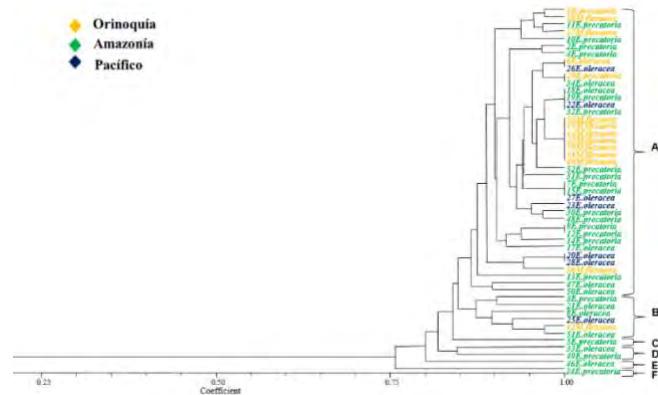
**Introducción.** En Colombia no existen trabajos reportados sobre estudios de diversidad genética con marcadores moleculares en palmas del género *Mauritia* y *Euterpe* lo cual es una limitante para conocer más sobre la estructura genética y la distribución geográfica de las especies que conforman estos géneros. Se evaluó la diversidad genética de palmas silvestres *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria* y *Euterpe oleracea* con marcadores moleculares SSR.

**Métodos.** Se evaluaron 51 palmas silvestres pertenecientes a las especies *M. flexuosa*, *E. oleracea* y *E. precatoria*, las cuales fueron colectadas en ocho departamentos de Colombia. La extracción de ADN se realizó con el método de Dellaporta *et al.* (1983) y con un Kit de extracción. Para evaluar la diversidad genética se utilizaron nueve marcadores microsatélites reportados por Montúfar y Barreiro (2010). El análisis clúster se realizó por el método UPGMA y se generó un dendrograma. El análisis de varianza molecular (AMOVA) se realizó con el programa GenAlex ver 6.5, y para estimar los parámetros de estructura poblacional se utilizó el software Arlequín versión 3.11. Se obtuvo el contenido de información del polimorfismo (PIC) para los nueve marcadores microsatélites.

**Resultados y discusión.** Los valores promedios de heterocigosidad observada ( $H_o$ ) y esperada ( $H_e$ ) oscilaron entre 0,83 y 0,50; respectivamente, lo cual refleja que existe una alta diversidad genética en los genotipos de palma evaluados. Lo anterior posiblemente se deba a que los materiales fueron colectados en diferentes zonas geográficas, en estado silvestre, así como también por el tipo de reproducción de la especie. Los resultados del AMOVA indicaron que el mayor porcentaje de variación corresponde a diferencias propias de los individuos (97%) seguido por la variación encontrada entre las poblaciones (3%).

Los marcadores EE15 y EE52 fueron los que obtuvieron

los valores más altos de PIC, de 0,96 y 0,91; respectivamente. El dendrograma mostró la relación genética entre los 51 genotipos evaluados, donde se formaron seis grupos principales A, B, C, D, E y F a un nivel de similitud del 87%, diferenciándose con base a su procedencia geográfica (Figura 1).



**Figura 1.** Dendrograma para los 51 genotipos de palma basado en el coeficiente de similitud de Dice Nei-Li (1978).

**Conclusiones.** Existe una alta diversidad genética en genotipos de palma silvestres, la cual puede ser utilizada en los procesos de selección de parentales y recombinación. Se identificaron loci altamente polimórficos, los cuales podrán ser útiles para lograr una mayor diferenciación entre genotipos de palma y especies relacionadas.

### Referencias.

- Dellaporta L., J. Wood., & J.B. Hicks. (1983). A plant DNA minipreparation: Versión II. Plant Molecular Biology Reporter 1 (14): 19-21.
- Montúfar-Galárraga, R., & Barreiro, J. M. (2010). Estructuración genética de poblaciones de palmeras en el neotrópico derivado de marcadores microsatélites (SSRs). Ecología en Bolivia, 45(3), 30-43.

## POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE ESPECIES SILVESTRES DE *Rubus* spp COMO CRITERIO DE SELECCIÓN DE PROGENITORES

Christian Camilo Castañeda-Cardona<sup>1</sup>; Diana Guerra-Ramírez<sup>1</sup>; Juan Martínez-Solís<sup>1</sup>; Alejandro Facundo Barrientos-Priego<sup>1</sup>; Margarita Gisela Peña-Ortega<sup>1</sup>; Yacenia Morillo-Coronado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco Km 38.5. Chapingo, Estado de México, MÉXICO, C.P. 56230.

<sup>2</sup>AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira, Diagonal a la intersección de la Cra 36A con Cl 23, Palmira, Valle del Cauca. Colombia.

**Keywords:** Capacidad antioxidante, fenoles, flavonoides.

**Introducción.** Desde un punto de vista económico, las frutillas son de gran importancia por la demanda que existe a nivel mundial. El contenido de pigmentos y su capacidad antioxidante las posiciona como alimentos funcionales y se consideran como super-frutas. Su elevada rentabilidad, alto requerimiento de mano de obra, versatilidad para el consumo de frutos en fresco y procesados, rápido equilibrio económico en inversión y su potencial exportador han hecho que México se ubique entre los primeros productores de arándano, fresas, frambuesas y zarzamoras. Estos frutos se exportan a países como Estados Unidos y Canadá (González-Razo et al., 2019).

El estudio de especies silvestres de *Rubus* es de importancia para conocer sus potencialidades para el mejoramiento genético. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar el potencial nutracéutico de los frutos de zarzamoras silvestres, colectados en diferentes estados de México, mediante el análisis de sus propiedades antioxidantes, para explorar estrategias de mejoramiento genético de esta especie.

**Métodos.** Se tomaron cinco muestras de frutos de la colección de zarzamoras ubicadas en el campo experimental de Posgrados de Fitotecnia en la ciudad de Texcoco, Estado de México. 1g por muestra liofilizada y molida mezclada con metanol al 80 % y se extrajo por agitación en vortex (3 min) y sonicación (15 min). A partir de este extracto se cuantificó el contenido de fenoles totales según el método Folin-Ciocalteu adaptado a microplacas. Los flavonoides totales se determinaron de acuerdo con Kubola y Siriamornpun (2011) y la capacidad antioxidante por los ensayos ABTS y FRAP. Los datos obtenidos se analizaron con pruebas t de Student para muestras independientes e igual número de observaciones con el sistema estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2020).

**Resultados y discusión.** En el contenido de fenoles totales las frutas silvestres "Hidalgo 2.3" y la variedad 'Tupi' fueron estadísticamente diferentes a las demás especies evaluadas. Tanto en la capacidad antioxidante, como en el contenido de compuestos fenólicos. Las especies silvestres de zarzamoras colectadas en la Sierra Norte de Oaxaca dieron como resultados entre 1.24 a 1.91 mg/g de compuestos

fenólicos (Hernández-Hernández , et al., 2019), por lo que son valores bajos en comparación a los obtenidos en este estudio (Figura 1).

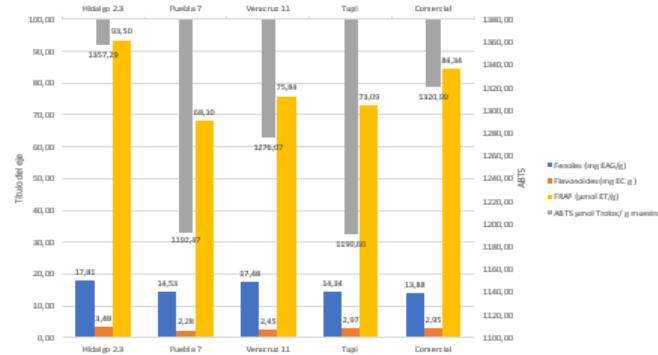


Fig. 1. Características fitoquímicas de frutos de *Rubus* spp para la selección de progenitores.

**Conclusiones.** La *Rubus* silvestre "Hidalgo 2.3" y 'Tupi' sobresalieron en las pruebas realizadas por lo que se consideran de interés para ser seleccionadas como posibles progenitores e incluirlas en futuros planes de mejoramiento genético en frutillas.

**Agradecimientos.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico, al laboratorio de Productos Naturales de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo por los espacios y capacitación.

### Referencias.

- González Razo, F. J., Rebollar Rebollar, S., Hernández Martínez, J., Morales Hernández, J. L. & Abarca Ramírez, O. (2019). Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. *Rev Mex de Agroneg.* 44: 260-272.
- Kubola J. and S. Siriamornpun. (2011). Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng.). *Food Chemistry.* 127:1138-1145.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hernández-Hernández I, Chávez Diego H, Benito Bautista P, Arellanes Juárez N & Pérez Saucedo A. (2019). Comportamiento postcosecha de frutos de zarzamora (*Rubus* spp). *Acad Journals.* 1035-1040.

## DIVERSIDAD GENÉTICA Y SUS IMPLICACIONES EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Ana Cruz Morillo Coronado. Avenida Central Norte N°39-115, UPTC, Tunja, Colombia.

[ana.morillo@uptc.edu.co](mailto:ana.morillo@uptc.edu.co)

Elsa Helena Manjarres Hernández. Avenida Central Norte N°39-115, UPTC, Tunja, Colombia.

[elsa.manjarres@uptc.edu.co](mailto:elsa.manjarres@uptc.edu.co)

Yacenia Morillo Coronado. Diagonal a la intersección de la Cra 36<sup>a</sup> Cl. 23, Palmira, Colombia.

Usar fuente Arial, centrado, tamaño 11. [ymorillo@agrosavia.co](mailto:ymorillo@agrosavia.co)

**Keywords:** *Cultivo andino, estructura poblacional, microsatélites.*

**Introducción.** La quina es una especie andina, con un gran valor nutricional dado por su alto contenido proteico, tiene una gran adaptación agroecológica, y metabolitos secundarios como las saponinas con uso industrial y farmacéutico. A pesar de su potencial productivo, en Colombia sus estudios genéticos son escasos, no se cuenta con variedades registradas [1]. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la diversidad genética en genotipos de quinua colombiana usando 27 loci microsatélites.

**Métodos.** Se evaluaron tres individuos de 30 genotipos de quinua seleccionados a partir de su caracterización morfoagronómica [2]. La extracción de ADN se hizo con el protocolo de Dellaporta modificado, este fue visualizado en geles de agarosa al 0.8%. La concentración fue determinada con el Bioktek-EPOCH[2]. Veinte y siete marcadores microsatélites fueron seleccionados de estudios previos realizados por [3]. Los productos amplificados fueron separados en geles de agarosa de alta resolución al 2.5%. Los patrones de bandas se registraron en una matriz numérica. Se generó un dendrograma con el NTSYS-pc y se estimaron los parámetros genéticos: Número de alelos por locus (Ne), heterocigosidad esperada (He) y observada (Ho) por locus, Índice Contenido de Información Polimórfico (PIC), el índice de Shannon, el AMOVA y los índices de fijación (F) con el POP-GENE, GenAlex 6.5 y Microsatellite Tool Kit. Para la estructura poblacional, se usó el Agrupamiento del Modelo Bayesiano y Análisis de Componentes Principales (PCA) usando el programa Structure.

**Resultados y discusión.** Los marcadores produjeron 144 alelos con un rango de 2-7 alelos por locus (Promedio=5.33). El marcador QAAT106 hizo la mayor contribución a la variación observada con un Fst de 0.45. El PIC mostró que los microsatélites más informativos fueron QAAT100, QAAT112, QAAT076, QCA088 y QAAT74 con valores entre 0.80 y 0.76. La Ho varió entre 0.54, la He varió entre 0.50 y 0.85 con un promedio de 0.69. Lo cual sugiere un alto grado de diversidad genética, lo cual es consistente con la alta tasa de polinización cruzada [4]. El coeficiente de Nei-Li a una similitud de 0.48 diferenció a los genotipos en tres grupos, congruentes con los análisis de estructura poblacional (Figura 1). Estos agrupamientos no se conformaron de acuerdo al sitio geográfico, más bien reflejan el proceso evolutivo que ha sufrido la especie,

así como el continuo intercambio de semillas entre los de los diferentes países productores [2] (Figura 2).

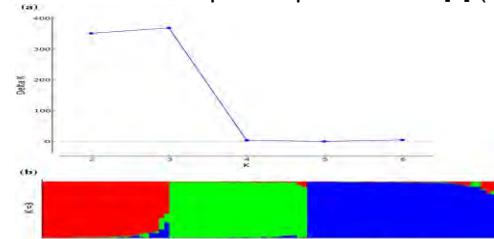


Fig. 1. Estructura poblacional de los genotipos de quinua evaluados.

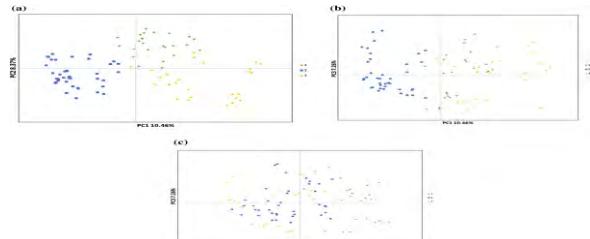


Fig. 2. Distribución de los genotipos en cada una de las subpoblaciones conformadas.

**Conclusiones.** Se identificó una gran diversidad genética en los genotipos colombianos de quinua, representado en altos valores de heterocigosidad  $> 0.50$ . Se requieren procesos de selección más eficientes para tener material de siembra certificado.

**Agradecimientos.** “Patrimonio Autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas-MinCiencias. Cód.63924”.

**Referencias.** [1]. Morillo, A.C, Manjarres, E.H, Morillo, Y. (2022). Phenotypic diversity of agromorphological characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa*) germplasm in Colombia. *Sct. Agri.* 79(4):1-6.

[2]. Manjarres, E.H, Morillo, A.C, Ojeda, Z.Z, Cárdenas, A, Arias, D.M. (2021). Characterization of the yield components and selection of materials for breeding programs of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Euphy.* 1:1-14.

[3]. Jarvis, D.E, Kopp, O.R, Jellen, E.N, Mallory, M.A, Pattee, J, Bonifacio, A, Coleman, C.E, Stevens, M.R, Fairbanks, D.J, Maughan, P.J. (2008). Simple sequence repeat marker development and genetic mapping in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Genet.* 87:39-51.

[4]. Maliro, M.F.A, Guwela, V.F, Nyaika, J., Murphy, K.M. (2017). Preliminary studies of the performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under irrigated and rainfed conditions of central Malawi. *Front. Plant. Sci.* 8:1-9.

## MORFOLOGÍA Y ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO DE SEMILLAS DE CHILE PERÓN (*Capsicum pubescens* R. Y P.)

Ana Karen Escalera Ordaz<sup>1</sup>, Pedro Antonio López<sup>2</sup> y Héctor Guillén Andrade<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de agrobiología “Presidente Juárez”, Uruapan Michoacán, C.P. 60170. [ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com](mailto:ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com), [hguillenandrade@gmail.com](mailto:hguillenandrade@gmail.com)

<sup>2</sup>Pedro Antonio López. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. 72760. Tel. 01(222)285- 1442. [palopez@colpos.mx](mailto:palopez@colpos.mx)

*Keywords:* caracterización, imbibición y capacidad germinativa.

### Introducción

*Capsicum pubescens* posee una amplia variabilidad morfológica de importancia en la generación de nuevas variedades con potencial agronómico, no obstante, el conocimiento limitado acerca de la morfología y calidad fisiológica de las semillas, propician un lento desarrollo de los esquemas de mejoramiento. Por lo tanto, generar información sobre la morfología y calidad fisiológica de las semillas, es un punto de partida para futuros programas de mejoramiento genético.

### Métodos

La caracterización morfológica de las semillas se hizo con base en los descriptores propuestos por el IPGRI (1995)<sup>(1)</sup>. Asimismo, se evaluó el porcentaje y los días a inicio de germinación de semillas previamente imbibidas en soluciones con distintas dosis de KNO<sub>3</sub>. La información obtenida fue analizada mediante procedimientos estadísticos, con el empleo del paquete estadístico SAS.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la caracterización morfológica indicaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) para las variables evaluadas (Cuadro 1). De acuerdo con la literatura *C. pubescens* presenta semillas de color negro (Villota-Cerón et al., 2012)<sup>(2)</sup> y morado (Yáñez et al., 2015)<sup>(3)</sup>. No obstante, en el presente trabajo se observaron semillas negras en un 67 % de las colectas, color marrón en un 26.6 % y un 6.4 % presentó una tonalidad amarilla.

**Cuadro 1. Estadísticos simples obtenidos en cinco variables evaluadas en semilla de chile perón.**

Variable	R <sup>2</sup>	C.V.	Media	Pr>F
Color	0.62	15.71	2.58	<.0001
Textura	0.29	25.23	2.02	0.0207
Tamaño	0.70	18.32	2.03	<.0001
Peso/fruto	0.48	28.98	1.14	<.0001
Número/fruto	0.40	26.90	64.32	<.0001

En respuesta a los tratamientos de acondicionamiento osmótico, se obtuvo un inicio de germinación promedio de entre los 9.9 y 10.1 días con un

porcentaje de germinación del 95 %. Los tres tratamientos de imbibición aplicados en semilla de *C. pubescens* indicaron diferencias significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Estadísticos simples obtenidos con base al porcentaje de germinación en respuesta al acondicionamiento osmótico en semillas de chile perón.**

Concentración KNO <sub>3</sub>	R <sup>2</sup>	C.V.	D.E.	Media	Pr > F
0 mg L <sup>-1</sup>	0.25	6.97	6.72	96.44	< .0001
100 mg L <sup>-1</sup>	0.35	6.52	6.29	96.44	< .0001
200 mg L <sup>-1</sup>	0.30	8.33	7.93	95.24	< .0001

### Conclusiones

Las semillas de *Capsicum pubescens* con mayor capacidad germinativa presentaron textura rugosa, color negro y tamaño de 4 a 5 mm. Además, la concentración de 100 mg de KNO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> con un periodo de imbibición de 24 horas generó mejor respuesta con un porcentaje de germinación de 95.4 a 96.4 %.

**Agradecimientos** A la CIC-UMSNH, UIAA-Facultad de Agrobiología-UMSNH y al CONACYT por el financiamiento del proyecto y apoyo con las instalaciones y beca para la ejecución de las actividades de investigación.

### Referencias

- IPGRI, (1995). Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales, Taipéi, Taiwán, y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 51 p.
- Villota-Cerón D., M. L. Bonilla-Betancourt, H. Carmen-Carrillo, J. Jaramillo-Vázquez y M. A. García-Dávila (2012). Caracterización morfológica de introducciones de *Capsicum* spp. Existentes en el Banco de Germoplasma activo de Corpoica C.I. Palmira, Colombia. *Acta agronómica* 61(1): 16-26.
- Yáñez P., D. Balseca, L. Rivadeneira y C. Larenas (2015). Características morfológicas y de concentración de capsaicina en cinco especies nativas del género *Capsicum* cultivadas en Ecuador. *La granja: Revista de Ciencias de la vida* 22(2): 12-32.

## EVALUACIÓN FENOTÍPICA DE GENOTIPOS DE AGUACATE TIPO HASS

Elizabeth Martínez<sup>1</sup>, Héctor Guillén Andrade<sup>1</sup> y Ana Karen Escalera Ordaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” UMSNH Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, Melchor Ocampo, 60170 Uruapan, Mich; mare93e@gmail.com, hguillenandrade@gmail.com, ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com

**Keywords:** *Persea americana*, variabilidad genética, germoplasma

**Introducción.** El aumento en la producción de aguacate que se ha generado en México en los últimos años se debe principalmente al crecimiento de la superficie sembrada y no al aumento en la productividad, lo que demuestra que se necesita un mejor manejo del cultivo y variedades mejor adaptadas que garanticen altos rendimientos por superficie. En el estado de Michoacán, el aguacate es el cultivo que ocupa la mayor superficie sembrada, lo que ha traído consigo consecuencias tales como la deforestación y el cambio de uso de suelo. México, por su gran diversidad de tipos de aguacate, se considera fuente importante y reservorio de genes para el mejoramiento genético y la creación de nuevas variedades.

Con el fin de lograr un mayor conocimiento sobre la variabilidad existente, el objetivo de la presente investigación fue evaluar fenotípicamente genotipos variantes de aguacate tipo Hass procedentes de distintas zonas agroecológicas de la franja aguacatera del estado de Michoacán.

**Métodos.** El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Uruapan, Michoacán, en el Laboratorio de Recursos Fitogenéticos (LAREFI) de la Unidad de Investigaciones Avanzadas en Agrobiotecnología (UIAA) procedente de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” (FAPJ). Fueron seleccionados 16 genotipos variantes tipo Hass, así como un individuo de la variedad Hass, el cual sirvió como testigo. Los genotipos evaluados proceden de distintas regiones de Michoacán y se encuentran establecidos en el Huerto Fenológico de Aguacate (HFA) de la FAPJ.

La caracterización de los árboles, así como de sus órganos vegetativos y reproductivos, se llevó a cabo con base en los Descriptores para aguacate (*Persea* spp.) propuestos por el IPGRI (1). En total, fueron evaluadas 88 variables morfológicas de las cuales, 66 cualitativas y 22 cuantitativas.

Para el análisis de los datos, con ayuda del paquete estadístico SAS® OnDemand for Academics, se practicó un ANOVA con el procedimiento estadístico PROC ANOVA.

**Resultados y discusión.** El análisis estadístico en una vía practicado para los 16 genotipos variantes y la variedad Hass, arroja diferencias altamente significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) para todas las variables cuantitativas evaluadas. Mediante el coeficiente de

variación (CV) fue posible explicar la variabilidad de las características analizadas para los genotipos variantes y el testigo, Tabla 1. La variable con la mayor variación con un 64 % fue la longitud del eje principal de la inflorescencia, seguida del número de flores por inflorescencia con 49.21 %. Por el contrario, el diámetro del fruto presentó el CV más bajo con un 9.6 % de variación. Lo anterior indica que las características evaluadas presentan distintos niveles de dispersión para los genotipos variantes y la variedad Hass.

*Tabla. 1. Estadísticos simples obtenidos para 22 variables evaluadas en hoja, flor, fruto y semilla de 16 genotipos variantes y la variedad Hass.*

Variable	R <sup>2</sup>	Media	DE	CV	Pr > F
Longitud de la lámina foliar	0.41	19.92	2.46	12.34	<.0001
Número de venas primarias	0.62	13.38	2.45	18.29	<.0001
Flores por inflorescencia	0.64	159.54	77.22	49.21	<.0001
Ramificaciones por inflorescencia	0.68	8.14	2.85	36.32	<.0001
Longitud del eje principal (cm)	0.52	5.06	3.08	64	0.0022
Longitud del pedicelos (mm)	0.80	6.55	1.73	27.72	<.0001
Longitud del pétalo (mm)	0.70	5.78	0.58	10.25	<.0001
Longitud del sépalo (mm)	0.83	4.54	0.65	15.54	<.0001
Longitud de fruto	0.61	9.01	1.10	12.18	<.0001
Diámetro de fruto	0.56	6.44	0.62	9.6	<.0001
Peso de fruto	0.64	190.32	49.69	26.11	<.0001
Longitud del pedúnculo	0.24	10.45	3.47	33.21	<.0001
Diámetro del pedúnculo	0.47	4.70	1.19	25.22	<.0001
Longitud del pedicelos	0.38	1.30	0.27	20.36	<.0001
Grosor de la cáscara	0.38	1.42	0.35	24.29	<.0001
Días de almacenamiento	0.89	10.99	1.87	17.02	<.0001
Peso de semilla	0.4	29.23	9.58	32.78	<.0001
Longitud de la cavidad	0.4	4.09	0.48	11.67	<.0001
Diámetro de la cavidad	0.38	3.66	0.45	12.22	<.0001
Longitud de la semilla	0.37	3.80	0.45	11.76	<.0001
Diámetro de la semilla	0.34	3.52	0.45	12.92	<.0001
Posición del eje embrionario	0.67	8.22	2.95	35.94	<.0001

R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DE= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación

**Conclusiones.** El análisis morfológico permitió determinar que existe una gran variabilidad entre los genotipos variantes evaluados.

**Agradecimientos.** A las instituciones que hicieron posible la realización del presente trabajo, así como al CONACYT por la beca otorgada.

### Referencias

- IPGRI. (1995). *Descriptores para aguacate (Persea spp.)*. Roma, Italia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.

## EVALUACIÓN LIPÍDICA DE GENOTIPOS VARIANTES DE AGUACATE HASS

Elizabeth Martínez<sup>1</sup>, Héctor Guillén Andrade<sup>1</sup>, Ana Karen Escalera Ordaz<sup>1</sup>, Berenice Yahuaca Juárez<sup>2</sup>  
y Pedro Antonio García Saucedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”. UMSNH, Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, Melchor Ocampo, 60170 Uruapan, Mich; mare93e@gmail.com, hguillenandrade@gmail.com, ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com, garsapan@gmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Químico Farmacobiología. UMSNH, Tzintzuntzan 173, Matamoros, 58240 Morelia, Mich; berenice.yahuaca@umich.mx

**Keywords:** *Persea americana*, características fisicoquímicas, variabilidad.

**Introducción.** Gracias a su calidad nutritiva y excelente sabor, el aguacate ha ganado importancia dentro de la dieta diaria en distintos países debido a su alta calidad nutrimental. Una de las variedades de mayor importancia es Hass, debido al alto contenido de aceite, lo que lo convierte en un producto de interés para el consumo en fresco y la industria, ya que puede alcanzar valores que van de cinco hasta 30 % del peso fresco del fruto, dependiendo de la temporada, la variedad y las condiciones del cultivo (1). En la franja aguacatera del estado de Michoacán se ha detectado una gran cantidad de genotipos variantes de aguacate Hass, por lo que es necesario la evaluación y aprovechamiento de esta diversidad existente.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar fisicoquímicamente genotipos variantes de aguacate variedad Hass.

**Métodos.** El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Uruapan, Michoacán, en la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” (FAPJ). Para la evaluación fisicoquímica, fueron seleccionados frutos en madurez fisiológica de 16 genotipos variantes de Hass del Huerto Fenológico de Aguacate (HFA) de la FAPJ, así como un individuo de la variedad Hass, el cual sirvió como testigo. Las determinaciones de porcentaje de materia seca (MS) y contenido de humedad (H) se hicieron de acuerdo con los métodos descritos por la AOAC (2) y formulas previamente establecidas (3,4). La extracción lipídica se hizo mediante el método de extracción de Soxhlet (5) y para el cálculo de contenido de aceite (CA), se utilizó la fórmula propuesta por Astudillo Galdames (6).

Para el análisis de los datos, con ayuda del paquete estadístico SAS® OnDemand for Academics, se practicó un ANOVA con el procedimiento estadístico PROC ANOVA.

**Resultados y discusión.** De acuerdo con los estadísticos presentados en la Tabla 1, las tres variables evaluadas, resultaron informativas y con diferencias estadísticas altamente significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ); de igual manera, por medio del coeficiente de

variación se interpretó la variabilidad entre los genotipos variantes y el testigo, donde se obtuvieron valores de 11.59 % (MS), 5.26 % (H) y 15.84 % (CA), indicando los diferentes niveles de dispersión existentes para las variables evaluadas

*Tabla. 1. Estadísticos simples obtenidos para tres variables fisicoquímicas evaluadas en fruto de 16 genotipos variantes y la variedad Hass.*

Variable	R <sup>2</sup>	Media	DE	CV	Pr > F
Materia seca	0.60	31.44	3.65	11.59	<.0001
Humedad	0.60	68.61	3.61	5.26	<.0001
Contenido de aceite	0.95	20.10	3.18	15.84	<.0001

R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DE= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación

**Conclusiones.** De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el análisis fisicoquímico de los genotipos variantes indica que existe una gran variabilidad con respecto a su contenido lipídico.

**Agradecimientos.** A las instituciones que hicieron posible la realización del presente trabajo, así como al CONACYT por la beca otorgada.

### Referencias

- Quiñones-Islas, N., Meza-Márquez, O. G., Osorio-Revilla, G., y Gallardo-Velazquez, T. (2013). Detection of adulterants in avocado oil by Mid-FTIR spectroscopy and multivariate analysis. *Food Research International*. 51(1): 148-154.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*, 17th ed. Hoerwitz W. Ed.Gaithersburg, USA.
- Swarts, D. H. (1979). A method for determining the ripeness of avocados research report. *South African Avocado Growers Association Yearbook*. 3: 70-73.
- Lee, S. K. (1981). A review and background of the avocado maturity standard. *California Avocado Society Yearbook*. 65: 101-109.
- Soxhlet, F. V. (1879). Die gewichtsanalytische bestimmung des milchfettes. *Polytechnisches J*. 232: 461-465.
- Astudillo Galdames, J. (1995). Variación estacional en el porcentaje de aceite, humedad, aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cvs. Fuerte y Zutano [Tesis de Licenciatura, Universidad de Chile]. Biblioteca Digital.

## EVALUACIÓN PROXIMAL DE VARIEDADES DE *Musa spp.*, CULTIVADAS EN ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN, MÉXICO.

Héctor Guillén Andrade<sup>1</sup>, Berenice Yahuaca Juárez<sup>2</sup> y Ana Karen Escalera Ordaz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de agrobiología “Presidente Juárez”, Uruapan Michoacán, C.P. 60170. [hguillenandrade@gmail.com](mailto:hguillenandrade@gmail.com), [ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com](mailto:ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com). <sup>2</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia Michoacán. [berenice.yahuaca@umich.mx](mailto:berenice.yahuaca@umich.mx)

**Keywords:** análisis proximal, plátano, banana.

**Introducción.** El género *Musa*, tiene su origen en el Sudeste Asiático. Los plátanos y bananos son los cultivos más importantes ya que representan el cuarto cultivo con mayor importancia mundial después del maíz, trigo y arroz (Ramírez-Villalobos et al., 2012)<sup>(1)</sup>. Desde su centro de origen, han sido difundidos a diferentes zonas de América Central y Sudamérica. En 1554, el obispo español Vasco de Quiroga introdujo algunas variedades de *Musa spp.*, en el municipio de Ziracuaretiro, Michoacán (Moreno, 1776)<sup>(2)</sup>. No obstante, la composición proximal de estas se desconoce hasta la fecha. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de esta investigación fue generar información sobre la composición proximal de frutos de variedades cultivadas de *Musa spp.*, en el municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, México.

**Métodos.** En el presente proyecto de investigación fueron evaluadas seis variedades del género *Musa*: Costillón, Costillón Cenizo, Enano Gigante, Morado, Macho y Tabasco. Los análisis proximales hechos fueron los siguientes: contenido de humedad, materia seca, aceite, ceniza, pH y grados Brix. La información obtenida fue analizada mediante procedimientos estadísticos univariados y multivariados con el empleo del paquete estadístico SAS Studio (SAS Institute Inc., 2021)<sup>(3)</sup>.

### Resultados y discusión.

Los resultados indicaron que los frutos de las variedades analizadas presentaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) en todos los parámetros evaluados. En la Figura 1, se muestran las fotografías de los frutos, de las variedades en estudio. El análisis de correlación mostró una relación directa entre aceite y humedad ( $r= 0.83$ ), aceite con materia seca ( $r= 0.83$ ) y humedad con materia seca ( $r= 0.99$ ). Finalmente, se identificaron tres grupos; en el grupo I se agregaron las variedades Morado, Tabasco y Enano Gigante, en el grupo II la variedad Macho y, en el Grupo III las variedades Costillón y Costillón Cenizo.

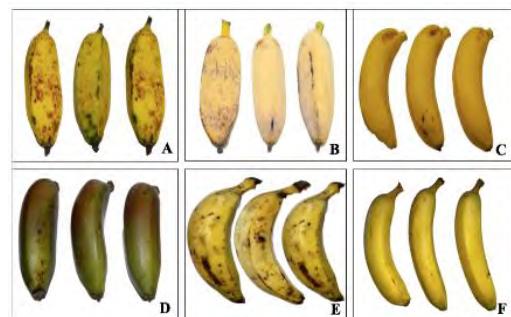


Figura 3. Fotografías que muestran frutos de las variedades de *Musa spp.*, evaluadas: Costillón (A), Costillón Cenizo (B), Enano Gigante (C), Morado (D) Macho (E) y Tabasco (F).

**Conclusiones.** Las seis variedades de plátano y banana analizadas presentaron frutos con características proximales contrastantes. En este sentido, la variedad Morado presentó la mayor similitud con las variedades Enano Gigante y Tabasco. Mientras que, la variedad Costillón se asemejó más al Costillón Cenizo. Por lo tanto, la variedad de menor similitud con las demás variedades fue la variedad macho.

**Agradecimientos.** A la CIC-UMSNH, UIAA-Facultad de Agrobiología-UMSNH y al CONACYT por el financiamiento del proyecto y apoyo con las instalaciones y beca para la ejecución de las actividades de investigación.

### Referencias.

1. Ramírez-Villalobos, M., García, E. y Lindorf, L. (2012). Análisis de patrones morfológicos y anatómicos en la embriogénesis somática del banano 'Williams' (AAA). Revista Colombiana de Biotecnología. 14(1): 41 -52.
2. Moreno, J. (1776). Fragmentos de la Vida y Virtudes del V. Ilmo. y Rmo. Sr. Dr. D. Vasco de Quiroga. Imprenta del Real Colegio de San Ildefonso, México. 180 p
3. SAS®, 2021. SAS® OnDemand para académicos. Obtenido de: SAS® Studio [https://www.sas.com/es\\_mx/software/studio.html](https://www.sas.com/es_mx/software/studio.html). Fecha de consulta: 25/07/21.

## Generación de poliploides mediante el uso de óxido nitroso en cempasúchil

Rodrigo Barba-González<sup>1\*</sup>, Alejandro Díaz-Cota<sup>2</sup>, Nutan Prasad-Rout<sup>1</sup>, Antonia Gutiérrez-Mora<sup>1</sup> y Rosa Isela Martínez-Contreras<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Camino arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>Carretera al campo 35, km 8 s/n, 81255 Santa Rosa, Zona Industrial, Los Mochis, Sinaloa. \*rbarba@ciatej.mx 3333455200 ext 1701

Keywords: Mejoramiento genético, Cromosomas, *Tagetes erecta L.*

**Introducción.** El cempasúchil (*Tagetes erecta L.*) pertenece a la familia Asteraceae (Hussain et al., 2011), de importancia industrial, ornamental y medicinal. (Del Villar-Martínez et al., 2010). La inducción poliploide en el mejoramiento genético permite obtener flores más grandes, períodos de floración más largos y lograr colores más intensos (Vainola, 2000). La colchicina se utiliza para doblar artificialmente el número cromosómico y así obtener plantas poliploides; pero, el éxito es muy bajo. El N<sub>2</sub>O actúa de manera similar a la colchicina y se han obtenido gametos no reducidos (Barba-Gonzalez et al., 2006). Su ventaja es que, al someterlo a presión, todas las células entran en contacto con el agente poliploidizante, por lo que pudiera ofrecer mayor éxito. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue someter explantes de cempasúchil a N<sub>2</sub>O con la finalidad de obtener plantas poliploides.

**Métodos.** Se realizaron dos experimentos en un diseño factorial 3x3 con 5 réplicas. En el primero, se sometieron semillas de tres variedades de Cempasúchil en germinación al N<sub>2</sub>O a 5, 6 y 7 atm (atmosferas) durante 24, 48 y 72 h en el segundo experimento, se sometieron al gas brotes de 3 cm con yemas axilares en crecimiento. Cuando las plántulas alcanzaron 5 cm se propagaron in vitro y se realizaron conteos cromosómicos en ápices radiculares. Plantas obtenidas fueron transferidas a invernadero, donde se observó su crecimiento y se tomaron datos del diámetro de la flor en una de las variedades, a los cuales se les realizó un ANOVA y el análisis de clorofila y carotenoides por espectrofotometría de acuerdo a (Wellburn, 1994).

**Resultados y discusión.** En todos los tratamientos, tanto en semillas como en los brotes se obtuvieron plantas, a diferencia de los tratamientos tradicionales con colchicina donde el índice de supervivencia es bajo debido a su toxicidad. Los conteos cromosómicos revelaron que algunas de las plantas presentan células tetraploides (Fig. 1b-c), confirmando así la utilidad del N<sub>2</sub>O como agente poliploidizante. Algunas plantas en invernadero presentaron flores, hojas y tallos de mayor tamaño que el control, lo cual fue corroborado con el análisis estadístico en las flores. El análisis espectrofotométrico mostró que las plantas tratadas presentan una mayor concentración de pigmentos respecto al control, encontrando casos en los que el contenido llega a ser el doble (Fig. 1-a), entre las que se encuentran algunas plantas que destacan debido a que presentan hojas y flores de mayor tamaño.

**Conclusiones.** Se obtuvieron plantas y flores más grandes con los tratamientos de N<sub>2</sub>O.

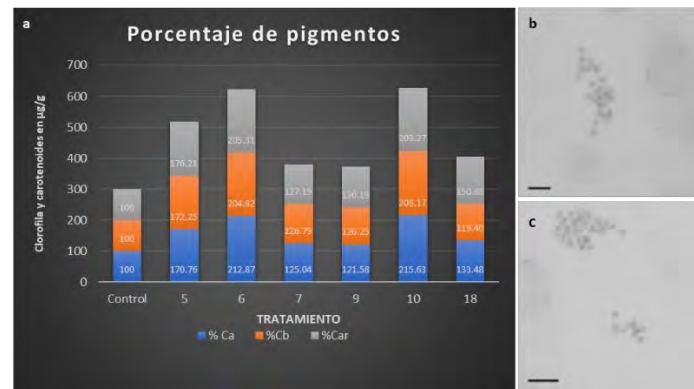


Fig. 1. a Contenido de clorofila y carotenoides de 6 tratamientos respecto al control. b Célula diploide. c Célula tetraploide. Barra = 10  $\mu$ m.

Con el análisis cromosómico se identificaron células tetraploides en algunas plantas, sin embargo, algunas que presentaron tamaños más grandes de tallo, flores y hojas resultaron ser diploides, por lo que es posible que el N<sub>2</sub>O actúe también como agente mutagénico. De igual manera, con los datos obtenidos por espectrofotometría se confirma que existe un incremento en el porcentaje de clorofila y carotenoides de los 6 tratamientos de N<sub>2</sub>O.

**Agradecimientos.** El financiamiento fue realizado por Industrias Vepinsa SA de CV.

## Referencias.

- Hussain, M.A., T. Mukhtar and M.Z. Kayani. (2011). Efficacy evaluation of *Azadirachta indica*, *Calotropis procera*, *Datura stramonium* and *Tagetes erecta* against root-knot Nematodes *Meloidogyne incognita*. *Pak. J. Bot.*, 43: 197-204.
- Del Villar-Martínez A.A., P.E. Vanegas-Espinoza y O. Paredes-López. (2010). Marigold Regeneration and Molecular Analysis of Carotenogenic Genes. En: *Protocols for In Vitro Propagation of Ornamental Plants, Methods in Molecular Biology*, Jain S.M. and S.J. Ochatt. Humana Press, a part of Springer Science + Business Media USA.. 213-220.
- Vainola, A. (2000). Polyploidization and early screening of Rhododendron hybrids. *Euphytica*. 112: 239-244.
- Barba-Gonzalez R, Miller CT, Ramanna MS, Van Tuyl JM. (2006) Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) induces 2n gametes in sterile F1 hybrids between Oriental × Asiatic lily (*Lilium*) hybrids and leads to intergenomic recombination. *Euphytica* 148: 303-309.
- Wellburn, A.L. (1994). The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. *J. Plant Physiol.* 144: 307-313.

## MEJORAMIENTO DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta*) POR MEDIO DE RETROCRUZAS

José Juvencio Castañeda-Nava<sup>1\*</sup>, Rosa Isela Martínez Contreras<sup>1</sup>, Antonia Gutierrez Mora<sup>1</sup>, José Manuel Rodríguez Dominguez<sup>1</sup>, Alejandro Diaz Cota<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Camino arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jalisco, México. 33 3345 5200 (ext. 2032). <sup>2</sup>Carretera al Campo 35, km 8 s/n, Santa Rosa, Zona Industrial, Los Mochis, Sinaloa, México. \*jcastaneda@ciatej.mx .

**Keywords:** Compuestas, Pigmentos, Flor de muerto.

**Introducción.** La flor de cempasúchil contiene luteína, zeaxantina y otros carotenoides (Fletcher et al., 1986). El retrocruzamiento en genética se refiere a la infiltración gradual del germoplasma de una especie o variedad dentro de otra, el retrocruzamiento ha sido considerado un factor importante en el enriquecimiento genético (Doebley et al., 1984).

El presente estudio tuvo como objeto combinar las características entre una variedad con mayor cantidad de zeaxantina (A039HZ) y una con mayor producción de biomasa (Genoveva) para incrementar la producción de pigmentos por planta.

**Métodos.** Se utilizaron dos variedades (A039HZ y Genoveva) de cempasúchil de la empresa VEPINSA, las semillas se germinaron en charolas con sustrato, se utilizó una mezcla de 30% de perlita y 70% de turba. Se cultivaron en invernadero en camas, fueron fertilizadas con fertilizante hidrosoluble 20-10-20 3 gL<sup>-1</sup> dos veces por semana. Se efectuaron dos ciclos consecutivos; en el primero se realizaron cruzas entre las dos variedades formando dos líneas, una con influencia materna Genoveva (G) y la otra A039HZ (HZ). En el segundo ciclo las dos líneas se polinizaron con las dos líneas progenitoras, se generaron cuatro líneas L1, L2, L3 y L4. Estas fueron evaluadas en el ciclo siguiente, se midieron las variables de rendimiento de la flor y características morfológicas de las plantas, el análisis estadístico se realizó con el programa Statgraphics®. La determinación del porcentaje de pigmentos se realizó por HPLC.

**Resultados y discusión.** En el análisis estadístico (ANOVA) todas las variables no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), a pesar de esto existe una tendencia donde Genoveva presentó los promedios más altos en rendimiento, peso de la flor, tamaño de la flor y tamaño de planta; en contraste con la variedad A039HZ que presentó los promedios más bajos en el rendimiento, peso de la flor y número de flores; las líneas L1, L2, L3 y L4 presentaron valores promedios intermedios entre las dos variedades (A039HZ y Genoveva), en el rendimiento y peso fresco de la flor todas las líneas presentaron un promedio mayor que A039HZ; La línea L3 presentó un poco más del 30% de rendimiento y número de flores que A039HZ.

En análisis por HPLC se cuantificó el contenido de los pigmentos que presentaron cada una de las cuatro líneas y la variedad A039HZ,

la línea L3 es la que presenta mayor similitud en el contenido de zeaxantina que la variedad progenitora, las otras líneas no presentaron incremento de este pigmento, la línea L3 es la que presenta mayor similitud genética con la variedad A039HZ.

Debido a que se realizaron combinaciones genéticas entre líneas y las variedades progenitoras, se encontraron combinaciones entre las características de variables de rendimiento, esta observación ya se ha reportado en otro trabajo (Herrera y Acosta 2008) esto puede ser aprovechado para seleccionar una línea que presente la combinación ideal de las dos características deseables, en este caso mayor rendimiento y contenido de zeaxantina.

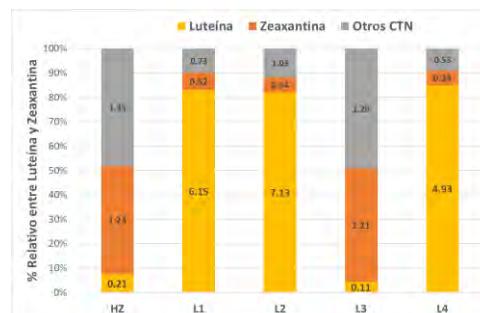


Fig. 1. Análisis por HPLC de los pigmentos de las cuatro líneas y la variedad A039HZ

**Conclusiones.** La producción de pigmentos de la línea L3 es similar a A039HZ pero el rendimiento es mayor, esta línea representa un potencial para cultivo de cempasúchil con mayor rendimiento por hectárea de zeaxantina que la línea progenitora.

**Agradecimientos.** El financiamiento de este trabajo fue realizado por Industrias VEPINSA.

### Referencias.

- Doebley, JF Goodman, MM y Stuber, CW. 1984. Isoenzymatic variation in Zea (Gramineae). *Systematic Botany* 9 (2):203-218.
- Herrera, TS y Acosta JA. (2008) Rendimiento de tres tipos de cruzas entre genotipos silvestres y cultivados de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Agricultura Técnica en México*. 34 (2):167-176.
- Fletcher, DL, Papa CM y Tirado FX (1986) The effect of saponification on the broiler coloring capability of marigold extracts. *Poultry science*. 65:1708-1714.

## MUTAGÉNESIS CON AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA INCREMENTO DE METABOLITOS EN CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta*).

Alicia Anahí Herrera Olivas<sup>1</sup>, Antonia Gutiérrez Mora<sup>1</sup>, José Juvencio Castañeda<sup>1</sup>, José Manuel Rodríguez Domínguez<sup>1</sup>, Nutan Prasad Rout<sup>1</sup>, Alejandro Díaz Cota<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Cam. Arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>Carretera al Campo 35, km 8 s/n, 81255 Santa Rosa, Zona Industrial, Los mochis, Sinaloa. alherrera\_al@ciatej.edu.mx

*Mutagénesis, cempasúchil, zeaxantina*

**Introducción.** La biotecnología vegetal y las herramientas de mejoramiento genético tradicional como: la mutagénesis física y química, ofrecen la posibilidad generar una o más variedades de nuevas líneas genéticas de plantas, mediante mutaciones puntuales y aleatorias, causando daño oxidativo y cambios de bases en el ADN, modificando algunas de sus características. (Sreecala y Raghava, 2003) El modelo de estudio de este trabajo es la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*), donde se pretende aumentar la producción de zeaxantina, la cual es un pigmento que va de colores rojo a anaranjado, forma parte del grupo de las xantofilas (Nwachukwu y cols., 2016). En la flor de cempasúchil está en una concentración del 5-8 %, tiene gran valor nutrimental y económico para la industria alimentaria, avícola, farmacéutica y cosmética (Serrato y cols, 2007). Los bajos rendimientos y el desabasto del cultivo de esta flor en México limitan la biodisponibilidad de este pigmento, es necesario implementar estrategias que permiten el aprovechamiento de la flor y caracterizando los cambios que ocurrán como resultado del mejoramiento genético aplicado a nivel cuantitativo, morfológico y molecular. Obtener líneas de mutantes de la flor de cempasúchil para aumentar su producción de zeaxantina.

**Métodos.** Se utilizaron yemas axilares de cempasúchil (*Tagetes erecta*) variedad HZ (proporcionada por VEPINSA S.A. de C.V.) *in vitro* bajo dos tipos de exposición: química (EMS) y física (rayos gamma) bajo diferentes concentraciones y tiempos de exposición. Se seleccionaron los mejores tratamientos y posteriormente se llevaron a invernadero y campo, para realizar los análisis de caracterización y observar los resultados de los mejores tratamientos. (Fig. 1.)

Fig. 1. Esquema de la metodología general



**Resultados y discusión.** Se seleccionaron los mejores tratamientos en base a características de biomasa y brotes, el resultado de los mejores tratamientos con mutagénesis química (EMS) son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. La DL<sub>50</sub> de estos tratamientos se calculó en dos tiempos, el primer tiempo de exposición la dosis letal media fue en el tratamiento 2 y en el segundo tiempo de exposición, la dosis letal media fue en el tratamiento 8. En la exposición física (rayos gamma) fueron: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y se seleccionó la dosis letal media (DL<sub>50</sub>) de los tratamientos dando como resultado el tratamiento 14. Se observaron incrementos (%) en el contenido de carotenoides totales de la mayor parte de las líneas con respecto al control (100%) (Tabla 1), donde las líneas con mayores incrementos fueron: el tratamiento 3 y 13.

Tabla 1. Incremento en el contenido de carotenoides totales.

Incremento en el contenido de carotenoides totales								
EMS	1	2	3	4	5	6	7	8
%*	11.93	4.96	18.63	-5.69	11.42	-4.60	5.04	4.02
Gamma	9	10	11	12	13	14	15	16
%*	10.06	3.42	5.68	17.65	26.76	-3.74	18.52	22.00

\*% de incremento con respecto al control HZ (100%)

**Conclusiones.** De acuerdo con los resultados preliminares, se observaron cambios en las concentraciones de carotenoides totales, lo que indica tentativamente que si ocurrió mutagénesis física y química. Se continúa trabajando en la caracterización del contenido de zeaxantina.

**Agradecimientos.** Gracias a Industrias VEPINSA S.A. de C.V y CONACYT por los recursos proporcionados al desarrollo de proyecto.

1.Nwachukwu, D. Udenigwe, C. Aluko, R. (2016). Lutein and zeaxanthin: Production technology, bioavailability, mechanisms of action, visual function, and health claim status. *Food Sci. Technol.* (49): 74-84.

2.Sreecala, C. Raghava.L (2003) Exploitation of carotenoid in African marigold (*Tagetes erecta L.*) and its correlation with esterase polymorphism. *Theor. Appl. Gen.* (106): 771-776.

3.Serrato-Cruz, J. Sánchez, M. García, F. del Villar, A. Arenas, M. Aguirre, A. Santiago, R. Moreno, S. Barradas, S. Gómez, H. (2008). Carotenoids and morphological characteristics in flower heads from Mexican samples of *Tagetes erecta L.* *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (3):67-72.

## PREPARACIÓN PARA UN ESTUDIO DE ASOCIACIÓN GENÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD DEL VIRUS DE LA ESTRÍA MARRÓN DE LA YUCA (MANIHOT ESCULENTA, EN ACCESIONES DE GERMOPLASMA DE AMÉRICA DEL SUR)

Jessica Alejandra Ospina, Diana Carolina Lopez, Peter Wenzl, Mónica Carvajal-Yepes.

Laboratorio de ADN Semillas del futuro de Alianza Bioversity Int. & CIAT [j.a.ospina@cgiar.org](mailto:j.a.ospina@cgiar.org)

Keywords: Yuca (*Manihot esculenta*), Cassava Brown Streak Disease (CBSD), genotipificación

**Introducción.** La yuca (*Manihot esculenta*), es una fuente primaria de ingresos y calorías dietéticas para millones de personas en África, Asia y América Latina, debido al alto contenido de almidón de sus raíces de almacenamiento. Sin embargo, la producción de este cultivo en el África del este es considerablemente afectada por la enfermedad del virus de la estría marrón de la yuca, conocida en inglés como “Cassava Brown Streak Disease (CBSD)”.

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis de asociación genómica, en un panel de 235 accesiones de germoplasma de la colección de la Alianza Bioversity Int. & CIAT provenientes de América Latina; para identificar polimorfismos asociados a la resistencia contra CBSD y utilizando la información fenotípica reportada por Sheat *et al.*, (2019). En esta fase inicial del trabajo, se presentará una descriptiva de los datos genéticos y fenotípicos disponibles como preparación para el estudio de asociación.

### Métodos

**Extracción de ADN:** La extracción de ADN se realizó siguiendo el protocolo de protocolo Weigel *et al.*, (2009), modificado y adaptado por el laboratorio de ADN. Etapa de lisis: Buffer de extracción que contiene 2% (peso / volumen) de CTAB, 2% PVP 40, Tris-HCl 100 mM, pH 8,0, NaCl 1,4 M, EDTA 50 mM y 0.2% B-mercaptoethanol; en la etapa de separado cloroformo: isoamilalcohol; en la etapa de precipitación isoamilalcohol; en la etapa de limpieza alcohol al 80% y en la etapa de solubilización TE con RNase A 20mg/μl.

**Genotipificación:** Las muestras de ADN genómico se secuenciaron con la plataforma DArTseq (DArT P/L, Canberra, Australia) usando las enzimas *PstI* y *MseI* para generar las representaciones genómicas. La llamada de variantes la realizó DArT usando el software DS14 generando dos tipos de marcadores: SNPs y SilicoDArT.

**Análisis de datos fenotípicos:** Los datos fenotípicos fueron obtenidos del reporte de Sheat *et al.*, (2019) y corresponden a datos de conteos binarios (presencia/ausencia) de enfermedad y a datos en escalas ordinales, de severidad de la enfermedad. Para los datos de incidencia de la enfermedad, utilizamos paquetes de RStudio para hacer la descriptiva de las estas variables.

**Análisis de datos genotípico:** Se realizó un análisis descriptivo inicial para identificar muestras y marcadores de buena calidad usando el paquete dartR, plink. Se revisaron diferentes parámetros como el callrate, minor allele frequency (MAF), entre otros para definir los filtros y calcular distancias genéticas. Se realizaron componentes principales para revisar la estructura poblacional.

**Resultados preliminares:** Las accesiones incluidas en el estudio de Sur América provienen de 21 países, están representadas por 229 accesiones primitivas y 6 accesiones mejoradas.

De estas 235 accesiones Sheat *et al.*, 2019 encontraron 219 accesiones susceptibles, 16 accesiones no presentaron síntomas y de este grupo 7 accesiones presentaron alta resistencia contra CBSV-Mo83.

En cuanto a los datos genéticos se obtuvieron un total de 121.405 SNPs y 12.4704 SilicoDArT.

### Perspectivas

**Análisis genotípico:** Al completar esta fase preliminar, se realizarán pruebas de asociación con el paquete GMMAT del software R (R, 2021). Se construirán los gráficos de Manhattan y se identificarán marcadores con un -log<sub>10</sub> (valor P) que muestren una probabilidad de tasa de descubrimiento falsa (FDR) ≤ 0.05 para ser estadísticamente significativos. A estos marcadores se les anotará su ubicación en el genoma e identificará si caen en regiones codificantes.

### Referencias

- Sheat, S., Fuerholzner, B., Stein, B., & Winter, S. (2019). Resistance against cassava brown streak viruses from Africa in cassava germplasm from South America. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00567>
- Sheat, S., Zhang, X., & Winter, S. (2022). High-Throughput Virus Screening in Crosses of South American and African Cassava Germplasm Reveals Broad-Spectrum Resistance against Viruses Causing Cassava Brown Streak Disease and Cassava Mosaic Virus Disease. *Agronomy*, 12(5), 1055. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051055>
- Weigel, D., & Glazebrook, J. (2009). Dellaporta Miniprep for Plant DNA Isolation. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2009(3), pdb. Prot 5178. <https://doi.org/10.1101/pdb.prot5178>

## Hacia la Resistencia a mosca blanca en Yuca (*Manihot esculenta*, Crantz): Multiómicas como estrategia para encontrar marcadores

Adriana Bohorquez Chaux<sup>1</sup>, Vianey P. Barrera Henríquez<sup>1</sup>, María Isabel Gomez Jimenez<sup>1</sup>, y Luis Augusto Becerra Lopez-Lavalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alliance Bioversity-CIAT. Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia. [ABOHORQUEZ@CGIAR.ORG](mailto:ABOHORQUEZ@CGIAR.ORG)

<sup>2</sup>Chief Scientist. International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, United Arab Emirates.

**Keywords:** Resistencia a mosca blanca, QTLs, Metabolómica, Transcriptómica

**Introducción.** Las moscas blancas (WF) son el principal estrés biótico que amenaza la sostenibilidad del cultivo de la yuca, causando daños directos debido a la alimentación y puede destruir el cultivo. La especie más importante en América Latina es *Aleurotrachelus socialis*. Uno de los mecanismos de resistencia más potentes a WF fue descubierto en el CIAT. Para desentrañar el mecanismo de resistencia a WF y definir las regiones genéticas involucradas en la respuesta resistente contra el ataque de *A. socialis*, propusimos adoptar los enfoques ómicos, mapeo QTL (Quantified trait Loci), y Metabolómica para identificar la base genética de la resistencia cuantitativa de la yuca a WF utilizando una población de segregantes entre ECU72 x COL2246 (CM8996). El mapa de ligamiento de alta resolución de esta población fue la base para el mapeo QTL para el rasgo de conteo de ninfas con datos de resistencia recopilados para la familia de segregación recopilados a través de 5 experimentos de fenotipado realizados durante cuatro años (2013, 2016, 2017 y 2018).

Objetivo: encontrar las regiones genómicas, y los metabolitos involucrados en la Resistencia a WF.

### Métodos.



Fig.1 Descripción de Bioensayos de No elección con la WF *A. socialis*, en invernadero para Metabolómica y Transcriptómica.

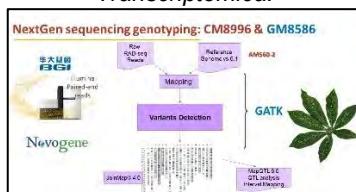


Fig.1 Descripción de Metodología para construcción de Mapas de ligamiento de las dos familias segregantes, usando el programa JoinMap (Van Ooijen, 2006).



Fig.2 Descripción de la metodología de análisis de QTLs y anotación de los genes involucrados en la resistencia a WF.

### Resultados y discusión.

Con los cruzamientos controlados realizados en los lotes del CIAT, se ha logrado obtener un 21% de genotipos con el rasgo ceroso que nos permiten ampliar la investigación e implementar metodologías en el laboratorio de Genética de yuca del CIAT para obtener genotipos con características relevantes para usos

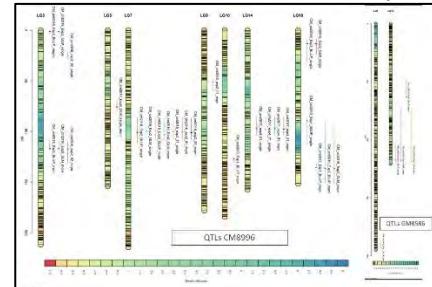


Fig. 3. Mapa de ligamiento con las regiones QTLs relacionadas con la resistencia a WF, de las dos familias segregantes.

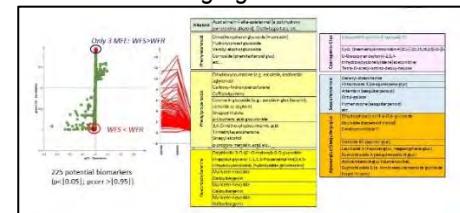


Fig. 4. Biomarcadores obtenidos a partir del análisis de metabolómica en las dos familias segregantes (Perez-Fons et al, 2019)

### Conclusiones.

-Se desarrollaron mapas de ligamiento para las dos familias segregantes a la resistencia a WF.

-Se realizó análisis de QTLs, encontrándose 20 regiones asociadas con la resistencia a WF en estas dos familias segregantes.

-Se obtuvieron más de 200 biomarcadores metabolitos para resistencia a WF.

**Agradecimientos.** La investigación del Proyecto de Mosca Blanca en yuca (CIAT) es patrocinada por Bill y Melinda Gates Foundation.

### Referencias.

- Perez-Fons, L. et al. A metabolomics characterisation of natural variation in the resistance of cassava to whitefly. BMC Plant Biol 19, 518 (2019).
- Van Ooijen, J. (2006). JoinMap R 4, Software for the calculation of genetic linkage maps in experimental populations. Kyazma BV. Wageningen 33, 1371.

## EVALUACIÓN DEL GEN *PDS* CON EL SISTEMA VIGS EN *PERSEA AMERICANA* VAR. HASS.

Luis Enrique Bernardino Rivera<sup>a</sup>, Julio Armando Massange Sánchez<sup>a</sup>, Jorge Alberto Salazar González<sup>a</sup>, Alejandro Pereira Santana, Myriam Guadalupe Rodríguez Gandarilla, Rafael Urrea López<sup>a</sup>.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ) Unidad de Biotecnología Vegetal, Camino Arenero 1227, El Bajío, C. P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.

[lbernardino\\_al@ciatej.edu.mx](mailto:lbernardino_al@ciatej.edu.mx)

Palabras clave: Floración, silenciamiento, transformación-transitoria.

**Introducción.** El aguacate o *Persea americana* cultivar Hass es un fruto con características organolépticas deseables para el área agroalimentaria. Actualmente México se ha posicionado como principal exportador. Esta situación ha permitido e impulsado diferentes investigaciones para el mejoramiento de este cultivar [1]. Una alternativa para el desarrollo de modelos de estudio y mejoramiento de cultivos es a través del uso de genes reporteros como *fitoenodesaturasa* (*PDS*), sin embargo este gen no está caracterizado en el aguacate dado que no se cuenta con el genoma completo de esta especie [2].

El objetivo de este proyecto es evaluar la transformación de *P. americana* mediante el uso del vector viral PNRSV que silencia el gen fitoeno desaturasa (*PDS*) fungiendo como un reportero del silenciamiento, resultando a mediano plazo en un modelo de estudio de la regulación negativa de la floración.

**Métodos:** Se recopilaron 60 secuencias del gen *PDS* de diferentes especies vía BLASTx, estas se utilizaron para predecir la secuencia incompleta del gen *PDS* en *P. americana* ubicado en el genoma publicado por la universidad de Queensland (GCA\_018408905.1), después se sometieron a un alineamiento a través de MUSCLE y posteriormente a un análisis de máxima verosimilitud por MEGA para determinar la secuencia con mayor porcentaje de identidad.

**Resultados y discusión.** Fue posible determinar la secuencia que transcribe al gen *PDS*, con un tamaño de 1668 pb, al ser comparada con otras secuencias, el porcentaje de identidad fue del 86%. Este grado de conservación puede observarse en su dominio con función de oxidoreductasa (Fig 1). Se tomaron como principales referentes la secuencia de *Chimonanthus praecox* y *Cinnamomum micranthum f. kanehirae* para predecir la secuencia de *PDS* (Fig. 2).

Actualmente, se logró la clonación de un fragmento de 200 pb del gen *PDS* en PNRSV, para comenzar la agroinfiltración por vacío e inyección en aguacate.

oxidoreductasa de *PDS* de aguacate contra otras especies de interés agrícola como, maíz, espinaca, tomate y kiwi.



Ilustración 2 Análisis filogenético de las secuencias de proteínas de *PDS* en *P. americana* y especies de interés agrícola.

**Conclusión.** Es posible utilizar el gen *PDS* como reportero en la transformación de *P. americana*, debido a que está altamente conservado entre plantas anuales y perennes.

Perspectivas futuras permiten explorar el método de silenciamiento de genes vía plásmidos virales (VIGS) aplicado a plantas de interés agrícola como el aguacate.

**Agradecimientos.** Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) y Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología (SICYT) por el apoyo económico al proyecto 7270-2018. CONACYT por la beca de posgrado LEBR (No. CVU 1090641).

Propuesta “Asistencia de investigadores y estudiantes de posgrado al XI congreso de la REDBIO y V Simposio internacional de Agave” con folio “9942”.

### Referencias

- [1] P. Y. A. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL. (2017). “Planeación Agrícola Nacional 2017-2030: El aguacate”, en *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*, Primera ed., Ciudad de México: SAGARPA, p. 16.
- [2] J. Schachtsiek, T. Hussain, K. Azzouhri, O. Kayser, y F. Stehle. (2019), “Virus-induced gene silencing (VIGS) in *Cannabis sativa* L.”, *Plant Methods* 2019 151, vol. 15, núm. 1, pp. 1–9.

Species/Abbrv	Sequence
1. <i>Persea drimifolia</i>	EWKEIIPYFKRLKEXLKVGPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYFDPNRS
2. <i>Persea americana</i>	EWKEIIPYFKRLKEXLKVGPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYFDPNRS
3. <i>Cinnamomum micra</i>	EWKEIIPYFKRLKEXLKVGPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYFDPNRS
4. <i>Chimonanthus praec</i>	EWKEIISYFRRLEKLKVGPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYYDPNRS
5. <i>Zea mays</i>	EVSEIIPYFKKLELKVGVPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYYDPNRS
6. <i>Spinacia oleracea</i>	DEWKEIIPYFKKLDKLVGVPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYYDPNRS
7. <i>Actinidia chinensis</i>	EDWKEIISYFRKLEKLVGVPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYYDPNRS
8. <i>Nicotiana bentham</i>	EDWKEIIPYFOKLEKLVGVPVINVHWFDRKLKNTSNLLFSRSSPLLSVYADMSVICKEYYNPQNS
9. <i>Solanum lycopersicum</i>	DWKEIIPYFOKLEKLVGVPVINVHWFDRKLKNTYDHLLFSRSSLLSVYADMSVICKEYYNPQNS

Ilustración 1: Alineamiento del dominio conservado con actividad

## POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE COLOBANTHUS QUITENSIS, UNA PLANTA DE AMBIENTE EXTREMO.

Marely Cuba-Díaz<sup>1,2,3\*</sup>, Gustavo Cabrera<sup>4</sup>, Macarena Klagges<sup>1</sup>, Yesenia Zuñiga<sup>1,2</sup>, Ady Giordano<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología y Estudios Ambientales, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, Escuela de Ciencias y Tecnologías, Universidad de Concepción Campus Los Ángeles. <sup>3</sup>Programa Ciencias Antárticas y Subantárticas (PCAS), Universidad de Concepción. <sup>4</sup>Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), Universidad de Concepción, <sup>5</sup>Faculty of Chemistry and of Pharmacy, Pontificia Universidad Católica de Chile. \*mcuba@udec.cl

**Keywords:** *Callogéneiss, polifenoles, actividad antioxidante*

**Introducción.** La callogénesis y las suspensiones celulares son herramientas del cultivo de tejidos vegetal ampliamente utilizadas en el mejoramiento vegetal, la propagación y/o conservación de germoplasma, en estudios genómicos y en desarrollos biotecnológicos como la obtención de metabolitos secundarios o la expresión de genes para la obtención de compuestos de interés biológico<sup>1</sup>. Los metabolitos secundarios son compuestos no esenciales para el crecimiento y desarrollo vegetal, pero son cruciales en la defensa y señalización celular, y han sido usados desde tiempos ancestrales para distintos fines<sup>2</sup>. Las condiciones geoambientales extremas en la Antártica, han forzado el desarrollo de mecanismos de defensa únicos en su flora y fauna<sup>3</sup>. Recientes investigaciones han evidenciado aplicaciones biotecnológicas a partir de varios organismos antárticos. *Colobanthus quitensis* Kunth. (Bartl.), única dicotiledónea que habita en la Antártica. Además, de ser ampliamente estudiada por sus mecanismos de tolerancia a condiciones abióticas extremas y como indicador del cambio climático en Antártica, en los últimos años ha sido objeto de varias investigaciones biotecnológicas<sup>4</sup>.

En esta investigación se muestra la obtención de callos friables a partir de diferentes explantes, la actividad antioxidante y perfiles fitoquímicos de los extractos obtenidos desde estos y su uso en el desarrollo de suspensiones celulares.

**Métodos.** Se utilizaron semillas, hipocótilos o brotes de plántulas *in vitro* de *C. quitensis*<sup>5</sup>, en presencia de 1, 1.5 y 2 mgL<sup>-1</sup> de 2,4D o picloram para la inducción de callos. Se obtuvieron extractos alcohólicos desde callos, y desde plántulas y callos expuestos a 0, 50, 150, 250 mM de NaCl como elicitor. A los extractos se les determinó el contenido de polifenoles totales (PFT), la actividad antioxidante (AAox) y el perfil fitoquímico. Callos inducidos desde hipocótilos y brotes fueron usados en suspensiones celulares, empleando 1 mgL<sup>-1</sup> de 2,4 D y 0.2 mgL<sup>-1</sup> de BAP.

**Resultados y discusión.** Se obtuvieron callos a partir de los tres explantes y con ambas hormonas, aunque el 2,4 D permitió la mejor calidad de callos (Fig.1). El 100% de los hipocótilos formaron callos. Estos mostraron los mayores contenidos de PFT, flavonoides totales y la mayor AAox. Todos los callos produjeron polifenoles, identificando 7 compuestos diferentes. La salinidad no afectó el crecimiento y fisiología de los callos, pero sí en las plántulas. Los callos de brotes, mostraron un claro patrón de inducción de PFT por NaCl, y las plántulas

tratadas con altas concentraciones de NaCl presentaron los mayores contenidos PFT y AAox. Se lograron identificar compuestos no descritos previamente para esta especie.

Los callos desde ambos explantes permitieron la desagregación y el crecimiento celular durante el desarrollo de las suspensiones. La mayor biomasa, el mayor número de células totales y el menor número de células muertas se observó en las suspensiones provenientes de callos de brotes.

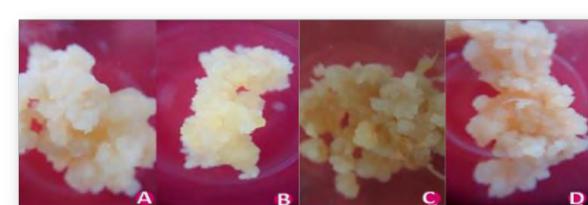


Fig. 1. Callos de *Colobanthus quitensis* a 3 meses de inducción en presencia de la hormona 2,4-D a partir de hipocótilos (A y B) y brotes (C y D).

**Conclusiones.** Estos resultados muestran la alta capacidad morfogénica, la factibilidad del desarrollo de callogénesis y suspensiones celulares en *C. quitensis*, ampliando las herramientas para investigación y desarrollos biotecnológicos en esta especie.

**Agradecimientos.** Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Universidad de Concepción Proyectos VRID-Asociativo 217.418.009-1.0 y VRID-220.418.012-INV.

### Referencias.

1. Loyola-Vargas, VMA; Ochoa-Alejo, N. (2018) An introduction to plant tissue culture: Advances and perspectives. En: *Plant Cell Culture protocols. Methods in molecular biology*. Loyola-Vargas, VMA; Ochoa-Alejo, N. (eds.) Humana Press, NY. Vol. 1815. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8594-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8594-4_1).
2. Chandra, H. et al. (2020) Plant tissue es a perpetual source for production of industrially important bioactive compounds. Biotech R. 26 (e00450). <https://doi.org/10.1016/j.biote.2020.e00450>.
3. Robinson, SA. et al. (2018) Rapid change in East Antarctic terrestrial vegetation in response to regional drying. *Nat. Clim Change.* 8>(879–884) <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0280-0>.
4. Cuba-Díaz, M. et al. (2020) Advances of native and non-native Antarctic species to *in vitro* conservation: improvement of disinfection protocols. *Sci Rep* 10(3845). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60533-1>.
5. Cuba-Díaz, M. et al. (2014). Optimización de parámetros para la propagación *in vitro* de *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. *Gayana. Bot.* 71(1), 58-67.

## COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES ANTÁRTICAS: UNA HERRAMIENTA PARA LA BIOTECNOLOGÍA Y LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.

Marely Cuba-Díaz<sup>1,2,3\*</sup>, Macarena Klagges<sup>1,2</sup>, Yadiana Ontivero<sup>1,4</sup>, Solange Alveal<sup>1</sup>, Constanza Espinoza<sup>1</sup>, Francisca Arroyo<sup>1</sup>, Rodrigo Burgos<sup>1,2</sup>, Darío Navarrete<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología y Estudios Ambientales, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, Escuela de Ciencias y Tecnologías, Universidad de Concepción Campus Los Ángeles. <sup>3</sup>Programa Ciencias Antárticas y Subantárticas (PCAS), Universidad de Concepción. <sup>4</sup>Programa de Doctorado en Ciencias de la Agronomía, Universidad de Concepción. \*mcuba@udec.cl

**Keywords:** *Plantas vasculares antárticas, C. quitensis, biotecnología vegetal*

**Introducción.** La Antártica es considerada un sistema prístico con baja actividad antrópica, que actualmente se encuentra en primera línea cuando hablamos de crisis climática. Debido esto, es importante el estudio de las especies que habitan en este ecosistema, ya que son consideradas “modelos” en la compresión de mecanismos de adaptación y resiliencia, pero también como fuente de aplicaciones biotecnológicas y conservación. Solo dos plantas vasculares son nativas de la Antártica, aunque se ha descrito la introducción y establecimiento de otras especies. Como parte de los acuerdos de protección medioambiental y el Tratado Antártico Internacional, se han desarrollado Áreas Especialmente Protegidas y otros resguardos de conservación y protección *in situ* para el patrimonio genético presente en la Antártica. Sin embargo, varias investigaciones y experimentos se han podido realizar a partir de material conservado y protegido *ex situ*. En nuestro laboratorio contamos con una colección de plantas vasculares antárticas, única en su tipo, que desde el año 2009 se ha enriquecido con material de diferentes procedencias y ha sido fuente para investigaciones, colaboraciones científicas y plataforma para la formación de estudiantes de pre y postgrado. La colección se mantiene a partir de un banco de semillas obtenidas *ex situ*, almacenadas a bajas temperaturas y por un corto plazo, o a través de propagación vegetativa *in vitro* o en condiciones controladas en jardín común. El objetivo de este trabajo es mostrar avances en investigaciones a partir de esta colección y sus proyecciones, y transversalmente evidenciar la contribución de estas investigaciones en la formación de capital humano.

**Métodos.** Se expondrán algunas de las metodologías, avances y resultados de investigaciones en: propagación y conservación del material vegetal de la colección, fisiología del deterioro de semillas debido a la conservación en el tiempo, estructuración genética y relaciones filogeográficas, respuestas morofisiológicas y bioquímicas frente a estrés abióticos, aplicaciones biotecnológicas, entre otras. Paralelamente, se destacará la participación de estudiantes de pre y postgrado en estas investigaciones y resultados.

**Resultados y discusión.** Durante 12 años, desde la creación de la colección de plantas, se ha incrementado el número de especies y sus poblaciones alcanzando a la fecha un total de 15 accesiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies, poblaciones y modo de conservación y/o propagación de plantas vasculares antárticas presentes en la

colección *ex situ*.

Especies (tipo)	(Nº) Poblaciones	Modo de conservación
<i>Colobanthus quitensis</i> (nativa)	(8) Antárticas, sur y centro-sur de Chile	<i>In vitro</i> , jardín común y semillas
<i>Deschampsia antarctica</i> (nativa)	(3) Antárticas	<i>In vitro</i> y jardín común
<i>Juncus bufonius</i> (no nativa)	(3) Antártica, Polonia, centro-sur de Chile	<i>In vitro</i> , jardín común y semillas
<i>Poa annua</i> (no nativa)	(1) Antártica	Semillas y jardín común

Se han desarrollado protocolos de propagación y conservación *in vitro* y en jardín común, y de estrategias para aumentar la capacidad de germinación, con énfasis en *C. quitensis* (Fig. 1).

Fig. 1. Estrategias de introducción, propagación y conservación de *Colobanthus quitensis* en la colección *ex situ*.



Se ha avanzado en: 1) dilucidar los mecanismos de tolerancia a condiciones de frío, salinidad e iones metálicos, estableciendo diferenciación entre poblaciones, 2) la comprensión de las relaciones ecológicas entre especies nativas y no nativas ante un escenario de cambio climático, 3) un mayor conocimiento de la estructuración genética y las relaciones fitogeográficas en poblaciones de *C. quitensis*. 4) el desarrollo de varias aplicaciones biotecnológicas tales como: desarrollo de mutantes, inducción de callogénesis y suspensiones celulares, protocolos de transformación genética, prospección de metabolitos secundarios e elicidadación abiótica de compuestos de interés biológico, principalmente usando como modelo las dos especies nativas.

**Conclusiones.** Destacar la importancia de mantener colecciones de plantas de alto interés científico y procedentes de ecosistemas extremos de difícil acceso, y permitir el avance en investigaciones con gran aporte al conocimiento y en la formación de recursos humanos.

**Agradecimientos.** A las fuentes que financiaron las investigaciones, a colaboradores nacionales e internacionales y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Vegetal del Campus Los Ángeles de la Universidad de Concepción.

**Referencias.** Se citarán en la presentación de este trabajo.

## ESTUDIO DESCRIPTIVO DE TRES VARIEDADES DE *Musa* CULTIVADAS EN EL MUNICIPIO DE ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN, MÉXICO

Héctor Guillén Andrade, Judith Cárdenas Peña y Ana Karen Escalera Ordaz.

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de agrobiología “Presidente Juárez”, Uruapan Michoacán, C.P. 60170. [hguillenandrade@gmail.com](mailto:hguillenandrade@gmail.com), [judithpena30@gmail.com](mailto:judithpena30@gmail.com), [ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com](mailto:ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com).

**Keywords:** recursos fitogenéticos, caracterización morfológica, variabilidad.

**Introducción.** Los recursos fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) ejercen un papel muy importante en la seguridad alimentaria y en el desarrollo económico mundial. La conservación, caracterización y preservación de estos recursos es responsabilidad social (FAO, 2010)<sup>(1)</sup>. Asimismo, la caracterización de recursos fitogenéticos es un paso fundamental para su conservación y aprovechamiento, bajo esta premisa, se desarrolló este trabajo con el propósito de fotodocumentar las características morfológicas de tres variedades de *Musa* spp., que son cultivadas en la región de Ziracuaretiro, Michoacán, México y, que forman parte del germoplasma introducido a México en la época de la colonia por Vasco Vázquez de Quiroga, en la región indicada.

**Métodos.** El material genético en estudio consta de tres variedades del género *Musa*: verde maduro, morado y cotillón cenizo. Las variedades fueron caracterizadas morfológicamente, con base en los descriptores para el banano (*Musa* spp.) propuestos por el IPGRI (1996)<sup>(2)</sup>. En total fueron evaluadas 40 características de las cuales 28 son cualitativas y 19 cuantitativas. Con los datos obtenidos se construyó una base de datos para practicar análisis de varianza, comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha < 0.05$ ), análisis de correlación y, análisis clúster. Estos análisis fueron hechos con la ayuda del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2021)<sup>(3)</sup>.

**Resultados y discusión.** En el presente trabajo de investigación fueron identificadas y recolectadas tres variedades cultivadas de *Musa* spp., estas variedades son conocidas localmente como Morado, Costillón Cenizo y Verde Maduro (Figura 1). Además, se hizo una descripción completa de cada una de las variedades, en donde se incluye la información de planta, racimo, hoja, inflorescencia y fruto para facilitar su identificación y diferenciación entre ellas.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) para el tamaño de la yema masculina diámetro, longitud del pedicelos, ancho del pedicelos del fruto y peso de las manos. El peso de racimo fue identificado como la variable con el mayor coeficiente de variación.,

En el análisis de correlación fueron identificadas 29 asociaciones con valor de uno, para las 40 variables evaluadas; el ancho del pedicelos del fruto, el color de los márgenes del pecíolo y el color de la cascara inferior de la lámina presentaron el mayor número de asociaciones.

Finalmente, los resultados obtenidos del análisis clúster indican mayor similitud morfológica entre las variedades morado y verde maduro.



Figura 1. Racimos de *Musa* spp: Verde Maduro (A), Morado (B) y Costillón Cenizo (C).

**Conclusiones.** Las tres variedades de *Musa* spp., estudiadas presentaron características distintivas que permiten su fácil identificación.

**Agradecimientos.** A la CIC-UMSNH y a la UIAA-Facultad de Agrobiología-UMSNH por el financiamiento del proyecto y apoyo con las instalaciones para la ejecución de las actividades de investigación.

### Referencias.

1. FAO. 2010. El segundo informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Roma. 402p.
2. IPGRI (1996). Descriptores para el banano (*Musa* spp.). Instituto International de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Red International para el Mejoramiento de Banano y el Platano, Montpellier, Francia; y el Centre de cooperation agronomique pour le développement, Montpellier, Francia. ISBN: 92-9043-307-8.
3. SAS®, 2021. SAS® OnDemand para académicos. Obtenido de: SAS® Studio [https://www.sas.com/es\\_mx/software/studio.html](https://www.sas.com/es_mx/software/studio.html). Fecha de consulta: 25/07/21.

## PREDICCIÓN COMPUTACIONAL DE LA FAMILIA SABP2 EN CUATRO ESPECIES TROPICALES VEGETALES.

Paola Castellanos, Andrés Columba, Cecilia Freire, Fabio Idrovo-Espín. Universidad Central del Ecuador. Ciudadela Universitaria, Quito-Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Bioquímica CL2-1. [fmidrovo@uce.edu.ec](mailto:fmidrovo@uce.edu.ec).

*Keywords: SABP2, metil salicilato, defensa en plantas*

**Introducción.** La enzima SABP2 es importante para la activación de la respuesta sistémica adquirida (del inglés SAR) que es una ruta de defensa en plantas. SABP2 posee una fuerte actividad de estearasa con metil salicilato (MeSA) como substrato, adicionalmente SABP2 se involucra con la conversión de MeSA a ácido salicílico (SA), que a su vez está considerado como el principal mediador de las respuestas defensivas posterior a la infección por patógeno (1).

El objetivo de este trabajo es predecir secuencias tipo SABP2 en cacao (*Theobroma cacao L.*), piña (*Ananas comosus*), yuca (*Manihot esculenta*) y papaya (*Carica papaya*), todas ellas plantas tropicales con genomas secuenciados.

**Métodos.** Se tomaron como referencia las secuencias ATMES9 (*Arabidopsis thaliana*) y NtAY485932 (*Nicotiana tabacum*) que codifican para secuencias proteicas SABP2 y se buscaron las secuencias de nucleótidos a partir de sus números de accesión en la base de datos TAIR (2). Se seleccionó las secuencias codificantes con valores E menores que  $10^{-17}$  y porcentajes de identidad superiores a 25% dentro del genoma de *C. papaya*. Se utilizó la secuencia número de accesión AAF22522.1 de arabadopsis como outgroup. Se realizó la predicción proteica de las secuencias codificantes mediante FGENESH, el alineamiento (ClustalW), modelo y filogenia (Maximum Likelihood) de las predicciones proteicas se realizó mediante MEGA11 (2). Se diseñaron primers para futuros estudios de expresión.

**Resultados y discusión.** Se encontraron 70 secuencias homólogas a SABP2 de arabadopsis y tabaco en los genomas de cacao (Tc), piña (Ac), yuca (Me), y papaya (Cp) descritas en la filogenia (Fig. 1). Una vez traducidas, todas estas secuencias presentaron la triada catalítica Ser, His, Glu (1, 3) característica de SABP2 involucrada en la conversión de MeSA a SA.

Se formaron 4 clados definidos que comprenden las 70 secuencias encontradas, destacan un clado (rojo) con el mayor número de miembros y que contienen a las secuencias de arabadopsis y tabaco (triángulos amarillos).

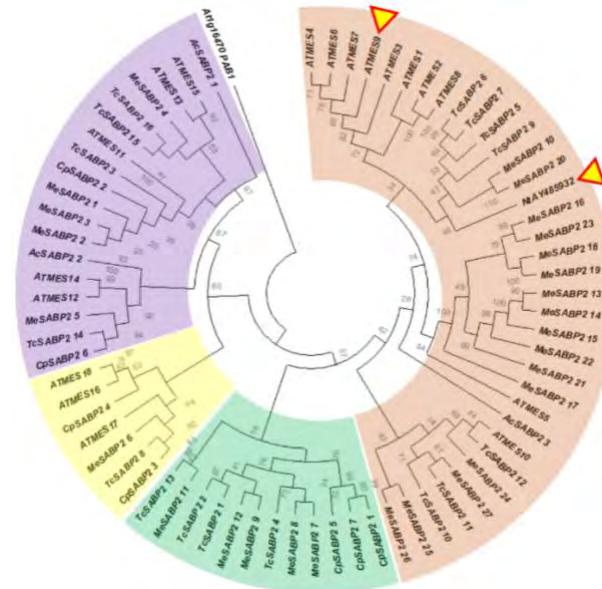


Fig. 1. Filogenia de secuencias SABP2 de cuatro especies vegetales tropicales.

Mediante los primers diseñados, se espera realizar ensayos de expresión de genes SABP2 no caracterizados para estas especies vegetales.

**Conclusiones.** Existen secuencias homólogas a SABP2 en cacao, piña, yuca y papaya que podrían estar involucrados en la defensa en plantas de estas especies tropicales.

**Agradecimientos.** Al Decanato de la Facultad de Ciencias Químicas UCE por el apoyo brindado.

### Referencias.

- Forouhar, F. et al. (2005). Structural and biochemical studies identify tobacco SABP2 as a methyl salicylate esterase and implicate it in plant innate immunity. *Proc Natl Acad Sci.* 102 (5): 1773-1778.
- Tamura, K.; Stecher, G.; Kumar,S.. (2021). MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11.. *Molec Biol Evol.* 38(7): 3022–3027.
- Silva, C. et al. (2019). Structure-function relationship of a citrus salicylate methylesterase and role of salicylic acid in citrus canker resistance. *Sci. Rep.* 9:3901-3912.

## EFEKTOS DE SUPLEMENTACIÓN EXÓGENA DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN PARÁMETROS DE BIOMASA E ÍNDICES DE CRECIMIENTO DE PLANTAS *IN VITRO* DE BATATA PULPA NARANJA.

Jazmin Pérez Pazos<sup>1,2</sup>, Rocío Gámez<sup>1</sup> y Amparo Rosero<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, Centro de Investigación Turipaná, Km 13 Vía Montería-Cereté, Cereté, Colombia. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia. Cra 65 #59a-110. Medellín – Colombia.

[jvperez@agrosavia.co](mailto:jvperez@agrosavia.co), [rgomez@agrosavia.co](mailto:rgomez@agrosavia.co), [erosero@agrosavia.co](mailto:erosero@agrosavia.co).

Keywords: auxina; citoquinina; micropagación.

**Introducción.** La batata es un cultivo con creciente demanda en los mercados mundiales por sus características nutricionales, especialmente aquellos que producen raíces tuberosas con alto contenido de carotenos, como las variedades de pulpa naranja (1). La batata es de propagación vegetativa, produciendo riesgos fitosanitarios, por tanto, el cultivo de tejidos *in vitro* se considera una alternativa eficaz para obtener plantas libres de virus y patógenos (2). Los procesos de micropagación son particulares de cada especie y la introducción de explantes al cultivo *in vitro* requiere una adecuada composición del medio de cultivo para garantizar la adaptación y el crecimiento. En este estudio evaluamos en la fase de iniciación *in vitro*, el efecto de auxinas y citoquininas sobre parámetros de biomasa e índices de crecimiento en batata de pulpa naranja.

**Métodos.** Se evaluaron los reguladores de crecimiento, citoquinina 6-Bencilaminopurina (BAP), y auxina 1-Naftalenacético (ANA) en diferentes concentraciones (ppm) (Tabla 1).

Tabla 1. Concentraciones de los reguladores de crecimiento evaluados en cada tratamiento (Tto).

Tto	Bap	Ana	Tto	Bap	Ana	Tto	Bap	Ana
1	0	0	1	0,2	0	1	0,5	0
2	0	0,2	2	0,2	0,2	2	0,5	0,2
3	0	0,5	3	0,2	0,5	3	0,5	0,5

Se determinaron parámetros de altura (cm), número de hojas, grosor del tallo (mm), número de nudos, peso fresco y seco de hojas, tallos y raíces (g), diámetro y peso de callos (g) y área foliar ( $\text{cm}^2$ ), estimado por análisis de imágenes con el software Image J versión Fiji (3). Se calculó la fracción de biomasa aérea y la fracción de biomasa de raíces, tasa de crecimiento absoluta, área foliar específica, área foliar neta y relación fuente vertedero (4).

**Resultados y discusión.** Los resultados obtenidos indican que la adición de reguladores de crecimiento generó diferencias significativas en las variables de crecimiento, distribución de biomasa e índices de crecimiento. Las plántulas cultivadas en T6 y T9 presentaron un bajo desarrollo respecto a las plántulas

sin reguladores y se observó en particular una alta formación de callosidades. Las mejores respuestas fueron encontradas con la adición de 0,2 ppm de BAP y ANA de forma independiente, presentando con T2 un menor desarrollo de callosidades, una mayor formación de nudos y un equilibrio en la distribución de biomasa de la parte aérea y radicular.



Fig. 1. Desarrollo de plantas *in vitro* de batata en medios de cultivo suplementados con reguladores de crecimiento. a. Registro fotográfico de plantas *in vitro* obtenidas a los 30 días. b. Diámetro de callos. c. Número de nudos.

**Conclusiones.** La adición de reguladores BAP y ANA en cultivo *in vitro* de batata generó efectos en el crecimiento y desarrollo.

**Agradecimientos.** Investigación financiada por el “Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR”, Colombia. Convenios TV18-19, proyecto: 1000745.

### Referencias.

- Alam MK, Sams S, Rana ZH, et al. (2020) Minerals, vitamin C, and effect of thermal processing on carotenoids composition in nine varieties orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *J Food Compos Anal.* 1;92:103582.
- Singh CR. (2018). Review on problems and its remedy in plant tissue culture. *Asian J Biol Sci.* 11(4):165–72.
- Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, et al. (2012) Fiji: An open-source platform for biological-image analysis. *Nat Methods.* 9(7):676–82.
- Pérez-Pazos J V., Rosero A, Martínez R, Pérez, et al. (2021) Influence of morpho-physiological traits on root yield in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) genotypes and its adaptation in a sub-humid environment. *Sci Hortic.* 3;275:109703.

## EFFECTO DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA (AgNPs) EN EL CULTIVO *IN VITRO* DE PIÑA CRIOLLA (*ANANAS COMOSUS*)

José Rubén Torres Ruiz, Carlos Alberto Lecona Guzmán, Rocío Meza Gordillo, Federico Antonio Gutiérrez Miceli, Nancy Ruiz Lau

*Keywords:* Piña criolla, hormesis, nanopartículas

### Introducción

La hormésis es un proceso de adaptación celular cuya finalidad es mejorar las respuestas fisiológicas de las plantas (Jalal *et al.*, 2021). La piña criolla es un cultivo regional, que ha disminuido su producción debido a su forma de propagación que es de manera asexual, poniendo en riesgo a que el cultivo desaparezca, por lo que deben diseñarse protocolos de micropagación *in vitro* que mejoren y generen más plántulas; una estrategia es mediante la aplicación de nanopartículas de plata (AgNPs). Diversos autores mencionan que las AgNPs mejoran las condiciones de plantas *in vitro* (Casillas-Figueroa *et al.*, 2020). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto hormético de las AgNPs en el proceso morfogénico de piña criolla (*A. comosus*).

### Métodos

Se utilizaron plántulas *in vitro* de piña criolla (*A. comosus*), empleando tres explantes de meristemo, por unidad experimental y cinco dosis de AgNPs (0, 25, 50, 100, 200 mg·L<sup>-1</sup>). Evaluando parámetros como: inducción del número de brotes, contenido de clorofila (Castro-Gonzalez *et al.*, 2019), fenoles totales (FT) (Folin-Ciocalteu) y capacidad antioxidante por DPPH, a 60 días de inducción *in vitro*.

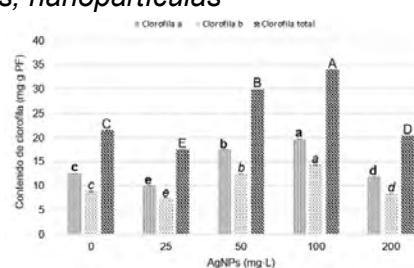
### Resultados y Discusión

El tratamiento con 50 mg·L<sup>-1</sup> de AgNPs indujo el mayor número de brotes a los 30 días, mientras que a 100 mg·L<sup>-1</sup> estimuló la mayor formación de brotes a los 60 días (tabla 1). El contenido de clorofila en los tratamientos de 50 y 100 mg·L<sup>-1</sup> de AgNPs mostraron diferencia estadística significativa (Figura 1). En la determinación de FT los tratamientos de 100 y 200 mg·L<sup>-1</sup> de AgNPs mostraron mayor contenido, sin embargo, tuvieron una baja capacidad antioxidante siendo el tratamiento de 50 mg·L<sup>-1</sup> de AgNPs el que registró mayor capacidad antioxidante (Tabla 2).

Tabla 1. Inducción de brotes con AgNPs

AgNPs (mg·L <sup>-1</sup> )	Número de brotes	
	30 días	60 días
0	4.0 ± 1.0 <sup>b</sup>	6.33 ± 2.33 <sup>b</sup>
25	1.67 ± 0.33 <sup>bc</sup>	3.0 ± 1.0 <sup>b</sup>
50	9.33 ± 0.88 <sup>a</sup>	11.33 ± 2.03 <sup>a</sup>
100	8.0 ± 1.16 <sup>a</sup>	13.0 ± 1.15 <sup>a</sup>
200	1.33 ± 0.33 <sup>c</sup>	1.67 ± 0.67 <sup>b</sup>

\*\*Letras diferentes indican diferencia significativa. Tukey, P≤0.05.



\*\*letras diferentes indican diferencia significativa. Tukey P≤0.05

Figura 1. Determinación de clorofila en hojas de plántulas tratadas con AgNPs.

Tabla 2. Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante en brotes tratados con AgNPs

[AgNPs] mg·L <sup>-1</sup>	Medio MS	
	Fenoles (mg·g <sup>-1</sup> ) de tejido vegetal	[C <sub>50</sub> ] (mg·g <sup>-1</sup> ) de tejido vegetal
0	20.811 ± 0.015 <sup>a</sup>	35.4503
25	25.852 ± 0.008 <sup>a</sup>	25.4502
50	32.443 ± 0.018 <sup>a</sup>	8.5962
100	36.580 ± 0.015 <sup>a</sup>	15.8216
200	42.015 ± 0.008 <sup>a</sup>	26.6838

± Error estándar para seis repeticiones con P<0.05.

Estos resultados pueden atribuirse a la formación de especies reactivas oxígeno (ROS) por parte de AgNPs, dado a que estas moléculas influyen sobre los mecanismos de proliferación y diferenciación celular, obteniéndose mayor número de brotes, incrementando también el contenido de clorofila y fenoles, como también la capacidad antioxidante.

### Conclusión

Se demostró el efecto hormético de las AgNPs, destacando que a 50 mg·L<sup>-1</sup> de AgNPs; se estimuló la formación de brotes, así como el incremento de diversos procesos metabólicos.

### Referencias

- 1) Casillas-Figueroa, F., Arellano-García, M. E., Leyva-Aguilera, C., Ruiz-Ruiz, B., Luna Vázquez-Gómez, R., Radilla-Chávez, P. y Bogdanchikova, N. (2020). Argovit™ silver nanoparticles effects on allium cepa: Plant growth promotion without cyto genotoxic damage. *Nanomaterials*, 10(7), 1-20.
- 2) Castro-González, C. G., Sánchez-Segura, L., Gómez-Merino, F. C., & BelloBello, J. J. (2019). Exposure of stevia (*Stevia rebaudiana* B.) to silver nanoparticles *in vitro*: Transport and accumulation. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.
- 3) Jalal, A., de Oliveira Junior, J. C., Ribeiro, J. S., Fernandes, G. C., Mariano, G. G., Trindade, V. D. R., y Dos Reis, A. R. (2021). Hormesis in plants: physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 1-12.

## INFLUENCE OF ENDOPHYTIC BACTERIA ON THE ROOTING OF IN VITRO PROPAGATED MICROCUTTINGS OF *Campomanesia xanthocarpa*

Alexandre Klas Bico. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brazil, [aleklas7@gmail.com](mailto:aleklas7@gmail.com).

Bruno Francisco Sant'Anna dos Santos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brazil.

Marguerite Quoirin. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brazil.

Juliana Degenhardt. Embrapa Florestas, Colombo – PR, Brazil.

**Keywords:** Guabiroba; Myrtaceae; microorganism.

**Introduction.** There are several fruit trees with great potential for exploitation, but which are currently neglected, such as *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae), popularly known in Brazil as guabiroba. To enable the commercial production of its fruits, a micropropagation protocol has been developed <sup>(1)</sup>. But the rooting step needs improvement. Endophytic bacteria are microorganisms that live in plants, and many assist in the production of phytohormones, such as auxins <sup>(2)</sup>.

The aim of this preliminary study was to evaluate the effect of seven strains of endophytic bacteria isolated from *Plinia cauliflora* tissues on the rooting and development of microcuttings of *C. xanthocarpa*.

**Methods.** Endophytic bacteria, previously isolated from *P. cauliflora* tissues, kept in an ultrafreezer were inoculated in liquid DYGS <sup>(3)</sup> culture medium under 28° C during 16 h and 150 rpm. Subsequently, the bacterial solutions were used for the inoculation of guabiroba microcuttings. After inoculation, the microcuttings were cultivated in solid WPM <sup>(4)</sup> without plant growth regulators and kept at an average temperature of 23° C, under fluorescent lamps (45 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and 16 h photoperiod. Three controls were used: indole-butric acid (IBA) (1.0 mg/L) added to culture medium, *Azospirillum brasiliense* (commercial) and a “blank” (without bacteria and auxin). Each treatment consisted of 30 microcuttings.

**Results and discussion.** There was statistical difference between the results for all parameters evaluated. Microcuttings treated with *A. brasiliense* stood out, as it presented higher rooting rate (37%), mean number of roots (0.5) and mean length of the longest root (0.58 cm) (Table 1), differing significantly from other treatments, except in relation to “blank” and CNPF 1 (*Bacillus spp.*) for the mean length of the longest root.

**Table 1.** Rooting of guabiroba microcuttings inoculated with bacteria strains after 42 days

Treatment	Rooting (%)	Number of roots	Length of longest root (cm)
Blank	20 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.43 <sup>a</sup>

IBA	10 <sup>c</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>
<i>Azospirillum</i>	37 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>
CNPF25	8 <sup>c</sup>	0.16 <sup>c</sup>	0.04 <sup>b</sup>
CNPF51	0 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>b</sup>
CNPF14	20 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>
CNPF1	20 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.39 <sup>a</sup>
CNPF12	7 <sup>c</sup>	0.07 <sup>c</sup>	0.03 <sup>b</sup>
CNPF2	4 <sup>c</sup>	0.04 <sup>c</sup>	0.01 <sup>b</sup>
CNPF11	0 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>b</sup>

*Data followed by distinct letters in columns differ significantly by Scott-Knott test at 5% probability.*

**Conclusions.** The commercial bacterium *A. brasiliense* and endophytic bacteria strains CNPF1 and CNPF14 promotes positive effects on the rooting of microcuttings of *C. xanthocarpa*, showing superior rooting rate compared to the auxin treatment. This bacterial strains could be used as a cheaper alternative for the rooting of microcuttings of this species.

**Acknowledgements.** The authors would like to acknowledge the support obtained from the following institutions: Fundação Cargill; Heide Indústria e Comércio Ltda; Embrapa Florestas; and Universidade Federal do Paraná – UFPR.

### References.

1. Machado, J. S., Degenhardt, J., Maia, F. R., & Quoirin, M. (2020). Micropropagation of *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae), a medicinal tree from the Brazilian Atlantic Forest. *Trees*, 34(3), 791-799.
2. Singh, M., Kumar, A., Singh, R., & Pandey, K. D. (2017). Endophytic bacteria: a new source of bioactive compounds. *3 Biotech*, 7(5), 1-14.
3. Rodrigues Neto, J. (1986). Meio simples para o isolamento e cultivo de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* tipo B. *Summa Phytopathol*, 12, 16.
4. Lloyd, G., & McCown, B. (1980). Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *International Plant Propagation Society Proceedings*, 30, 421-427.

## ANÁLISIS MOLECULAR DE LA VARIACIÓN GENÉTICA GENERADA POR METANOSULFONATO DE ETILO EN REGENERANTES DE *Agave Americana* L.

Sheila Jazmín Reyes-Zambrano<sup>1</sup>, Sugey Vásquez-Hernández<sup>1</sup>, Federico Antonio Gutiérrez-Miceli<sup>1</sup>, Carlos Alberto Lecona-Guzmán<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Carretera Panamericana Km. 1080, Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

e-mail: [leconaguzmancarlos@gmail.com](mailto:leconaguzmancarlos@gmail.com)

*Keywords:* *Fusarium oxysporum*, polimorfismo, variación somaclonal.

### Introducción

*Agave americana* L. es una especie altamente productiva y tolerante a la sequía (Jones *et al.*, 2020). Sin embargo, presenta problemas fitosanitarios tales como la enfermedad de marchitez y pudrición seca del cogollo la cual está asociada al hongo *F. oxysporum* (López-Bautista *et al.*, 2020). Una alternativa para resolver los problemas de enfermedades en los cultivos es la implementación de técnicas biotecnológicas como la mutagenesis *in vitro* para mejorar la resistencia a patógenos (Zarantes, 2020), siendo el metanosulfonato de etilo (MSE) uno de los agentes mutagénicos químicos más utilizados para este fin. Por lo cual el objetivo de este trabajo fue analizar la variación genética generada por MSE en regenerantes de *A. americana* mediante el uso de marcadores moleculares.

### Métodos

Se extrajo ADN de tejidos foliares de 4 plantas regeneradas de *A. americana* L., de 16 meses de edad, tratadas con 15 mM de MSE + 100 ppm de Cultivo Filtrado de *F. oxysporum*, y plantas control. Para evaluar la variación genética se utilizaron marcadores moleculares tipo RAPD, ISSR y DAMD. La amplificación del ADN se realizó utilizando un termociclador GeneAmp 9700 (Perkin-Elmer).

Todos los fragmentos de ADN amplificados se separaron por electroforesis en gel de agarosa al 1,5% (p/v) utilizando tampón TBE a un voltaje constante de 5 V/cm. Los geles se tiñeron con bromuro de etidio y las bandas se visualizaron bajo un transiluminador UV. Las imágenes se tomaron con un generador de imágenes Gel DocTM EZ (BioRad).

### Resultados y discusión

Los tres tipos de marcadores utilizados fueron capaces de detectar polimorfismos en las variantes somacloniales obtenidas por mutagenesis con MSE. DAMD reveló un mayor porcentaje de polimorfismo en comparación con RAPD e ISSR, sugiriendo que el empleo de marcadores DAMD es idóneo para la determinación de la variación genética en plantas regeneradas de *A. americana* L. tratadas con metanosulfonato de etilo. En la Fig. 1 se observa la formación de dos grupos: en el grupo I las plantas control y en el grupo II las plantas tratadas con MSE, indicando la existencia de variación genética entre las plantas control y las plantas obtenidas después de ser tratadas con MSE.

La mutagenesis a través de procesos químicos puede utilizarse como herramienta para generar variación genética, cambios fenotípicos y morfológicos, así como para mejorar procesos bioquímicos y fisiológicos en el género *Agave* (Reyes-Zambrano *et al.*, 2020).

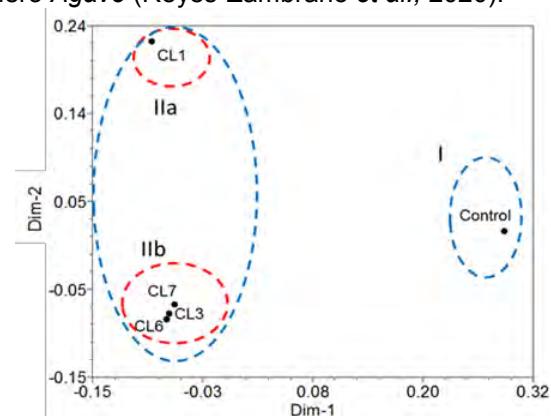


Fig. 1. Análisis de coordenadas principales en 2 dimensiones.

### Conclusiones

Los marcadores moleculares utilizados demostraron la presencia de polimorfismos en plantas de *A. americana* tratadas con MSE y una posible resistencia al hongo *F. oxysporum*. El mutágeno químico MSE puede ser empleado como una alternativa para generar variación genética y ser utilizada en el mejoramiento genético de especies del género *Agave*.

### Rerencias

1. Jones, A. M., Zhou, Y., Held, M. A., & Davis, S. C. (2020). Tissue Composition of *Agave americana* L. Yields Greater Carbohydrates From Enzymatic Hydrolysis Than Advanced Bioenergy Crops. *Front. Plant Sci.* 11, 654.
2. López-Bautista, V., Mora-Aguilera, G., Gutiérrez-Espinoza, M. A., Mendoza-Ramos, C., Martínez-Bustamante, V. I., Coria-Contreras, J. J., & Santana-Peña, B. (2020). Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. associated to the regional occurrence of wilt and dry bud rot in *Agave tequilana*. *Rev. Mex. Fitopatol.* 38 (1), 79-106.
3. Zarantes, V. M. N. (2020). La tecnología doble haploide en el mejoramiento genético de frutas exóticas: uchuva, *Physalis peruviana* L., como estudio de caso. *Rev. colomb. biotecnol.* 22 (1), 2-5.
4. Reyes-Zambrano, S. J., Lecona-Guzmán, C. A., Gutiérrez-Miceli, F. A., Santana-Buzzy, N., Islas-Flores, I., Tzec-Simá, M., & Ávila-Miranda, M. E. (2020). Scanning electron microscopy and enzymatic analysis in *Agave americana* during *Fusarium oxysporum* infection. *Rev. Mex. Fitopatol.* 38 (3), 408-419.

## POLIPLOIDIZACIÓN *IN VITRO* DE ARÁNDANO PARA EL INICIO EN EL DESARROLLO DE UNA NUEVA VARIEDAD

Alejandra María Araujo-Heraldez, Susana Valdez-Peñuelas, Jorge Patricio Arce-Johnson, **Jesús Lucina Romero-Romero**. CIIDIR IPN Unidad Sinaloa. Bvd. Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Guasave, Sinaloa. \*email: jromeror@ipn.mx / juromero@uc.cl

**Keywords:** arándano, poliploidización, nuevas variedades.

**Introducción.** El arándano pertenece al género *Vaccinium* el cual contiene más de 450 especies, destacando *V. corymbosum* por sus características agronómicas. En México, el cultivo del arándano se considera nuevo y su incremento en volumen de producción se vincula al crecimiento de superficie plantada y alto rendimiento. Actualmente, Sinaloa ocupa el tercer lugar a nivel nacional en producción de esta baya y cuenta con zonas de alto potencial para la plantación de este frutal, lo que representa una oportunidad de crecimiento económico <sup>(1)</sup>. Sin embargo, una de las principales limitantes para el desarrollo del arándano en México es la falta de variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del país y particularmente del Estado de Sinaloa. En el presente trabajo se explora el desarrollo de nuevas variedades de arándano mediante el uso de herramientas biotecnológicas.

### Métodos.

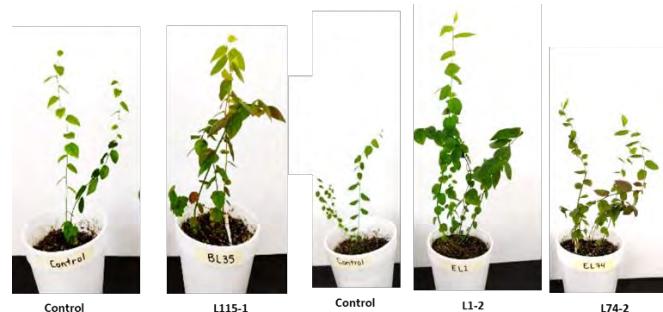
La estrategia experimental consistió en la inducción de organogénesis somática *in vitro* y posterior masificación de microestacas de arándano. El proceso de inducción de brotes fue acompañado de tratamientos de poliploidización utilizando el agente antimitótico colchicina. La evaluación histológica y bioquímica de las líneas generadas se realizó analizando el número y tamaño de estomas, así como la concentración de clorofila presente en discos de hojas de cada línea evaluada.

### Resultados y discusión

A partir de 250 microestacas tratadas *in vitro* con el agente antimitótico colchicina, se lograron generar y aclimatar *ex vitro* 550 plantas, mismas que presentaron una amplia gama de fenotípos tales como, hojas más grandes, gruesas y con mayor firmeza, tallos-gruesos y entrenudos cortos, entre otros. En los ensayos histológicos realizados algunas de las líneas generadas presentaron comportamientos asociados a un aumento en la poliploidía tales como; disminución en la densidad estomática e incremento del tamaño estomático <sup>(2,3)</sup>. De igual manera, dichas líneas presentaron un incremento en la concentración total de clorofila en hojas, parámetro que ha sido descrito por diversos investigadores como indicador de aumento en la ploidía en plantas jóvenes <sup>(4)</sup>.

**Tabla 1.** Líneas potencialmente poliploides provenientes de tratamientos *in vitro* de arándano. MeDE: Menor densidad estomática, MaTE: mayor tamaño estomático. Chl: Incremento en contenido de clorofila.

	Respuesta Vs Control														Líneas														
	L16-1	L34-1	L35-1	L56-1	L93-1	L115-1	L37-1	L69-1	L125-1	L1-2	L9-2	L12-2	L58-2	L74-2	MeDE (%)	27	12.2	11	20.8	22	52.4	24.75	17.92	42.31	26.4	29.7	19.4	35.2	34.9
MaTE (%)	18.51	22.20	44.40	22.20	11.11	14.80	7.4	11.11	22.22	14.28	39.20	32.10	10.70	3.57	Chl (%)	108	96	27	170	115	115	5	78	32	79	50	121	70	200



**Fig. 1.** Fenotípos generadas en las líneas potencialmente poliploides de arándanos.

### Conclusiones.

Mediante este trabajo se logró implementar de manera eficiente un procedimiento de inducción potencial de poliploidización *in vitro* en explantes de arándano, obteniéndose plantas aclimatadas en condiciones de invernadero que presentan un fenotipo diferencial y más vigoroso respecto de la variedad control. Al momento se han seleccionado 14 líneas potencialmente poliploides.

**Agradecimientos.** SIP: 20196804 y 20210757.

### Referencias.

1. SIAP-SAGARPA. (2021). Panorama agroalimentario. *Informe Sagarpa. Gobierno de México*. 42-43.
2. Alcantar, J.P. (2014). La poliploidía y su importancia evolutiva. *Temas de Ciencia y Tecnología*. Universidad del Papaloapan. España, septiembre, 2014. 17-29.
3. Manawadu IP., Dahanayake N., Senanayake SGJN (2016). 2017. Colchicine induced tetraploids of radish (*Raphanus sativus* L.). *Tropical Agricultural Research & Extension*. 19 (1). 174-183.
4. Mathura, S. (2006). Comparative study of chlorophyll content in diploid and tetraploid black wattle (*Acacia mearnsii*). *Forestry* 79(4):381-388.

## DISMINUCIÓN DE LAS ESPECIES REACTIVAS DEL OXÍGENO EN LA PLANTA DEL TABACO MODIFICADA CON EL GEN ARO4 DE LA SÍNTESIS DE TIROSINA DURANTE RIEGO SALINO

C. Marissa Calderón Torres<sup>1</sup>, Tecilli Cabellos Avelar<sup>1</sup> & Miguel Murguía Romero<sup>2</sup>

1. Unidad de Investigación en Biomedicina, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, U.N.A.M.

2. Instituto de Biología, U.N.A.M. mcalderontorres@iztacala.unam.mx

**Keywords:** Estrés salino, gen ARO4, especies reactivas del oxígeno

**Introducción.** Uno de los principales problemas en los cultivos comerciales es la salinización de los suelos, que genera la reducción del tamaño de la planta y de los frutos. El mejoramiento genético es una de las principales estrategias para obtener plantas resistentes a la salinidad elevada de los suelos. En la modalidad de modificación genética, se han investigado genes que codifican diversas proteínas: transportadores de iones, síntesis de compuestos orgánicos compatibles, de neutralización de radicales y reguladores de la transcripción [1]. Sin embargo, son escasos los trabajos en los que se emplean genes que codifiquen para enzimas de la síntesis de aminoácidos aromáticos y que demuestren su efecto como antioxidantes. **Objetivo.** Evaluar la producción de las especies reactivas del oxígeno (ERO) en la planta del tabaco (*Nicotiana tabacum*) previamente modificada con el gen de la síntesis de tirosina ARO4 de la levadura marina *Debaryomyces hansenii*, durante riego con y sin sales.

**Métodos.** Semillas de las plantas de tabaco de la cepa silvestre y modificada con el gen ARO4 de la levadura marina *D. hansenii* [2], se germinaron en tierra sin riego salino; después del brote de las plántulas, se dividieron en dos grupos de riego: con agua del grifo ( $H_2O$ ) y con una solución de NaCl 100 mM ( $H_2O+NaCl$ ). Después de 53 días de crecimiento, se colectaron muestras de raíz, tallo y hoja. Se cuantificaron clorofilas totales y ERO con el ensayo de 2'7' diclorofluoresceína [3].

**Resultados y discusión.** Las plantas modificadas con el gen ARO4 presentaron un tamaño mayor en comparación a las plantas de la cepa silvestre [2]. En riego con sal, la producción de ERO es menor en la raíz y el tallo de la planta modificada genéticamente; por el contrario solo en la hoja de estas plantas la producción de ERO es mayor en comparación con las plantas de la cepa silvestre (Figura 1). Durante riego salino, la concentración de clorofilas es menor en las plantas modificadas genéticamente (Figura 2). Es probable que esta disminución no afecte al crecimiento de la planta y que el aumento de ERO sea debido al consumo de ATP que se requiere para activar otros mecanismos de respuesta al estrés salino.

**Conclusiones.** En la raíz y tallo de tabaco modificado genéticamente con el gen ARO4 de la levadura marina *D. hansenii*, disminuye la producción de ERO, lo que favorece el crecimiento de la planta.

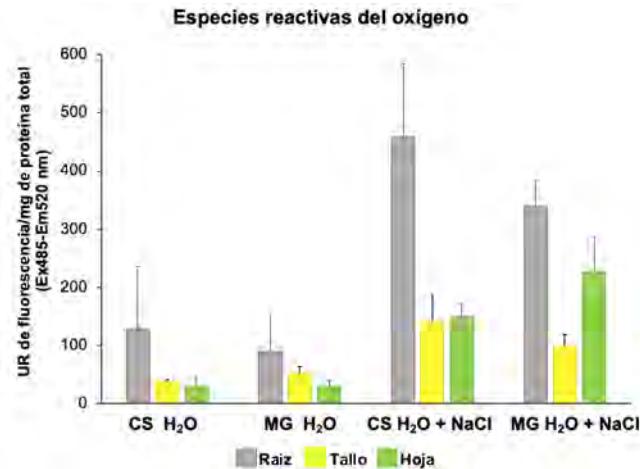


Figura 1. ERO en plantas de tabaco cepa silvestre (CS) y modificadas genéticamente con el gen ARO4 (MG) con riego de agua sin sodio ( $H_2O$ ) y con NaCl 100 mM ( $H_2O+NaCl$ ); valores promedio;  $n=3$  y desviación estándar.

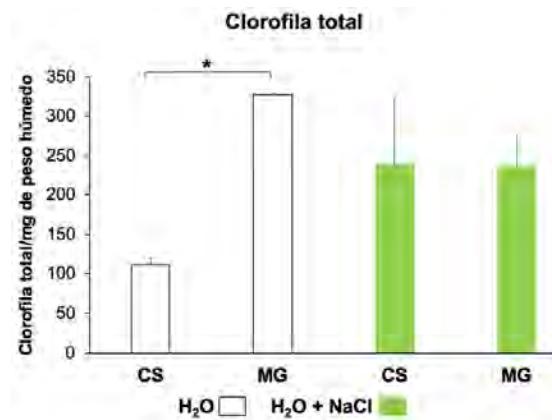


Figura 2. Clorofila total en plantas de tabaco cepa silvestre (CS) y modificadas genéticamente (MG) con riego de agua sin sodio ( $H_2O$ ) y agua con NaCl 100 mM ( $H_2O+NaCl$ ), valores promedio;  $n=3$  y desviación estándar; \*  $P<0.01$

### Referencias

- Roy SJ et al. (2014). Salt resistant crop plants. Salt resistant crop plants. *Curr Opin Biotechnol* (26): 115–124.
- Calderón-Torres CM et al. (2019). Heterologous expression of the *Debaryomyces hansenii* DhARO4 gene in *Nicotiana tabacum* improves growth yield, even after inhibition by saline stress. *Rev Mex Ing Quím* (3): 729–736.
- Calderón-Torres M, López-Estrada E, Ortiz-Reyes AE & Murguía-Romero M. (2020). Irrigation with commercial bottled water increases generation of reactive oxygen species in *Nicotiana tabacum*. *Env Pollut Bioavail* 32(1): 175–186.

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
BIOTECNOLOGÍA  
DE INTERACCIÓN  
SUELO-  
MICROORGANISMO  
S-  
PLANTA**

## Primer borrador del genoma de *Paspalum malacophyllum*, especie de relevancia como fuente de inmunidad al ergot en el pasto *P. dilatatum*

Héctor Oberti<sup>1</sup>, Rafael Reyno<sup>2</sup>, Sara Murchio<sup>1</sup>, Camila Goñi<sup>1</sup>, Marco Dalla Rizza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Biotecnología, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Canelones, Uruguay

<sup>2</sup> Programa de Pasturas y Forrajes, INIA Tacuarembó, Uruguay

[hoberti@inia.org.uy](mailto:hoberti@inia.org.uy); [mdallarizza@inia.org.uy](mailto:mdallarizza@inia.org.uy)

**Keywords:** secuenciación genómica, marcadores funcionales, biotecnología

### Introducción

Uruguay cuenta con forrajerías nativas C4 que tienen destacada capacidad de adaptación al cambio climático pero con limitaciones en producción de semilla, aspectos sanitarios y en calidad de forraje que afectan aspectos de salud/bienestar animal y las emisiones netas de gases de efecto invernadero. El tipo común de *P. dilatatum* (apomíctica y pentaploide) tiene una susceptibilidad documentada a *Claviceps paspali*, el hongo del cornezuelo o ergot, que es el agente causal de la ‘trepidación por *Paspalum*’ en el ganado que se alimenta en pastos infectados. *C. paspali* ha sido reportada en las especies nativas de nuestro país (Oberti et al 2020) y esto hace que el hongo tenga oportunidad de cumplir su ciclo de vida durante gran período del año, existiendo fuente permanente de infección en todo nuestro territorio nacional. Nuestro grupo de investigación está trabajando con la especie *P. malacophyllum* identificada como inmune al ergot y ha sido empleada en cruzamientos interespecíficos para trasmitir la inmunidad en *P. dilatatum* (Bennett y Bashaw 1960, Burson et al 1998). Este proyecto se planteó generar marcadores funcionales de *P. malacophyllum* asociados a genes de inmunidad. Para esto se secuenció, ensambló y anotó estructural y funcionalmente el primer genoma de la especie *P. malacophyllum*. Con esta información se buscó *in silico* identificar marcadores específicos de genes relacionados con inmunidad (marcadores funcionales) y microsatélites. Nuestra hipótesis de trabajo es que el conocimiento genómico de *P. malacophyllum* contribuirá a desentrañar fuentes de inmunidad reportada en la especie. Más aún, su empleo en el programa de mejoramiento de *P. dilatatum* contribuirá a levantar las limitantes en producción de semilla y salud animal.

### Métodos

Se realizó la secuenciación de un genotipo diploide de *P. malacophyllum* utilizando lecturas largas PacBio Sequel II las cuales fueron ensambladas utilizando Canu con los parámetros por defecto. Este ensamblado fue anotado estructuralmente mediante Maker3 y luego funcionalmente utilizando la base de datos NR de NCBI e InterPro. Se predijeron mediante la herramienta DRAGO3 y por homología con la base de datos PRGdb

posibles genes relacionados con la inmunidad en esta especie. Mediante Orthofinder2 se identificaron genes específicos de esta especie en comparación con *Setaria itálica*, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*. De la unión de genes relacionados a la inmunidad y especie específico se seleccionaron 14 candidatos como posibles marcadores funcionales.

### Resultados y discusión

Se ensambló un primer borrador de genoma de *P. malacophyllum* de aproximadamente 998 Mb de tamaño con un total de 8750 contigs siendo el más grande de 2.2Mb. La anotación estructural predijo 52.859 genes que codifican proteínas, de los cuales el 87% se han anotado funcionalmente. En base a las predicciones *in silico* se determinaron 3167 genes que podrían estar relacionados a inmunidad y 9862 genes especie específicos de *P. malacophyllum*. De estos, 130 genes comparten ambas características de interés (especie específicos y relacionados a inmunidad). En base a la presencia de dominios de genes que codifican proteínas similares a receptores de membrana (RLP) se seleccionan 14 a ser estudiados como marcadores funcionales.

### Conclusiones

El borrador del genoma de la especie *P. malacophyllum* así como un análisis integral de posibles genes relacionados a la inmunidad pueden ser de gran utilidad para programas de mejoramiento de esta u otras especies del género *Paspalum*.

### Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por INIA proyecto BT-19.

### Referencias

- Oberti H, Dalla Rizza M, Reyno R, Murchio S, Altier N, Abreo E. (2020). Diversity of *Claviceps paspali* reveals unknown lineages and unique alkaloid genotypes. *Mycologia*, 112(2):230-243.  
Bennett, H.W. and Bashaw, E.C. (1960). An interspecific hybrid in *Paspalum*. *The Journal of Heredity*, 51:81-85.  
Burson, B.L., and M.A. Hussey. (1998). Cytology of *Paspalum malacophyllum* and its relationship to *P. juergensii* and *P. dilatatum*. *International Journal of Plant Sciences*, 15:153–59.

## CARACTERIZACION DE BACTERIAS AISLADAS DE AIRE CON CAPACIDAD PGPB (BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL)

Guardado-Fierros Beatriz G., Reinhart-Kirchmayr Manuel, Velázquez-Fernández Jesús, Contreras-Ramos Silvia Maribel.

Av. Normalistas 800, Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, México. [smlcontreras@ciatej.mx](mailto:smlcontreras@ciatej.mx)

*Keywords:* *aislamiento, bacterias de aire, PGPB.*

etc. (3, 4)

### Introducción

Las bacterias que se encuentran en el aire provienen de suelo o agua, estudios preliminares de monitoreo de aire han encontrado bacterias de géneros con potencial biorremediador y biotecnológico, el objetivo de este trabajo fue determinar su capacidad como bacterias PGPB (*Promoting Grown Plant Bacterial*) conocidas como Bacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal.

**Métodos.** Muestras de aire fueron colectadas en filtros de cuarzo, y sembradas en medios LB y TSA, hasta lograr tener colonias aisladas. Se realizó la caracterización morfológica de las cepas aisladas y tinción al gram. Se realizó la identificación por MALDI-TOF, y se seleccionaron los 10 principales morfotipos para relizar la secuenciación del gen 16S. Se determinó las capacidades de PGPB, de producción de AIA, solubilización de fosfato, de potasio, producción de amonio y producción de sideróforos.

**Resultados y discusión.** Se aislaron 55 bacterias, de las cuales 12 tuvieron diferente morfología. Estas fueron identificadas dentro de los géneros *Kocuria*, *Exiguobacterium*, *Rodococcus* y *Staphylococcus*. La identificación molecular indicó que pertenecían a las especies de: *K. turfanensis*, *K. sediminis*, *E. indicum*, *R. rhodochrous*, *S. equorum* (Tabla 1). Ilias et al.<sup>(1)</sup> realizaron un aislamiento de bacterias de aire de Murcia, España, donde identificaron bacterias del género *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Micrococcus* etc. coincidiendo en algunos de los géneros con este trabajo.

Tabla 1. Identificación por secuenciación 16S de cepas aisladas de aire

Código	Cepa	pb	Query cover	Per. Ident.
AS03	<i>Exiguobacterium indicum</i>	724	100%	99.86%
AS04	<i>Kocuria sediminis</i>	532	100%	98.31%
AS05	<i>Kocuria turfanensis</i>	729	100%	100%
AS18	<i>Staphylococcus equorum</i>	619	100%	100%
AS25	<i>Kocuria Sediminis</i>	924	100%	99.9%
AS32	<i>Kocuria turfanensis</i>	884	100%	100%
AS33	<i>Rhodococcus rhodochrous</i>	910	100%	100%
AS38	<i>Rhodococcus rhodochrous</i>	747	100%	100%
AS41	<i>Kocuria turfanensis</i>	781	100%	100%

Las cepas aisladas de aire tuvieron actividad PGPB, como solubilización de fosfato, potasio, producción de amonio, producción de sideróforos etc. (Tabla 2). Géneros como *Rhodococcus*, *Kocuria*, y *Exiguobacterium*, han sido reportados con características PGPB como, solubilización de fosfatos, producción de AIA, producción de amonio

*Rhodococcus* sp. ha sido reportada por solubilizar fósforo (16.9 mg L<sup>-1</sup>)<sup>(3,4)</sup>. Las cepas aisladas AS33 y AS38 en solubilizaron 10.2 y 7.2 mg L<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabla 2. Actividad PGPB de cepas aisladas de aire.

Cepa	AIA mg L <sup>-1</sup>	Solubilidad de fosfato	Solubilidad de potasio	Producción de amonio	Sideróforos	
	Con trp	Sin trp	Concentración mg L <sup>-1</sup>	S.I.	Concentración mg L <sup>-1</sup>	S.I.
AS03	15.78 <sup>a</sup> 3.09 <sup>ab</sup>	16.61 <sup>a</sup> 1.68 <sup>ab</sup>	15.1 <sup>a</sup> 1.02 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	28.8 <sup>a</sup> 9.1 <sup>ab</sup>	0.5 <sup>a</sup> 0.2 <sup>bc</sup>
AS04	14.11 <sup>a</sup> 1.44 <sup>ab</sup>	36.38 <sup>a</sup> 5.74 <sup>ab</sup>	13 <sup>a</sup> 1.22 <sup>bcd</sup>	8.4 <sup>a</sup> 0.20 <sup>ab</sup>	23.06 <sup>a</sup> 0.15 <sup>b</sup>	0.63 <sup>a</sup> 0.15 <sup>bc</sup>
AS05	13.1 <sup>a</sup> 1.4 <sup>ab</sup>	35 <sup>a</sup> 4.8 <sup>ab</sup>	13.2 <sup>a</sup> 1.15 <sup>bcd</sup>	8 <sup>a</sup> 0.21 <sup>ab</sup>	22.8 <sup>a</sup> 0.2 <sup>b</sup>	0.7 <sup>a</sup> 0.1 <sup>bc</sup>
AS18	14.47 <sup>a</sup> 1.01 <sup>cd</sup>	74.11 <sup>a</sup> 1.28 <sup>ab</sup>	14.3 <sup>a</sup> 4.5 <sup>bc</sup>	8.6 <sup>a</sup> 0.43 <sup>a</sup>	23.5 <sup>a</sup> 0.92 <sup>b</sup>	0.53 <sup>a</sup> 0.15 <sup>bc</sup>
AS25	15.66 <sup>a</sup> 0.54 <sup>ab</sup>	34.59 <sup>a</sup> 3.97 <sup>abc</sup>	9.5 <sup>a</sup> 1.5 <sup>ef</sup>	5.6 <sup>a</sup> 1.62 <sup>cd</sup>	23.9 <sup>a</sup> 1.3 <sup>b</sup>	0.86 <sup>a</sup> 0.23 <sup>ab</sup>
AS32	27.80 <sup>a</sup> 14 <sup>bcd</sup>	36.5 <sup>a</sup> 1.07 <sup>abc</sup>	14.1 <sup>a</sup> 2.5 <sup>abcd</sup>	4.8 <sup>a</sup> 0.69 <sup>d</sup>	9.46 <sup>a</sup> 2.25 <sup>d</sup>	0.76 <sup>a</sup> 0.28 <sup>bc</sup>
AS33	64.11 <sup>a</sup> 9.34 <sup>ab</sup>	36.85 <sup>a</sup> 0.74 <sup>abc</sup>	10.2 <sup>a</sup> 2.1 <sup>def</sup>	6.6 <sup>a</sup> 0.3 <sup>e</sup>	31.1 <sup>a</sup> 2.65 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup> 0.3 <sup>ab</sup>
AS38	35.90 <sup>a</sup> 3.54 <sup>ab</sup>	36.02 <sup>a</sup> 0.35 <sup>abc</sup>	7.2 <sup>a</sup> 0.5 <sup>f</sup>	6.8 <sup>a</sup> 1.01 <sup>bc</sup>	8.73 <sup>a</sup> 2.29 <sup>d</sup>	1.2 <sup>a</sup> 0.2 <sup>a</sup>
AS41	14.53 <sup>a</sup> 1.26 <sup>ab</sup>	32.8 <sup>a</sup> 2.85 <sup>abc</sup>	10 <sup>a</sup> 1.49 <sup>def</sup>	7.4 <sup>a</sup> 0.64 <sup>abc</sup>	16.26 <sup>a</sup> 3.36 <sup>c</sup>	0.5 <sup>a</sup> 0.1 <sup>c</sup>

**Conclusiones.** Bacterias aisladas de aire de los géneros, *Exiguobacterium*, *Kocuria*, *Staphylococcus* y *Rhodococcus* tuvieron actividad PGPB, con potencial de ser investigadas para la producción de biofertilizantes.

**Agradecimientos.** Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CIATEJ) por el apoyo y patrocinio para realizar este proyecto.

### Referencias.

- Goswami, D., Thakker, J. N., & Dhandhukia, P. C. (2015). Simultaneous detection and quantification of indole-3-acetic acid (IAA) and indole-3-butyric acid (IBA) produced by rhizobacteria from l-tryptophan (Trp) using HPTLC. *J.Microbiological*
- Ilias, M., Rafiqullah, I. M., Debnath, B. C., Mannan, K. S. Bin, & Hoq, M. M. (2011). Isolation and Characterization of Chromium(VI)-Reducing Bacteria from Tannery Effluents. *Indian J.Microbiology*, 51(1), 76–81
- Oubohssaine, M., Dahmani, I., Sbabou, L., Bruneel, O., & Aurag, J. (2022). The rhizosphere of *Sulla spinosissima* growing in abandoned mining soils is a reservoir of heavy metals tolerant plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 39, 102236
- Shaikh, S., & Saraf, M. (2017). Biofortification of *Triticum aestivum* through the inoculation of zinc solubilizing plant growth promoting rhizobacteria in field experiment. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 9, 120–126.

## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CRUDOS PROVENIENTE DE DURAMEN DE CEDRELA ODORATA

Rosa Isela González Raya, Josué Altamirano Hernández, Abril Munro Rojas, Mauro Manuel Martínez Pacheco y Crisanto Velázquez Becerra. [1230801f@umich.mx](mailto:1230801f@umich.mx), [josue.altamirano@umich.mx](mailto:josue.altamirano@umich.mx), [abril.munro@umich.mx](mailto:abril.munro@umich.mx), [mauro.martinez.pacheco@umich.mx](mailto:mauro.martinez.pacheco@umich.mx), [cvelazquez@umich.mx](mailto:cvelazquez@umich.mx).

Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, edificio D, Ciudad Universitaria s/n, Universidad Michoacana de Sán Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

*Palabras clave:* Actividad antimicrobiana, duramen, Cedrela odorata.

**Introducción.** La madera es un material lignocelulósico abundante en la naturaleza, y debido a la naturaleza química de sus principales componentes estructurales, proporciona una fuente de metabolitos secundarios o sustancias extraíbles provenientes del metabolismo secundario, formando parte importante en la protección del árbol frente a organismos que pueden dañar el material. Estos metabolitos secundarios intervienen en mecanismos de defensa frente a diferentes patógenos, ya que proporcionan propiedades fungicidas, fungistáticas, antioxidantes y citotóxicas entre otras, una importante especie arbórea que presenta estas características es *Cedrela odorata*, la cual pertenece a la familia de las maderas duras Meliaceae, encontrando un potencial en los extraíbles de esta especie para encontrar sustancias antifúngicas que permitan disminuir el uso de agroquímicos sintéticos .

Por esta razón, el objetivo de la investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos del duramen de *C. odorata* ante diferentes microorganismos fitopatógenos.

**Métodos.** Se realizó la extracción, hexánica, diclorometánica, metanolica y acuosa a partir de polvo fino del duramen de *C. odorata* por extracción con Soxhlet, cada extracto se confrontó con diferentes microorganismos fitopatógenos, como *Trametes versicolor*, *Gloeophyllum trabeum* hongos degradadores de madera y algunos hongos como *fusarium sp.*

**Resultados y discusión.** Los resultados mostraron que los extractos metanólico y acuoso inhibieron un 60% de los hongos *Trametes versicolor*, *Gloeophyllum trabeum*, mientras que los extractos hexánico y diclorometano inhibieron un 50% hongos pertenecientes a *fusarium sp*, se ha atribuido que la inhibición en microorganismos como los hongos, se da por la inhibición en la síntesis de ergosterol, eliminando la proliferación de los hongos. Algunas investigaciones atribuyen dicha acción a cadenas largas de carbono, como compuestos como las ceras, grasas, terpenos entre otras.

**Conclusiones.** Los resultados obtenidos muestran un potencial de los extraíbles de *C. odorata* para su uso en el control preventivo de hongos fitopatógenos, que

podría contribuir a disminuir el usos de agroquímicos sintéticos de alto riesgo toxicológico.

### Referencias.

1. Akinbuluma, M. (2020). Volatile oils from *Cedrela odorata* L. As Protectants against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 8(3): 20-24.
2. Rosales-Castro, M., Honorato-Salazar, J., Santos-García, A., Perez-López, E., Colotl-Hernandez, G. y Sanchez-Monsalvo, V. (2016). Composición química de las hojas y ramas de *Cedrela odorata* L. de dos plantaciones forestales como fuente de materia prima lignocelulósica. *Madera y Bosques*, 22 (2):131-146.
3. Velásquez, J., Rojas, L. y Encinas, O. (2019). Extractivos del duramen de especies latifoliadas como preservantes en la madera de *Pinus caribaea* Morelet. *Colombia Forestal*, 22(2):44-54.
4. Rojas Hernández, Nidia M., & Rodríguez Uramis, Mónica. (2008). Actividad antimicrobiana de *Tectona grandis* L. f., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Cedrela odorata* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(4).
5. Martínez-Vento, N., Estrada-Ortiz, J., Góngora-Rojas, F., López-Castilla, R., Martínez-González, L., Curbelo-Gómez, S. (2010). Bioplaguicida de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) y la poda, una alternativa para el control de *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Cedrela odorata* L. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(1):61-68.
6. Nogueira, T., Passos, M., Nascimento, L., Arantes, M., Monteiro, N., Boeno, S., Junior, A., Azevedo, O., Terra, W., Vieira, M., Braz-Filho, R. & Vieira, I. (2020). Chemical Compounds and Biologic Activities: A Review of *Cedrela* Genus. *molecules*, 25, 1-34.

## CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA DEL CAFÉ CON CEPAS DE *Trichoderma* ASOCIADAS A LA RAÍZ DEL CAFÉ

Ivan Leal García<sup>1,2</sup>, Maribel Falcón Bautista<sup>1</sup>, Julio César López-Velázquez<sup>1</sup>, Mayra Itzcalotzin Montero-Cortés<sup>2</sup>, Alberto Uc Várguez<sup>1</sup>, Joaquín Alejandro Qui-Zapata\*. <sup>1</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tlajomulco/TecNM. (33) 33 45 52 00. [jqui@ciatej.mx](mailto:jqui@ciatej.mx)

**Keywords:** *Hemileia vastatrix*, *Coffea arabica*, biocontrol.

**Introducción.** Dentro de las enfermedades que atacan al café se encuentra la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) considerada una de las amenazas más importantes para la producción de café a nivel mundial [1]. Para minimizar la incidencia de la enfermedad y disminuir los problemas asociados al uso de agroquímicos se ha propuesto el uso del control biológico. De los principales hongos utilizados en el control biológico se describe al género *Trichoderma* como aquel que presenta la mayor cantidad de mecanismos de protección, así como algunas cepas también presentan un efecto promotor del crecimiento vegetal. Para el control de la roya del café se han descrito cepas aisladas de las hojas de café que presentan un efecto antagónico, así como cepas endófitas con efecto protector.

En este trabajo, se aislaron cepas de *Trichoderma* asociadas a la rizosfera del café, y se evaluó su capacidad para asociarse a la raíz, promover el crecimiento y proteger contra la roya del café bajo condiciones de invernadero.

**Métodos.** se realizaron aislamientos de *Trichoderma* con medio selectivo a partir de muestras de rizósfera proveniente de cafetales de la región de Tila, Chiapas, México. Se colocaron semillas de *Coffea arabica* var. Typica para germinación *in vitro* y se confrontaron con 8 aislamientos de *Trichoderma* para evaluar su efecto sobre la germinación de las semillas. Una vez germinadas, se transfirieron a sustrato estéril en cuarto de aclimatación. Después se transfirieron a macetas con sustrato estéril y se re-inocularon con cada aislamiento correspondiente a la base de la planta ( $1 \times 10^6$  esporas/mL). Transcurridos 30 días se evaluó el desarrollo de área foliar, numero de hojas y peso fresco de las plántulas. Para la evaluación de protección las cepas de *Trichoderma* fueron inoculadas a la base de plantas de café de 60 días de edad. Después de 7 días, se inoculó en las hojas con una suspensión de uredosporas ( $1 \times 10^6$  esporas/mL) [2]. Los parámetros evaluados fueron incidencia de la enfermedad y severidad de la enfermedad, considerando la escala de la Dirección General de Sanidad Vegetal [3] a partir de este dato se calculó el área bajo la curva para el progreso de la enfermedad (AUDPC) [4].

**Resultados y discusión.** De los 8 aislamientos, 5 de ellos tuvieron un efecto bioestimulante en al menos uno de los parámetros evaluados, y tres presentaron una

diferencia significativa en los tres parámetros evaluados en las plantas de café (Fig 1, A, B y C).



Fig. 1. Efecto bioestimulante y de protección contra la infección de la roya del café. Efecto bioestimulante: A: Testigo, B: Cepa de *Trichoderma* LE116, C: Cepa de *Trichoderma* LE63. Efecto de protección: D: Planta infectada de roya, E: Cepa de *Trichoderma* LE116, F: Cepa de *Trichoderma* LE63.

En cuanto a la protección contra la infección de la roya del café, tres cepas de *Trichoderma* tuvieron un efecto protector al disminuir la incidencia y severidad de la enfermedad (Fig. 1, D, E y F). Dos de estas cepas tuvieron un efecto protector y de bioestimulación significativo en las plantas de café (LE 63 y LE116).

**Conclusiones.** Se encontraron dos cepas de *Trichoderma* que se asocian a la raíz del café que tuvieron un efecto de bioestimulación y de protección contra la roya del café.

**Agradecimientos.** El primer autor agradece al CONACYT por beca para estudios de posgrado con número 700981 y al proyecto con clave FORDECYT 292474.

### Referencias.

1. Rhiney, K., Guido, Z., Knudson, C., Avelino, J., Bacon, C., Leclerc, G., Aime, M. C., Bebbert, D. (2021) Epidemics and the future of coffee production, *PNAS USA*. 118 p. e2023212118.
2. López-Velázquez, J.C., Haro-González, J.N., García-Morales, S., Espinosa-Andrews, H., Navarro-López, D.E., Montero-Cortés, M.I., Qui-Zapata, J.A., (2021) Evaluation of the Physicochemical Properties of Chitosans in Inducing the Defense Response of *Coffea arabica* against the Fungus *Hemileia vastatrix*, *Polymers* 13:1940.
3. SENASICA. (2019) Roya del Cafeto. *Hemileia vastatrix* Verkey & Brome. Ficha Técnica 40. Vol 1, p. 15.
4. Shaner, G., Finney, R. (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildew resistance in Knox wheat, *Phytopathology*, 67:1021-1056.

## CARACTERIZACIÓN Y RESISTENCIA A HONGOS EN VIDES. GENERACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES.

**Patricio Arce Johnson.** Departamento de Genética Molecular y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas. P. Universidad Católica de Chile. ([parce@bio.puc.cl](mailto:parce@bio.puc.cl))

La vid (*Vitis vinifera*) es una de las especies frutales de mayor distribución y consumo a nivel global ya sea como uva fresca, pasas, vinos o destilados. Sin embargo, esta especie es susceptible a diversas enfermedades y en particular a los hongos *Erysiphe necator* y *Botrytis cinerea* responsables del oidio y pudrición gris respectivamente. Para su control se utilizan fungicidas específicos de alto costo los que requieren ser aplicados periódicamente, con el consecuente riesgo para el ambiente, el aplicador y consumidor final si hubiésemos residuos. Una manera de abordar esta problemática es mediante la caracterización de estas enfermedades en vides y la búsqueda de germoplasma resistente o tolerante a estos hongos. Para la resistencia a oidio nosotros estamos utilizando el gen dominante RUN1 (Resistance to *Uncinula necator* 1). Este proviene de la especie *Muscadinia rotundifolia*, y ha sido introducido exitosamente en plantas de *V. vinifera*. Este gen es el primer gen clonado y caracterizado funcionalmente en vides. Adicionalmente, para obtener una resistencia más duradera y estable, estamos simultáneamente utilizando el locus dominante REN1 (Resistance to *Erysiphe necator* 1), originario de "Kishmish vatkanā" y "Dzhandzhal kara", dos cultivares de uva de mesa de Asia central. Estos genes han sido asociados con la inhibición de la proliferación del hongo.

Para abordar la tolerancia a *Botrytis cinerea*, hemos identificado y caracterizado en vides, híbridos interespecíficos de *Vitis vinifera* con *Vitis labrusca*, los que muestran alto grado de resistencia al hongo. La caracterización de esta respuesta está altamente asociada con la composición y estructura de la cutícula que cubre la superficie de la hoja o baya de vid. La utilización de estos genotipos resistentes o tolerantes a hongos, están siendo utilizados en un programas de mejoramiento genético, con la finalidad de generar variedades de vides resistentes a hongos y que utilicen menos fungicidas en la producción de fruta y su cultivo sea más amigable con el ser humano y el ambiente.

**Agradecimientos:** Financiamiento parcial proyecto CORFO 13CTI-18862, proyecto FIA PYT-2020-0462, Agrijohnson Ltda.

## CAPTURA DE *Cydia pomonella* con trampas TIPO DELTA Y ALA EN ARBOLES DE MEMBRILLO

Jesús García Pereyra, Rosa Bertha Rubio Graciano, Ana María García Montelongo.  
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Km 22.5 Car. Durango-México. C. P. 34371., jpereyra5@hotmail.com

*Palabras clave:* *Botrytis cinerea*, *Cydia pomonella*, membrillo

**Resumen.** La zona frutícola de Durango sembrada con árboles de membrillo, comprende 11 localidades para una superficie de 200 hectáreas, en el municipio de Nombre de Dios, Durango. De la cosecha del fruto dependen 200 familias que producen vinos de mesa, cajetas y almibares. La presencia de plagas como *Cydia pomonella* y de enfermedades en el fruto causadas por *Botrytis cinerea*, están provocando una pérdida económica por la reducción en la cosecha de la fruta y de los productos elaborados.

**Introducción.** *Cydia pomonella* es un lepidóptero causal de la pudrición de la fruta de membrillo. En la zona frutícola de Durango, cada año es del 5 % la perdida de la fruta; de la cosecha y transformación dependen 200 familias en la región. El insecto plaga realiza dos vuelos de apareamiento el primero en el mes de marzo y el segundo en el mes de julio, el daño depende de factores culturales en el saneamiento de las huertas, podas oportunas y la fumigación. Diversas trampas rústicas elaboradas con plástico Pet adicionando agua y vinagre, no han dado resultado para cuantificar la presencia de la plaga, que permite establecer un sistema de control sustentable en el corto plazo.

El objetivo de este trabajo fue utilizar dos diferentes tipos de trampa, Ala y Delta con atrayente sexual, colocadas en 11 huertas de la región, para monitorear la plaga y cuantificar la eficiencia en la captura por sitio y así establecer mediante control biológico reducir la presencia de esta plaga en la región membrillera de Durango.

**Métodos.** Se realiza el monitoreo de la plaga en las huertas seleccionadas, colocando dos diferentes tipos de trampa Delta y Ala provistas de feromonas sexuales tipo Biolure® trabajos realizados en el mes de julio de 2021, en el segundo vuelo de la carpocapsa (Nájera, 2016). Se georreferenciaron los sitios y se sometieron los resultados bajo diseño experimental al azar para dos tratamientos y 11 localidades con tres repeticiones, se efectuó la comparación de medias por DMS, solo cuando hubo significancia estadística a una  $p<0.05$ . (Olivares, 1996).

**Resultados y discusión.** Los resultados del ANVA (Tabla 1) indican diferencias estadísticas en los tratamientos, siendo la trampa tipo Delta la de mejor respuesta en la captura en todos los sitios de monitoreo, en promedio de 80 capturas por trampa, El análisis de varianza detectó significancia estadística entre los diferentes tipos de trampa, siendo la trampa tipo Delta la que reporta mayor captura de palomillas con 80 ejemplares por huerta, contra 55 ejemplares en

promedio capturadas con trampa tipo Ala. El 90 % de *Cydia pomonella* capturada fue en el estado, larval L5 en la etapa adulta (Fig. 1).

Colocación de las trampas 3 de tipo Ala y 3 de tipo Delta por huerta



11 huertas en total en igual numero de localidades

Toma de datos en dos fechas diferentes

Fig. 1. Colocación de trampas en las huertas seleccionadas

### Análisis de varianza

Diseño experimental de bloques al azar en diferentes localidades

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Localidades	10	9789.121094	978.912109	6.3343	0.000 *
R(L)	22	2732.000000	124.181816		
Tratamientos	1	2164.910156	2164.910156	14.0085	0.001**
Localidades x Tratamientos	10	1545.421875	154.542191	2.6060	0.029*
Error	22	1304.667969	59.303089		
Total	65	17538.121094			
P<0.05					



Significancia estadística significativa en el tipo de trampa y en cada localidad

**Conclusiones.** El uso de la feromona de BIOLURE®, como atrayente sexual, junto con la trampa tipo Delta, es más eficiente en un 50 % en la captura de *Cydia pomonella* que la trampa tipo Ala con el mismo atrayente sexual.

**Agradecimientos.** Al Consejo estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, por el financiamiento del proyecto.

### Referencias.

1. Olivares, Sáenz, E. (1996). Software de diseños experimentales, versión 2.1. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
2. Nájera, González, A. (2016). Caracterización del ciclo biológico de *Cydia pomonella* (L). Mediante unidades calor en chihuahua: región manzanera 2013-2014. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

## DIVERSIDAD DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN ROTACIONES ARROCERAS.

Sebastián Martínez, Fernando Escalante.

INIA Treinta y Tres, Laboratorio de Patología Vegetal, Ruta 8 Km 281, 33000 Treinta y Tres, Uruguay.  
[smartinez@inia.org.uy](mailto:smartinez@inia.org.uy).

*Keywords:* bacterias, hongos, suelo.

**Introducción.** La producción de arroz en Uruguay se ha basado históricamente en la rotación de este cultivo con pasturas conformadas por mezclas de gramíneas y leguminosas (Sistema arroz-pasturas). La demanda creciente por alimentos y la oportunidad comercial de los últimos años ha provocado que este sistema cambie su estructura hacia sistemas más intensificados en el uso de suelo. Esta intensificación ocurre mediante el acortamiento de la fase de pastura, un mayor tiempo de cultivo con arroz, o la incorporación de nuevos cultivos en el sistema. La incorporación de nuevas rotaciones más intensas, con los cambios asociados en el manejo del cultivo, puede impactar negativamente la sostenibilidad biológica y económica del sistema. Los cambios asociados al manejo del suelo pueden afectar a las comunidades de microorganismos, tanto en composición como en funcionalidad. Como los microorganismos cumplen roles clave en el reciclaje de nutrientes y la funcionalidad del suelo, es de suma importancia conocer los impactos que puedan sufrir. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la intensificación agrícola en sistemas arroceros sobre la diversidad de los microorganismos del suelo luego de un ciclo completo de rotación.

**Métodos.** Para el estudio se muestrearon parcelas del Experimento de Largo Plazo de rotaciones de arroz de Paso de la Laguna, Uruguay, establecido en 2012 (Tabla 1). Se muestreó al inicio de la segunda fase de rotación en 2018. Las rotaciones muestreadas fueron: Arroz Contínuo (ACont), Arroz Cultivos (ACult, después de sorgo), Arroz Pastura Corta (APC), Arroz Pastura y Cultivos (APCult, después de pastura de 2 años), y Arroz Soja (AS). Además, se muestrearon dos fases de Arroz Pastura (AP, después de pastura, y AP2, después de arroz) como testigos (Tabla 1). Se obtuvieron 20 muestras de suelo (0-20 cm) mediante calador y cada muestra se combinó conservando dos fracciones, para extracción de ADN (-20°C) y análisis químico (4°C). El ADNg obtenido fue amplificado para los marcadores 16S (bacterias) y 18S (hongos), y procesado para secuenciación masiva mediante Illumina NovaSeq 6000 (CD Genomics Inc.).

**Resultados y discusión.** El análisis químico de suelos mostró diferencias en el contenido de P ( $P=0,0162$ ) y la relación C:N ( $P=0,0415$ ) para las rotaciones. No se encontraron diferencias para C, K, Mg, N, MO% y pH (no mostrado).

Se encontraron 3662 y 807 OTUs para las comunidades de bacterias y hongos, respectivamente. Actinobacteria, Firmicutes, y Proteobacteria fueron los phyla más abundantes en bacterias, pero solo Proteobacteria fue diferente ( $F=3,6504$ ,  $P=0,0215$ ) y más abundante después de arroz (ACont y RP2). Se encontraron diferencias en el número de OTUs de bacterias entre rotaciones ( $F=3,13$ ,  $P=0,0438$ ), con ACont y ACult diferentes de otras rotaciones. Sin embargo, la rotación AP (dos fases) no se diferenció de otras rotaciones. El análisis de ordenación (NMDS) y un análisis de varianza multivariado (PERMANOVA) indicó un efecto de la rotación en el ensamble de la comunidad (stress=0,196;  $F=1,548$ ;  $P=0,0012$ ). Existen tres comunidades agrupadas de acuerdo con el porcentaje de tiempo con arroz en la rotación.

*Tabla 1. Esquema general del experimento, rotaciones y cultivos. En negrita las fases de arroz estudiadas.*

Fases en la rotación						
	1	2	3	4	5	6
ACont	<b>Arroz</b>					
ACult	<b>Arroz</b>	Soja	Arroz	Sorgo		
APC	<b>Arroz</b>	Past.				
AP	<b>Arroz</b>	<b>Arroz</b>	Past.	Past.	Past.	
APCult	<b>Arroz</b>	Soja	Soja	Arroz	Past.	Past.
AS	<b>Arroz</b>	Soja				

Ascomycota, Basidiomycota y Mucoromycota fueron los phyla de hongos más abundantes. No se encontraron diferencias entre rotaciones en abundancia de estos. El NMDS y PERMANOVA indicaron un efecto de la rotación en las comunidades fúngicas (stress=0,16;  $F=1,635$ ;  $P=0,0051$ ). Existen tres comunidades delineadas de acuerdo con el antecesor en la rotación: soja/sorgo (ACult y AS), arroz (Acont y AP2) y pasturas (APC, AP y APCult). Esto indica la importancia del recurso previo como sustrato para la comunidad de hongos encontrada.

**Conclusiones.** Luego de un ciclo completo de rotación del experimento de intensificación no se encontraron cambios de mayor impacto en las comunidades microbianas, hongos y bacterias, del suelo. Algunos de los parámetros del suelo no variaron y de esta forma no afectaron en mayor medida sobre la diversidad microbiana. Se encontró que las comunidades fueron direccionadas por diferentes factores.

**Agradecimientos.** Financiación Proyecto INIA AZ\_40.

## DEGRADACIÓN DE DIVERSOS PLÁSTICOS POR LARVAS DE *TENEBRIOS MOLITOR*: INFLUENCIA DE CO-ALIMENTACIÓN CON MAÍZ

Carmen Stefany López Valencia, Luisa María González Castillo, José María Cunill Flores, Gabriel Salazar Robles.

Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla. Calle Popocatépetl S/N, Colonia 3 Cerritos Heroica Puebla de Zaragoza Puebla 72480, [gabriel.salazar@metropoli.edu.mx](mailto:gabriel.salazar@metropoli.edu.mx).

*Keywords:* *Tenebrio molitor*, plástico, degradación.

**Introducción.** Para el 2015 se generaron 6300 millones de toneladas de plástico en el mundo, de los cuales el 9% fue reciclado, el 12 % incinerado y el 79% llevado a rellenos sanitarios o se filtraron al medio ambiente. Entre los plásticos más comúnmente usados están el poliestireno (PS), el poliuretano (PU), el polietileno de baja densidad (LDPE) y el polietileno tereftalato (PET). Se sabe que la larva de *Tenebrio molitor* tiene la capacidad de consumir diversos plásticos, y esta se ve potenciada cuando es co-alimentada con otra fuente alimenticia como la avena o el trigo [1 & 2].

El objetivo de este trabajo fue evaluar la pérdida de peso de PS, PU, LDPE y PET por la larva de *T. molitor* co-alimentada con maíz para su posible aplicación en tecnologías de biorremediación.

**Métodos.** Se utilizaron cantidades definidas de larvas de *T. molitor* para determinar la pérdida de peso de diferentes plásticos (PS, PU, LDPE y PET). Se evaluó su capacidad de consumo cuando fueron co-alimentadas con maíz y sin co-alimentación. Se utilizaron condiciones controladas, con temperatura constante y humectación periódica. Los pesos de los plásticos fueron medidos cada 7 días durante 5 semanas.

**Resultados y discusión.** Los resultados para PS, PU y LDPE se muestran en la Figura 1.

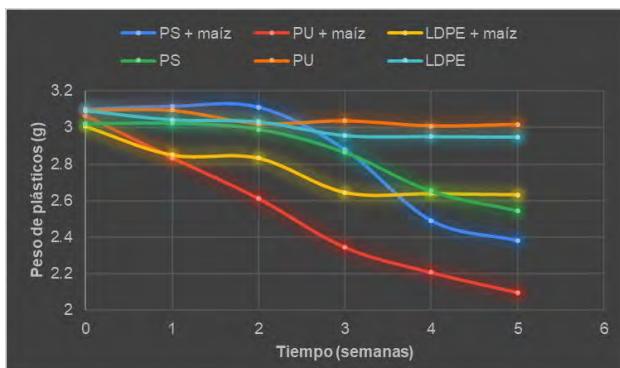


Fig. 1. Evolución de la pérdida de peso de PS, PU y LDPE por larvas de *T. molitor* co-alimentadas con maíz y sin co-alimentar, expresado en gramos.

Se observó una mayor pérdida de peso de los plásticos cuando las larvas se co-alimentaron con maíz (Tabla 1). Hubo una mayor pérdida de peso del PU cuando las larvas fueron co-alimentadas, seguido del PS y el LDPE. Cuando las larvas no fueron co-alimentadas hubo una preferencia marcada por el PS. En ninguno de los ensayos realizados con el PET se observó pérdida de peso (resultados no presentados), debido probablemente a la dureza del plástico.

Tabla 1. Porcentajes de pérdida de peso transcurridas 5 semanas, co-alimentadas con maíz y sin co-alimentar.

Plástico	Con maíz (%)	Sin maíz (%)
PS	23.2	15.6
PU	31.6	2.6
LDPE	12.5	4.7

**Conclusiones.** Se confirmó que co-alimentar larvas de *T. molitor* con maíz favorece el consumo de los plásticos PS, PU y LDPE. El PET no fue consumido por las larvas. Se planea continuar con experimentos evaluando distintos sustratos para co-alimentación, además del aislamiento e identificación de los microorganismos de su sistema digestivo involucrados en el consumo de los plásticos.

**Agradecimientos.** Se agradece a la comunidad de la UPMP.

### Referencias.

- [1] Bulak, P., Proc, K., Pytlak, A., Puszka, A., Gawdzik, B., & Bieganowski, A. (2021). Biodegradation of different types of plastics by *Tenebrio molitor* insect. *Polymers*. 13 (20): 3508. <https://doi.org/10.3390/polym13203508>
- [2] Yang, S. S., Brandon, A. M., Andrew Flanagan, J. C., Yang, J., Ning, D., Cai, S. Y., Fan, H. Q., Wang, Z. Y., Ren, J., Benbow, E., Ren, N. Q., Waymouth, R. M., Zhou, J., Criddle, C. S., & Wu, W. M. (2018). Biodegradation of polystyrene wastes in yellow mealworms (larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus): Factors affecting biodegradation rates and the ability of polystyrene-fed larvae to complete their life cycle. *Chemosphere*. 191 (2018): 979–989. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.117>

## IMPRINTS OF ENDOPHYTIC BACILLI IN HEAVY METAL TOLERANCE OF PLANTS. T2F.

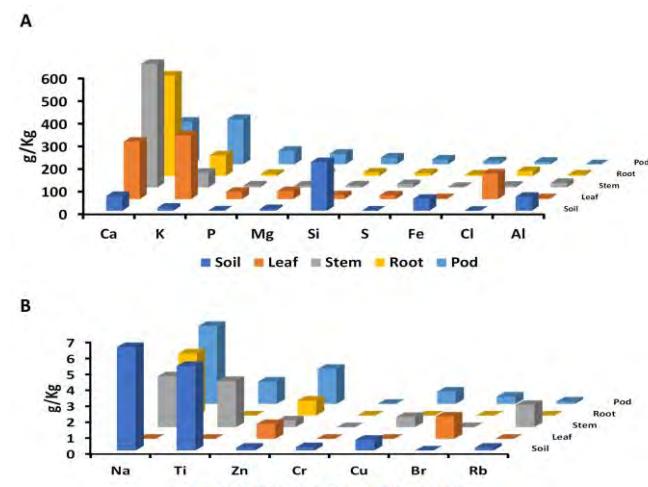
Verónica Ramírez, Jesús Muñoz-Rojas, José-Antonio Munive, Antonino Baez. Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. e-mail: antonino.baez@correo.buap.mx.

**Keywords:** bioremediation, chromium tolerance, crystal phases.

**Introduction.** The fast development of industry, farming, energy stations, and inappropriate waste disposal practices has increased organic pollutants and heavy metal concentrations in soil and water. Low-precipitation ecosystems tend to accumulate high levels of toxic metals pressing on plants and microbiota dwelling in them to evolve. In our laboratory, we have been studying microorganisms and plants living in heavy metal contaminated zones of Chietla, Puebla, Mexico. The work aimed to describe the ability of free-living mesquite trees to bioaccumulate and translocate heavy metals. Furthermore, the role of endophytic bacteria assisting the phytoremediation of heavy metals by mesquite (*Prosopis laevigata*) will be described.

**Methods.** *Prosopis laevigata* trees and rhizospheric soils were sampled. The wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXF) was used to determine the abundance of chemical elements in soil and plant organs (Ramirez et al. 2019). The main crystalline structures prevalent in soil and plant tissues were determined by an X-ray diffraction (XRD) analysis. Endophytic bacteria were isolated from root nodules. Nodulation test and 16S rRNA sequencing were described in Ramirez et al. 2019.

**Results and discussion.** *P. laevigata* free-living trees showed the ability to bioaccumulate high levels of silicon (Si), iron (Fe), aluminum (Al), and titanium (Ti) tolerating up to 61900 mg Al/kg, 53000 mg Fe/kg, 5300 mg Ti/kg, 670 mg Cu/kg, and 208 mg Cr/kg (Fig.1).

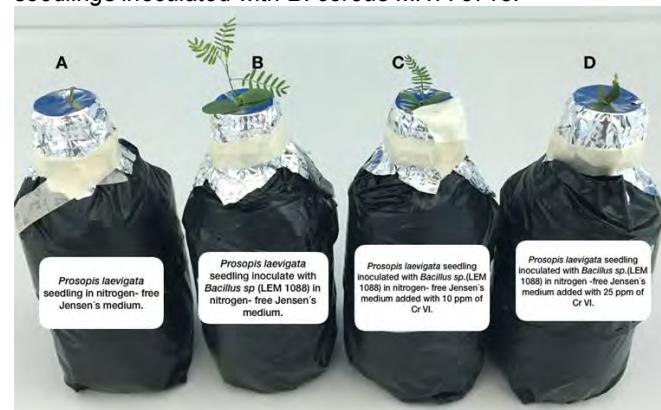


**Fig. 1. Bioaccumulation of elements in *P. laevigata* tissues.** The main crystalline structures found in soils were anorthite sodium (Al<sub>1.77</sub>Ca<sub>0.64</sub>Na<sub>0.32</sub>O<sub>8</sub>Si<sub>2.28</sub>), anorthoclase (AlK<sub>0.14</sub>Na<sub>0.85</sub>O<sub>8</sub>Si<sub>3</sub>), enstatite/ferrosilite (Mg<sub>1.56</sub>Fe<sub>0.44</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) and moganite (SiO<sub>2</sub>). The XRD

analysis of root samples showed three crystalline structures, calcite (CaCO<sub>3</sub>) in the rhombohedral phase, sylvite (KCl) in the cubic phase, and aluminum phosphate (AlPO<sub>4</sub>) in the orthorhombic phase. The same three elements were found in stem samples, almost in the same proportions. Suggesting that *P. laevigata* can translocate and change the crystalline phases of compounds.

Eighty-eight bacterial strains were isolated from nodules and tested for iron, zinc, and chromium tolerance. Six of them tolerated up to 10000 mg/L of Cr (VI) and aluminum. The most Cr-tolerant (15 000 mg/L) strain identified as *Bacillus cereus* MH778713 protected *P. laevigata* plants from Cr-toxicity in hydroponic conditions (Fig. 2). Furthermore, volatiles released by *B. cereus* MH778713 break dormancy of mesquite seeds subjected to chromium stress (Ramirez et al. 2020). New experiments describing the potential role of endophytic bacilli in the amelioration of heavy metal stress will be presented.

**Fig. 2. Chromium (VI) tolerance assay of *P. laevigata* seedlings inoculated with *B. cereus* MH778713.**



**Conclusions.** *P. laevigata* and *B. cereus* MH778713 can be considered good candidates for soil restoration of arid sites contaminated with heavy metals.

**Acknowledgements.** VIEP-BUAP 00043 grant and CONACyT 252847 research grant.

### References.

- Ramirez V, Baez A, Lopez P, Bustillos R, Villalobos MA, Martinez J, Munive JA. (2019). Chromium hyper-tolerant *Bacillus* sp. MH778713 assists phytoremediation of heavy metals by mesquite trees (*Prosopis laevigata*). *Front Microbiol*. 10:1833.
- Ramirez V, Munive JA, Cortes L, Muñoz-Rojas J, Portillo R, Baez A. (2020). Long-chain hydrocarbons (C<sub>21</sub>, C<sub>24</sub>, and C<sub>31</sub>) released by *Bacillus* sp. MH778713 break dormancy of mesquite seeds subjected to chromium stress. *Front Microbiol*. 11:741.

**RESÚMENES  
PÓSTERS  
BIOTECNOLOGÍA  
DE INTERACCIÓN  
SUELO-  
MICROORGANISMO  
S-  
PLANTA**

## EFFECTO DE ELICITORES EN RESPUESTA A INFECCIÓN POR *FUSARIUM SP.* EN AGUACATE

Alexa Paola Plaza Ávila, Joaquín Qui Zapata, Antonia Gutiérrez Mora. Unidad de Biotecnología Vegetal, CIATEJ Subsede Zapopan, Camino Arenero No. 1227 Col. El Bajío, 45019 Zapopan, Jalisco, México.  
email: agutierrez@ciatej.mx

*Keywords:* *Persea americana*, *Fusarium*, *elicitor*

**Introducción.** El aguacate (*Persea americana*), perteneciente a la familia de las lauráceas, goza de gran importancia económica y cultural a nivel mundial debido a su fruto, siendo México líder en su producción y exportación. Se tienen antecedentes de importantes daños causados por *Fusarium euwallaceae*, un hongo fitopatógeno dispersado por el coleóptero barrenador *Euwallacea fornicatus*, en países como Estados Unidos (1) e Israel (2), y se considera causante de la marchitez regresiva de *Fusarium* o "Fusarium dieback". En México *Euwallacea* sp. es considerada una plaga cuarentenaria. Al representar un riesgo para este cultivo, resulta fundamental evaluar estrategias para combatir este complejo ambrosial o mejorar la resistencia de las plantas, que no involucren su manejo directo por cuestiones de bioseguridad.

Con el fin de evaluar el modelo de inducción de resistencia por elicidores, se utilizaron plantas de aguacate en condiciones de invernadero en una interacción con un hongo asociado con un complejo ambrosial.

**Métodos.** Se utilizaron plantas de *Persea americana* en condiciones de invernadero con al menos 1 cm de grosor a una altura de 10 cm de la base. Se realizó una aplicación foliar de dos dosis (50 y 500 µM) de elicidores: ácido salicílico (SA) y jasmonato de metilo (MeJa). Tras un periodo de inducción de 21 días, se realizó una perforación en el tallo y se aplicó una suspensión de esporas  $1 \times 10^6$  esporas/mL de *Fusarium solani*. Se realizaron muestreos de hojas y tallos los días 0 (día del inóculo), 1, 5 y 15 después de la inoculación del hongo. Las muestras fueron maceradas en nitrógeno líquido, y resuspendidas en buffer de fosfatos 0.1 M pH 7, para la determinación de actividad enzimática ( $\beta$ -1,3 glucanasas y peroxidásas) y en metanol al 80% (v/v) para compuestos fenólicos totales. Se centrifugaron y el sobrenadante fue recuperado.

Para la determinación de proteínas PR con actividad de  $\beta$ -1,3 glucanasas y peroxidásas, se utilizaron los métodos descritos por (3) mientras que para la cuantificación de compuestos fenólicos totales se utilizó la metodología propuesta por (4).

**Resultados y discusión.** La actividad de  $\beta$ -1,3 glucanasas disminuyó de forma significativa en las hojas tras el periodo de inducción con los tratamientos de SA. Sin embargo, un día después de la inoculación se presentó un aumento significativo en la actividad. En el día 5 la actividad de glucanasas disminuyó significativamente con respecto al control con *Fusarium* sp. en los tratamientos con ambos elicidores, lo cual se

mantuvo hasta finalizar el experimento. Esta respuesta puede asociarse a la inducción de una respuesta de defensa efectiva sistémica contra la infección de *Fusarium* sp. en aguacate.

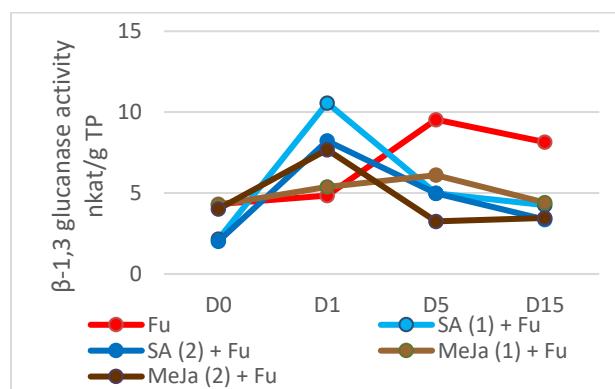


Fig. 1. Evaluación de la actividad de  $\beta$ -1,3 glucanasas en hojas de plantas de *Persea americana* inoculadas con *Fusarium* sp.

**Conclusiones.** Se observó un aumento significativo en la actividad de  $\beta$ -1,3 glucanasas en las hojas de aguacate en los tratamientos con ácido salicílico. A partir del día 5 después de la inoculación, ambos elicidores presentaron una respuesta diferencial con respecto a las plantas inoculadas con *Fusarium* sp.

**Agradecimientos.** Se agradece el apoyo al Conacyt a través del proyecto FORDECyT 292399.

### Referencias.

1. Eskalen, A., Stouthamer, R., Lynch, S. C., Rugman-Jones, P. F., Twizeyimana, M., Gonzalez, A., Thibault, T. (2013). Host range of *Fusarium* dieback and its ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytinae) vector in southern California. *Plant Dis.* 97(7): 938-951.
2. Mendel, Z., Protasov, A., Sharon, M., Zveibil, A., Yehuda, S. B., O' Donnell, K., Rabaglia, R., Wysoki, M., Freeman, S. (2012). An Asian ambrosia beetle *Euwallacea fornicatus* and its novel symbiotic fungus *Fusarium* sp. pose a serious threat to the Israeli avocado industry. *Phytoparasitica.* 40(3): 235-238.
3. Oliveira, JTA., Barreto, ALH., Vasconcelos, IM., Eloy, YRG., Gondim, DMF., Fernandes, CF., Freire-Filho, FR. (2014). Role of Antioxidant Enzymes, Hydrogen Peroxide and PR-Proteins in the Compatible and Incompatible Interactions of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Genotypes with the Fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. *J Plant Physiol Pathol.* 2(3),
4. Ainsworth, E. A., Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteau reagent. *Nature Protocols.* 2: 875-877.

## IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE PARASITOIDES DEL GÉNERO *METEORUS* SP. PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN MAÍZ

María Berenice González-Maldonado<sup>1</sup>, Mónica Flores-Villegas<sup>2</sup>, J. Natividad Gurrola-Reyes<sup>1</sup>, Isaías Chaírez-Hernández<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-IPN Unidad Durango. Sigma No. 119. Fracc. 20 de Nov. II. C. P. 34220. Durango, Durango. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Durango.

*Keywords:* Enemigos naturales, *Meteorus*, maíz.

**Introducción.** Los parasitoides Braconidae, después de Ichneumonidae, representan una de las familias de mayor riqueza taxonómica de Hymenoptera (1). La complejidad en la identificación de las especies de este género se debe principalmente a los caracteres que comparten individuos de distinta especie o las diferencias entre individuos de la misma especie.

El objetivo fue realizar un estudio más detallado para identificar las especies de bracónidos parasitoides del gusano cogollero en maíz en el Estado de Durango.

**Métodos.** El estudio se realizó en la región de los Valles, Los Llanos y las Quebradas del Estado de Durango. Las recolectas de larvas de los primeros estadios de gusano cogollero se realizaron en los ciclos primavera-verano y mantenidas en dieta artificial en una cámara de cría, hasta que alcanzaron su desarrollo completo o emergió el parasitoide. Para la identificación taxonómica se usaron las claves de (2). La identificación de especies de *Meteorus* fue corroborada a través de la comparación del material preservado con especímenes de referencia de la colección de insectos del Museo MIFA de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y del Colegio de Posgraduados, además se utilizaron las diagnosis publicadas en (3 y 4).

**Resultados y discusión.** Se recolectaron un total de 7867 larvas, de las cuales emergieron 929 parasitoides: 669 himenópteros y 260 dípteros, de ellos se analizaron 56 especímenes, cuatro de la subfamilia Homolobinae (resultados no mostrados) y 52 de Euphorinae, de los cuales 31 presentaron todos los caracteres taxonómicos de pertenecer a: *Meteorus arizonensis* Muesebeck, 1923 (Fig. 1) y 21 parasitoides coincidieron con la diagnosis de *M. laphygmae* (Fig. 2). Por lo general, las pupas de los parasitoides emergieron en aproximadamente 14 días, a partir de larvas de los primeros estadios de desarrollo del gusano cogollero, *S. frugiperda*.

**Conclusiones.** El municipio de Santiago Papasquiaro es el municipio donde se presentó la mayor abundancia de parasitoides de la familia Braconidae, específicamente del género *Meteorus*, reportados en este estudio. *M. arizonensis* es un nuevo registro en Durango y como parasitoide del gusano cogollero en maíz, siendo una contribución al conocimiento del género *Meteorus* en México.

La delimitación de especies de parasitoides utilizando herramientas taxonómicas combinadas con el uso de una caracterización genética permite esclarecer hipótesis y dudas taxonómicas.



Fig. 1. Adulto de *Meteorus arizonensis* ♀ (vista lateral).



Fig. 2. Adulto de *Meteorus laphygmae* ♀ (vista lateral).

### Referencias.

1. Coronado Blanco, J. M.; Zaldívar-Riverón, A. 2014. Biodiversidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 372-378.
2. Wharton, R. A.; Marsh, P. M.; Sharkey, M. J. 1999. Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). *Special publication of the International Society of Hymenopterists*. 92 (4): 615-616.
3. Aguirre, H.; Sarmiento, C. E.; Shaw, S. R. 2011. Taxonomic revision and morphometric analysis of *Meteorus* Haliday, 1835 (Hymenoptera: Braconidae: Meteorinae) from Colombia. *Zootaxa*. 2938 (1): 1-68.
4. Muesebeck, C. F. W. 1923. A revision of the North American species of ichneumon-flies belonging to the genus *Meteorus* Haliday. *Proceedings of the United States National Museum*. 63(2470): 1-44.

## CARACTERIZACION MICROBIOLOGICA DE *Botrytis cinerea* EN FRUTOS DE MEMBRILLO

Jesús García Pereyra, Gabriel Nicolás Aviña Martínez, Mónica García Montelongo, Sebastián E. González Villarreal.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Km 22.5 Car. Durango-México. C. P. 34371., jpereyra5@hotmail.com

*Palabras clave:* *Botrytis cinerea*, membrillo, Microbiología

**Resumen.** *Botrytis cinerea* es un hongo necrotrofico, causal de la pudrición gris en frutos de membrillo, su presencia se debe a diversos factores como la falta de aplicación de fungicidas preventivos, la poda de árboles, el saneamiento de las huertas y el desconocimiento de la patología de la enfermedad. En el norte del país, zona productora de membrillo, está causando problemas en la calidad de la fruta, una merma considerable en la producción de esta pomácea, la reducción de la superficie frutícola y la pérdida económica que tan solo en la zona frutícola de Durango cada año se desmonta el 3 % de una superficie de 284 hectáreas para la siembra de otras especies vegetales.

**Introducción.** La región membrillera de Durango, se ubica en el municipio de Nombre de Dios, el cual comprende 11 comunidades que se dedican a la siembra, cosecha y transformación de esta fruta. Cada año se reduce la transformación del membrillo, debido a que la fruta es atacada por el hongo *Botrytis cinerea*, apareciendo en la etapa de floración y se desarrolla en el crecimiento del fruto causando una podredumbre gris, se cae el fruto y ya no tiene un valor comercial. El objetivo de este trabajo fue realizar colectas de fruto dañado por comunidad productora, caracterizar por microbiología la morfología del hongo y la cuantificación del grado de pudrición.

**Métodos.** Se realiza el monitoreo y toma de muestra de frutos (Figura 1.), en suelo y follaje en la zona membrillera situada en el paralelo 23°54'28" N, 104°15'54" W en el mes de septiembre del año 2020. Se empleó una dilución. Se realizaron diluciones seriadas 1:10, 100 y 1000 de las muestras de fruto de membrillo de cada huerta y se sembraron en cajas Petri, en un medio selectivo a base de PDA, se analizó su morfología en una cámara de neubauer. Los resultados se analizaron bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones en cuanto crecimiento y unidades formadoras de colonia, se realizó el ANAVA y cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas se realizó la comparación de medias por DMS a una  $p < 0.05$  (Olivares, 1996). Adicionalmente se analizó la fertilidad del suelo por huerta para detectar deficiencias nutrimetiales bajo la norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT- 2000.

**Resultados y discusión.** El análisis de varianza detectó significancia estadística entre los diferentes tipos de crecimiento por huerta, con una fluctuación de 0.8 a 1.5 cm de diámetro. Para los esclerocios; de 1.3 a 1.8 mm de tamaño, la forma de las colonias fue el 60

% redonda y el restante irregular, el color del micelio de gris claro a gris oscuro. En los conidios el 70 % fue elíptica y el tamaño en una variación de 5.5 a 9.5  $\mu\text{m}$ .

### Toma de muestra

Colecta de fruto con síntomas de la presencia de *Botrytis* directo del arbolado, trabajos desarrollados en el mes de septiembre de 2020



Fig. 1. Colecta de frutos en las huertas seleccionadas

Localidad	Tratamiento	No. Esporas x ml
Manuel Simental, 20 de noviembre	T1	$2.1 \times 10^6$ b
Agustín Simental Díaz 20 de noviembre	T2	$2.4 \times 10^6$ a
Agustín Simental Cruz 20 de noviembre	T3	$2.3 \times 10^6$ b
Consuelo Barros, El Llano	T4	$1.9 \times 10^6$ cd
José Natividad Manqueros, Cardenchos	T5	$1.7 \times 10^6$ de
José Simental Díaz, Cardenchos	T6	$2.5 \times 10^6$ a
Humberto Batres, 20 de Noviembre	T7	$2.1 \times 10^6$ bc
Maria Nemesia Díaz, El Llano	T8	$1.4 \times 10^6$ e
Alejandro Escobedo.	T9	$1.7 \times 10^6$ de
Agustín García El Molino	T10	$2.6 \times 10^6$ a
Francisco Lerma 20 de Noviembre	T11	$2.2 \times 10^6$ b
Total	11	

Figura 2. Comparación de medias para la cantidad de esporas por ml.

**Conclusiones.** La mayor respuesta a la presencia de *Botrytis cinerea* es en la zona norte de la comunidad del 20 de Noviembre, PDA es un medio selectivo para detectar *Botrytis* y otros hongos en frutos de pomáceas.

**Agradecimientos.** Al Consejo estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, por el financiamiento del proyecto.

### Referencias

- Olivares, Sáenz, E. (1996). Software de diseños experimentales, versión 2.1. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- NOM-021-RECNAT- 2000. Diario oficial de la federación. 31de Diciembre de 2002.

## IMPACTO DE *Trichoderma virens* SOBRE LA MODULACIÓN DE RESPUESTAS DEFENSIVAS EN LA INTERACCIÓN JITOMATE (*Solanum lycopersicum*) - MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*)

Claudia Aragón Molina<sup>1</sup>, Carla Sánchez Hernández<sup>1</sup>, Vianey Olmedo Monfil<sup>2</sup>, J. Félix Gutiérrez Corona<sup>2</sup>, Ricardo Ramírez Romero<sup>1</sup>, Rosalba Mireya Hernández Herrera<sup>1</sup>. <sup>1</sup>CUCBA, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100. Zapopan, Jal., México. <sup>2</sup>Departamento de Biología, Universidad de Guanajuato. Noria Alta S/N Guanajuato, Gto. México.

claudia.aragon0452@alumnos.udg.mx

*Palabras clave:* biocontrol, resistencia, plaga.

### Introducción

Las plantas han desarrollado estrategias de defensa contra los insectos. Algunas investigaciones indican que hongos del género *Trichoderma* inducen en plantas resistencia a insectos, a través del ácido jasmónico, etileno y el ácido salicílico, además de promover el crecimiento y la absorción de nutrientes. Estas respuestas pueden variar entre cepas<sup>(1)</sup>.

El propósito de esta investigación fue estudiar el impacto de las cepas OETvCyt2 (OE), modificada genéticamente) y silvestre 29.8 (WT) de *Trichoderma virens*, sobre la modulación de respuestas defensivas durante la interacción jitomate-mosca blanca, en comparación con plantas control (C) sin hongo, con el fin de evaluar los beneficios de su uso como estrategia de control.

### Métodos

Se evaluó la expresión de genes de defensa mediante qPCR en plantas de jitomate inoculadas con las cepas OE y WT e infestadas con mosca blanca (MB). Se inocularon  $1 \times 10^6$  conidios/gr suelo durante el trasplante, 15 días después se realizó la infestación con 100 MB y, pasados 15 días, se colectó el tejido foliar. Los ensayos de preferencia de oviposición se realizaron colocando plantas (C, OE y WT) dentro de una jaula entomológica infestando con 50 hembras<sup>(2)</sup>. Los bioensayos para evaluar desempeño se llevaron a cabo infestando cada planta con 25 hembras<sup>(3)</sup>. En ambos casos se evaluó el número de huevos 24 h posteriores a la infestación.

### Resultados y Discusión

La inoculación de las cepas WT y OE de *T. virens* modularon diferencialmente la inducción de respuestas defensivas en plantas de jitomate, destacando un incremento en los niveles del gen *PR-1* en las plantas inoculadas con WT. Se observó un aumento en la expresión de *GDS*, *PEROX*, *WSP* y *SST* en las plantas inoculadas con OE. *PR-10* fue el único gen modulado positivamente por ambas

cepas.

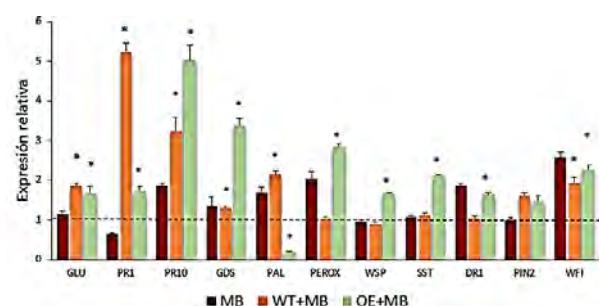


Fig. 1. Modulación de la respuesta génica a MB, en presencia de *Trichoderma*. Las barras representan la abundancia relativa de los transcriptos, normalizados respecto a los valores en las plantas control

Los cambios en los niveles de expresión no se relacionaron con los resultados de los ensayos de oviposición, donde no se observaron diferencias entre tratamientos.

### Conclusión

Las cepas WT y OE de *T. virens* modulan diferencialmente la inducción de respuestas defensivas en jitomate, sin modificar la preferencia de oviposición de MB.

### Referencias

1. Coppola M., Diretto G., Digilio MC., et al. (2019). Transcriptome and Metabolome Reprogramming in Tomato Plants by *Trichoderma harzianum* strain T22 Primes and Enhances Defense Responses Against Aphids. *Front. Physiol.* 10:745
2. Darshanee HC., Hui R., Nazeer A., et al. (2017). Volatile-Mediated Attraction of Greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* to Tomato and Eggplant. *Front. Plant Sci.* 8:1285
3. Jafarbeigi F., Samih MA, Alaei H., Shirani H. (2020). Induced Tomato Resistance Against *Bemisia tabaci* Triggered by Salicylic Acid, β-Aminobutyric Acid, and *Trichoderma*. *Neotrop Entomol.* 456-467

## EFFECTO DE LAS VARIABLES DE CULTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS ANTAGÓNICOS DE *Pseudomonas protegens* EMM-1.

Ismael Martínez-Ramos, Antonino Baez. Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. E-mail: ismael.martinezra@alumno.buap.mx.

**Keywords:** Inhibición; Antagonismo; Antimicrobiano.

**Introducción.** El uso desmedido e inadecuado de antibióticos en el área médica, veterinaria y agrícola ha provocado la propagación de microorganismos multidrogo-resistentes (MDR), lo cual, aunado al lento descubrimiento de antibióticos efectivos, ha detonado un problema importante de salud pública (Van Boeckel et al., 2015). Los microorganismos cuentan con un amplio arsenal de compuestos metabólicos que los ayudan a sobrevivir en ambientes de competencia, entre los que se encuentran los péptidos ribosómicos y no ribosómicos, policétidos, lipopéptidos y compuestos volátiles (Lazzaro, Zasloff y Rolff, 2020). *Pseudomonas protegens* EMM-1 es una bacteria Gram negativa que fue aislada de la rizosfera de maíz “rojo criollo”, es capaz de antagonizar hongos fitopatógenos de los géneros *Aspergillus*, *Rhizopus* y *Fusarium*; así como bacterias pertenecientes al género *Acinetobacter*, *Azospirillum*, *Paraburkholderia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Sphingomonas* (Molina-Romero et al., 2017).

En este trabajo se evaluó la producción de sustancias antimicrobianas producidas por *Pseudomonas protegens* EMM-1 en distintas condiciones de cultivo, con la finalidad de, en un futuro, purificar e identificar los compuestos que presenten mayor potencial biotecnológico.

**Métodos.** Se realizó un diseño factorial de tres factores con tres niveles para determinar el efecto de la temperatura, oxigenación y fuente de carbono sobre la producción de compuestos antagónicos sintetizados por *P. protegens* EMM-1 en matraces agitados.

La actividad antagónica de los metabolitos producidos por la cepa productora en las distintas condiciones se evaluó utilizando el sobrenadante de los cultivos mediante la metodología de difusión en pozos contra distintas cepas de bacterias multidrogo-resistentes (Cesa-Luna, 2020). Se realizaron cinéticas de crecimiento para evaluar la relación del crecimiento con la producción de compuestos antagónicos.

**Resultados y discusión.** El diseño de experimentos nos permitió determinar las mejores condiciones de cultivo para producir metabolitos antagónicos de *P. protegens* EMM-1 contra dos aislados clínicos (*Streptococcus* sp. SP6 y *Klebsiella pneumoniae*) y contra dos hongos fitopatógenos (*Fusarium oxysporum* y *Alternaria* sp.). El glicerol como fuente de carbono produjo los mejores halos de inhibición a 23°C (Fig. 1). En la Fig. 2 se observa el crecimiento de la cepa productora con las tres fuentes de carbono utilizadas, con estos resultados y con los obtenidos en el ensayo

de difusión en pozo se puede observar que no hay una relación entre el crecimiento y la producción de metabolitos antagónicos. Y que el crecimiento en sacarosa es muy similar a las otras condiciones, pero no produce compuestos inhibitorios.



Fig. 1. Ensayo de difusión en pozo con glicerol como fuente de carbono y *Streptococcus* sp. SP6 como cepa sensible.

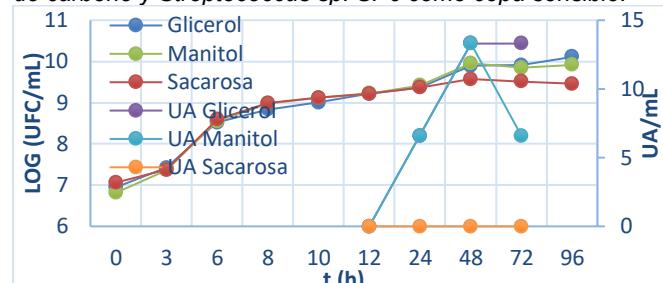


Fig. 2. Cinética de crecimiento de *P. protegens* en distintas fuentes de carbono con el mismo volumen de llenado y misma temperatura.

**Conclusiones.** Aún quedan ensayos por realizar para poder determinar la relación que existe entre la temperatura y la oxigenación con respecto a la producción de metabolitos antagónicos. La cepa EMM-1 ha demostrado tener potencial para antagonizar tanto bacterias de importancia clínica como agrícola.

**Agradecimientos.** Beca Nacional CONACYT, CVU: 1098025.

### Referencias.

- Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., Teillant, A. y Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112 (18): 5649-5654.
- Lazzaro, B. P., Zasloff, M., y Rolff, J. (2020). Antimicrobial peptides: Application informed by evolution. *Science*. 368 (6490): eaau5480.
- Molina-Romero D., Baez A., Quintero-Hernández V., Castañeda-Lucio M., Fuentes-Ramírez L. E., Bustillo-Cristales M. R., Rodríguez-Andrade, O., Morales-García, Y. E., Munive, A. y Muñoz-Rojas, J. (2017). Compatible bacterial mixture, tolerant to desiccation, improves maize plant growth. *PLOS ONE* 12(11): e0187913.
- Cesa-Luna, C. (2020). Doctorado en Ciencias (Microbiología). Tesis: Estudio de sustancias antimicrobianas de interés biotecnológico y biomédico. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

## PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE TERPENOS PRODUCIDOS DIFERENCIALMENTE POR LA CEPA OETVCYT2 DE *TRICHODERMA VIRENS*.

Jonathan Duran Palmerin<sup>1</sup>, Clarisa Villegas-Gómez<sup>2</sup> y Vianey Olmedo Monfil<sup>1\*</sup>. Departamento de Biología<sup>1</sup>

Departamento de Química<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato, DCNE Guanajuato, Gto. México,

\*vg.olmedo@ugto.mx

Keywords: *Trichoderma*, sesquiterpenos, biocontrol.

### Introducción

Es conocida la acción de microorganismos como contribuyentes para evadir y combatir invasores en las plantas, algunas especies del género *Trichoderma* han demostrado potencial como agentes de biocontrol, promotores del crecimiento y mejoradoras del rendimiento vegetal. Estos efectos son debido, en parte, a su capacidad de liberar metabolitos que sirven como señalizadores para otros organismos. Los terpenos son un ejemplo de estos compuestos, para los que se ha registrado su participación como agentes contra estrés biótico y abiótico [1][2]. En nuestro grupo de trabajo se generó la cepa OETvCyt2 de *Trichoderma virens*, que sobre expresa el gen *TvCyt2*, codificante para una mono-oxigenasa p450, involucrada en la síntesis de metabolitos secundarios. La cepa OETvCyt2 tiene una capacidad antagónica mejorada contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium cepivorum*, se observó preliminarmente, en pruebas de antibiosis, que los metabolitos liberados al medio de cultivo por la cepa OETvCyt2 limitan el crecimiento de *R. solani*. Se comprobó por medio de cromatografía gases incorporada a masas que esta cepa posee un perfil metabólico diferente en comparación a la cepa silvestre. Se sugiere que los metabolitos diferenciales, principalmente de tipo sesquiterpeno, de la cepa OETvCyt2 están involucrados en la mejora de su capacidad para antagonizar fitopatógenos, en confrontación directa o a través de los metabolitos liberados al medio. Adicionalmente, la cepa OETvCyt2 provocó un incremento en la respuesta defensiva mediada por ácido jasmónico en *Arabidopsis thaliana* [3], la cual debe estar relacionada con algún o algunos de los metabolitos emitidos por la cepa OETvCyt2 [4].

Este trabajo tiene como objetivo aislar y caracterizar los sesquiterpenos producidos diferencialmente por la cepa OETvcyt2 de *T. virens* y evaluar su efecto biológico en la activación de defensa vegetal y control de fitopatógenos.

### Métodos.

Hasta el momento nos encontramos realizando la separación de los metabolitos producidos por la cepa OETvcyt2 y una vez aislados serán analizados por Resonancia Magnética Nuclear (RMN), para determinar su estructura e identidad.

Los sesquiterpenos solubles serán purificados a partir del sobrenadante del cultivo de la cepa OETvcyt2, siguiendo lo descrito por Porras-Troncoso (2016).

El sobrenadante será liofilizado. La purificación mediante cromatografía en columna, seguida de una caracterización por medio de espectroscopía de RMN. Con los metabolitos aislados evaluaremos su capacidad para activar la vía de defensa vegetal, usando una línea transgénica de *A. thaliana*, que contiene el gen reportero GUS bajo el control del promotor del gen *LOX2*, que responde a ácido jasmónico. Finalmente, evaluaremos su efecto sobre el crecimiento de los fitopatógenos *R. solani* y *S. cepivorum*, mediante ensayos de antibiosis, probando diferentes concentraciones de los compuestos aislados.

### Resultados y discusión.

Hasta el momento hemos obtenido 40 gramos de liofilizado activo, proveniente del sobrenadante, al cual se le realizaron pruebas de solubilización y cromatografía en capa fina como pruebas iniciales para proceder con la cromatografía en columna. Hasta el momento se han realizado ensayos preliminares de antibiosis con el liofilizado para determinar su efecto sobre el crecimiento de fitopatógenos, teniendo resultados que indican un efecto inhibitorio en el crecimiento de ambos fitopatógenos.

### Conclusiones

Contamos con material suficiente para proceder a la separación, purificación e identificación de los metabolitos producidos diferencialmente por la cepa OETvcyt2. Esperamos obtener las cantidades necesarias para llevar a cabo las pruebas biológicas.

### Referencias.

1. Aqleem A. et al., (2022). Trichoderma spp. Genes involved in biocontrol activity against *Rhizoctonia solani*. *Front. Microbiol.* 13: p. 1774
2. Macías-Rodríguez L. et al., (2020). Trichoderma interactions on multiple trophic levels: communication between kingdoms. *Microbiological Research*. Vol. 240:126552.
3. Ramírez-Valdespino C.A., et al., (2017). Functional characterization of *TvCyt2*, a member of the p450 monooxygenases of *Trichoderma virens* relevant during association with plants and mycoparasitism. *MPMI*. 31:289-298
4. Rosenkranz M. et al., (2021). Volatile terpenes: mediators of plant-to-plant communication. *Plant J*, 108: 617-631

## AISLAMIENTO DE HONGOS ENDÓFITOS DE RAÍZ DE PLANTAS ERICALES CON POTENCIAL COMO ENDÓFITOS BENÉFICOS DE (*VACCINIUM SP.*) CV BILOXI.

Itzia Erendira Solorzano Martínez, Issac Alejandro Sameron Santiago, Héctor Guillén Andrade, Ana Ttzqui Chávez Bárcenas\*. <sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de agrobiología “Presidente Juárez”, Uruapan Michoacán, C.P. 60170. Itziamartinez25@gmail.com, isaac.salmeron@umich.mx, hguillenandrade@gmail.com y tzzqui.chavez@umich.mx. \*Autor para correspondencia

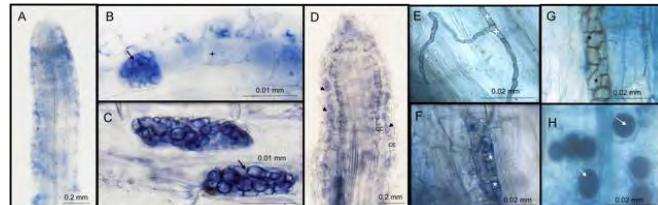
*Keywords:* DSE, *Cethra sp.*, arándano

**Introducción.** Las raíces de las plantas de arándano (*Vaccinium sp.*) presentan pocas capas corticales y carecen de pelos radiculares. Por lo anterior, las asociaciones con microorganismos especializados pueden favorecer su adaptación a ciertos nichos ecológicos, así como promover un crecimiento y desarrollo adecuados. Algunos de estos microorganismos son los hongos micorrízicos y los endófitos. Los hongos endófitos septados oscuros (DSE) son capaces de establecer una interacción con raíces de muchas especies de las familias del orden Ericales.

Objetivo: Aislar hongos endófitos de raíces de plantas ericas y evaluar su capacidad de interacción con raíces de arándano (*Vaccinium sp.*) cv Biloxi. en condiciones *in vitro*.

**Métodos.** Para evaluar la presencia de estructuras fúngicas en las raíces se utilizó una técnica de tinción modificada para la observación anatómica de raíces micorrizadas de árboles leñosos (Chávez-Bárcenas et al., 2013). Las raíces con estructuras micorrízicas se desinfectaron y se cortaron en segmentos de 1 cm, se sembraron en cajas de Petri con medio MMN modificado Melin-Norkrans (Max., 1969). Una vez que se observó crecimiento micelial en las raíces sembradas, se transfirió y aisló en medio CMA Harina de maíz-agar (Riker y Riker 1936). Los aislados potenciales a formar DSE se pusieron en contacto con plántulas de arándano cultivadas *in vitro*. Después de treinta días de incubación, se realizaron tinciones de raíz de las plántulas de arándano para la observación anatómica de las estructuras radiculares formadas en presencia de los hongos inoculados.

**Resultados y discusión.** A partir de muestras de raíces de azalea y clethra colectadas en campo y teñidas, se logró identificar la presencia de hongos septados oscuros (DSE) bajo microscopio óptico, coexistiendo con asociaciones micorrízicas de tipo ericoide y arbuscular.



**Figura 6.** Coexistencia de tres tipos de hongos endófitos de raíces en azalea (*Rhododendron sp.*) y clethra (*Clethra sp.*).

De diecisésis aislados obtenidos, uno presentó características propias de los hongos endófitos DSE (aislado C4). El aislado fúngico C4 fue inoculado en frascos con plantas de arándano propagadas *in vitro*. Después de 30 días, el hongo estableció interacción con las raíces de Arándano, formando estructuras que indican la colonización de DSE con la formación de un manto fúngico sobre el meristemo apical en las raíces y también en la zona de maduración celular.

**Conclusiones.** Se identificaron y aislaron hongos endófitos septados oscuros (DSE) coexistiendo con hongos micorrízicos de tipo ericoídes y arbusculares en las raíces de plantas de clethra (*Clethra sp.*) y azalea (*Rhododendron sp.*).

**Agradecimientos.** Proyecto CIC-UMSNH 5872608, financiado a A.T.C.B.

### Referencias.

Chávez-Bárcenas T.A., Lua-Aldama J., Salmeron-Santiago I.A., Silva-Adame M.B., García Saucedo P.A., y Olalde-Portuga V. 2013. A modified staining techni for the anatomical observation of mycorrhizal roots of woody tres. African Journal of Microbiology Research 7:3589-3596.

Marx DH. 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. Phytopathology. 2:153–163.

Riker A.J. y Riker R.S.1936. Introduction to research on plants diseases. St. Louis John S.Swift: 117.

## IN VIVO TESTS OF *BACILLUS* STRAINS WITH BIOCONTROL CAPACITY AGAINST *FUSSARIUM* SP ON STRAWBERRY PLANT (*FRAGARIA ANANASSA*) T2-B

Aimé Pérez<sup>1</sup>, Monserrat de la Mora<sup>1</sup>, Alejandro Arana<sup>1</sup>, Manuel Kirchmayer<sup>2</sup>, David Mendoza<sup>1</sup> and Luis Segura<sup>3</sup>. <sup>1</sup>ITESO, Anillo Perif. Sur Manuel Gómez Morín 8585, San Pedro Tlaquepaque, Jal. C.P. 45604, <sup>2</sup>CUCBA-UdeG, Cam. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, Zapopan, Jal. C.P. 45200, <sup>3</sup>CIATEJ, Camino Arenero 1227, El Bajío, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45019 [ib714636@iteso.mx](mailto:ib714636@iteso.mx)

*Keywords:* Biocontrol, *Bacillus*, Strawberry.

**Introduction.** The pests and diseases in plants represent between 20-40% of the losses in agriculture. Biocontrol is a management strategy for the control of pests through the use of organisms or their metabolites<sup>(1)</sup>. The *Bacillaceae* family, is one of the bacterial families with the greatest biochemical activity and its biocontrol capacity is mediated by the production of antibiotic and antimicrobial metabolites, through ribosomal synthetic peptides, polyketides (PK) and peptide molecules that affect phytopathogens<sup>(2)</sup>. The aim of this study was to test the biocontrol capacity, both preventive and corrective, of the strains *Bacillus subtilis*, *megaterium*, *amyloliquefaciens* and *pumilus*.

**Methods.** To verify the biocontrol potential of the *Bacillus* strains (*B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. amyloliquefaciens* and *B. pumilus*), an *in vivo* design of experiment was performed in *Fragaria x anannassa* strawberry plants. Plants were inoculated with *Fusarium* sp., and with each one of the *Bacillus* strains separately. Plants without inoculated microorganisms were used as controls. A series of preventive tests were also carried out, first the biocontrol strain and after 15 days, the pathogenic strain. Corrective tests were performed, initially infecting with the pathogen and later the biocontrol agent. For 30 days, physical changes were observed, as well as the root volume and density, wet and dry weight to quantify the absorption of water, and the absorption of nitrogen was measured through a digest of the leaves in the spectrophotometer at 660nm.

### Results and discussion.

Table 1. Nitrogen absorption in leaves

test	Nitrates (mg/L)
Control 0	1.741
Control <i>B. subtilis</i>	1.74
Control <i>B. megaterium</i>	1.911
Control <i>B. pumilus</i>	1.536
Control <i>B. amyloliquefaciens</i>	1.787
Prevent <i>B. subtilis</i>	1.484
Prevent <i>B. megaterium</i>	2.455
Prevent <i>B. pumilus</i>	1.846
Prevent <i>B. amyloliquefaciens</i>	2.395
Correct <i>B. subtilis</i>	2.819

Correct <i>B. megaterium</i>	1.769
Correct <i>B. pumilus</i>	1.395
Correct <i>B. amyloliquefaciens</i>	1.84
Control <i>Fusarium</i>	1.328

Table 1 shows that nitrogen uptake improved in the tests carried out with *B. subtilis* and *B. amyloliquefaciens*, as well as a decrease in nitrogen absorption in the tests with *B. pumilus*.

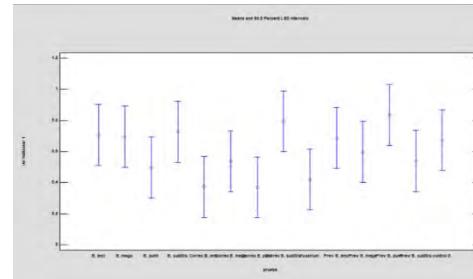


Fig. 1. Comparison of root volumes, Tukey test.

This test shows the resistance to temperature and stress from *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* and *B. megaterium*, as well as its ability to recover, however, the plants with *B. pumilus* had a much lower survival rate and a root volume proportional to the Nitrogen absorption.

**Conclusions** *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* and *B. megaterium* showed great potential as biocontrol agents for root fungal pests. They also showed a small increase in nitrogen fixation in the leaves of the plant, as well as a good resistance to stress conditions. *B. subtilis* showed the best recovery in corrective tests.

**Acknowledgements.** We would like to thank the IESO's Research Support Fund (FAI) for funding the project.

### References.

1. Zerlough, H. (2012) Mecanismos de acción y determinantes bacterianos implicados en la actividad de biocontrol de bacillus. Universidad de Málaga. España.
2. Layton, C., Maldonado, E., Monroy, L., Corrales, L. C., Sánchez, L. C. (2011) *Bacillus* spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. NOVA; 9(16).

## EFFECTO NEMATOXICO DEL EXTRACTO ACUOSO FOLIAR DE *Lupinus mutabilis* Sweet. y *Lupinus carazensis* Ulbr. SOBRE JUVENILES Y ECLOSION DE HUEVOS DE *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

Pedro Lezama<sup>1</sup>, Martha Lezama<sup>1</sup>, Julia Amaya<sup>2</sup>, Jose Hidalgo<sup>1</sup>, Percy Asmat<sup>1</sup>, Gastón Zolla<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, <sup>2</sup> Laboratorio de Sanidad Vegetal, Trujillo, Perú

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

E-mail: [plezamaa@gmail.com](mailto:plezamaa@gmail.com), [plezamaa@upao.edu.pe](mailto:plezamaa@upao.edu.pe)

**Keywords:** *Meloidogyne*, *Lupinus*, nematóxico

### Introducción

Actualmente se han descrito más de 4200 especies de fitonematodes, entre las que destaca el género *Meloidogyne* con más de 100, caracterizado por ser cosmopolita y atacar diversos cultivos, causando alteraciones en la raíz y con ello el flujo de nutrientes hacia el tejido vegetal, trayendo consigo pérdidas millonarias para el agricultor (1). Para su control se viene empleando nematicidas químicos, pero con el consiguiente deterioro ambiental, frente a la cual una alternativa es el uso de biopesticidas, consideradas menos tóxicas por su baja persistencia en el ambiente al ser rápidamente transformadas (2). Dentro de ellas, se están estudiando derivados vegetales de diversas familias acordes con la zona de estudio y el conocimiento etnobotánico.

Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto nematóxico del extracto acuoso foliar de *Lupinus mutabilis* y *L. carazensis* contra las larvas J<sub>2</sub> y eclosión de huevos de *Meloidogyne incognita* bajo condiciones de laboratorio.

### Métodos

Las larvas J<sub>2</sub> y huevos de *Meloidogyne* fueron aisladas de plantaciones de *Solanum lycopersicum* (Tomate) cultivadas cercanas a la ciudad de Trujillo, Perú. La identificación se realizó en base a cortes perineales de la hembra madura.

Las plantas de *Lupinus* fueron colectadas de la provincia de Corongo, Departamento de Ancash, entre 4200 – 4500 m. Identificadas las especies se prepararon las hojas, para ser maceradas en agua a fin de obtener el extracto acuoso inicial.

Para los ensayos biológicos en el laboratorio, se usó Sulfato de esparteína como control positivo y agua estéril como negativo. Del extracto acuoso inicial se prepararon diluciones de 250, 500, 750, 1000, ppm. En cada uno se colocaron 100 larvas J<sub>2</sub> y 200 huevos aislados de la hembra madura de *Meloidogyne incognita*, empleando un diseño completamente al azar y con 4 repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a las 48, 72, 96 y 120 horas, observando motilidad de los J<sub>2</sub> y numero de huevos eclosionados. El efecto nematicida sobre los J<sub>2</sub> se comprobaron por observación microscópica

colocándolas en placas petri con agua durante 4 h.

### Resultados y Discusión

Se determinó que los extractos acuosos foliares de ambas especies de *Lupinus* presentaron acción nematicida, cuya tasa de mortalidad de J<sub>2</sub> fue mayor al 75% a partir del extracto de 500 ppm y del 100% con 1000 ppm para ambas especies evidenciado desde las 72 h., y para la eclosión de huevos, en ambos especies no se observó Larvas J<sub>2</sub> a las mismas concentraciones a partir de las 96 h, no se observaron diferencias estadísticas significativas. Estos efectos probablemente sean el resultado de la acción de alcaloides quinolizidínicos como la esparteína, luponina, 13-Hidroxilupanina presentes en el género *Lupinus* (3), las mismas que han demostrado poseer no solamente actividad plaguicida, sino también farmacológica, aunque varían con la especie, hábitat, fenología, órganos de la planta, incluso el clima (4), las mismas que han sido comprobados por estudios previos.

### Conclusión

El extracto acuoso foliar de *Lupinus mutabilis* y *L. carazensis* tuvieron efecto nematicida frente a las larvas J<sub>2</sub> y eclosión de huevos de *Meloidogyne incognita*

### Bibliografía

- 1.Mora de Giacomi, et al. (2022). Utilización de extractos vegetales sobre el nemátodo de las agallas (*meloidogyne spp.*) en variedades de zanahoria (*daucus carota* L.). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria, 6(3), 4094-4111
- 2.Zaidat et al. (2020). Nematicidal activity of aqueous and organic extracts of local plants against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood in Algeria under laboratory and greenhouse conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control 30(46): 2-8
- 3.Cóndor, A. (2019). In vitro study on the nematicidal effect of different plant extracts on *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne chitwoodi*.. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín 72(3): 8945-8952
- 4.Ruiz-López et al. (2010). Mexican wild lupins as a source of quinolizidine alkaloids of economic potential. Polibotanica. 29: 159-164

## Evaluación *in vitro* del efecto biopesticida de entomopatógeno contra trips (*Frankliniella occidentalis*).

Guardado-Fierros B.G., García-Carvajal Z.Y., Rodríguez-Campos J., Contreras-Ramos S.M\*.  
Av. Normalistas 800, Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, México. [smcontreras@ciatej.mx](mailto:smcontreras@ciatej.mx)

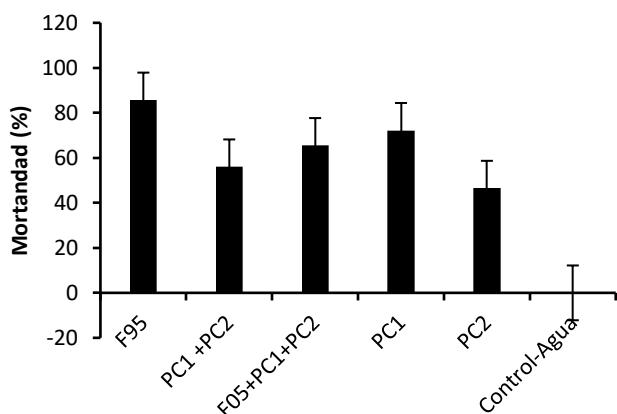
*Keywords:* trips, *Metarhizium*.

### Introducción

La tendencia mundial para reducir los insumos agrícolas como son los plaguicidas químicos, por representar un riesgo a la salud humana y los efectos al ambiente, ha generado oportunidades para el desarrollo de insumos para la protección de cultivos utilizando microorganismos como bacterias u hongos [1]. El objetivo de este trabajo fue evaluar un biopesticida contra trips del arándano.

**Métodos.** Una formulación (F95) a base de *Metarhizium* sp. fue evaluada para determinar su efecto biopesticida contra trips (*Frankliniella occidentalis*) en un ensayo *in vitro*, y comparada contra 2 productos comerciales (PC1 y PC2 en la dosis recomendada por el fabricante. Los insectos fueron obtenidos de un cultivo de arándano, colectados y transportados al laboratorio para los bioensayos. Se colocaron en cajas Petri con papel filtro humedecido previamente a la dosis de cada producto y de la formulación F95. La mortandad de los insectos fue determinada a los 5 días comparada contra un testigo humedecido con agua estéril. Se combinaron los productos comerciales (PC1 +PC2), y con la formulación F95 (F95+PC1+PC2).

**Resultados y discusión.** Se observó que la formulación F95 tuvo mayor efectividad en la mortandad de los insectos de trips con un 85.7%, mientras el PC1 y P2 tuvieron 72 y 46% respectivamente, cuando se evaluaron por separado. (Grafica 1). En combinación los productos comerciales (PC1+PC2) presentaron 56% de mortandad y en combinación con la formulación F95 (F95+PC1+PC2) mostró una mortandad del 65.5%.



Grafica 1. Porcentaje de mortalidad de *Frankliniella occidentalis* en ensayos *in vitro*.



Figura 2. Insecto de trips colonizado con a) F95, b) PC1+PC2, c) F95+PC1+PC2, e insecto vivo en d) Control de agua.

Los productos comerciales PC1 y PC2 fueron antagónicos entre ellos al mostrar una disminución en su efecto biopesticida contra trips, ya que al evaluarse individualmente tuvieron mayor mortandad. Este mismo efecto fue observado cuando se combinó con la formulación F95. Los productos comerciales estaban formulados a base de esporas de hongos entomopatógenos, que pueden ser antagónicos y disminuir su efecto.

**Conclusiones.** La formulación F95 tuvo mayor porcentaje de mortalidad contra trips de arándano en condiciones *in vitro*, comparada contra 2 productos comerciales de mayor uso en el mercado.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo en el Proyecto FORDECYT 296195.

### Referencias

- (1) Keppanana, et al., Isolation and characterization of *Metarhizium anisopliae* TK29 and its mycoinsecticide effects against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. Microbial Pathogenesis 123: 52-59.

## EFFECTO DEL SISTEMA SOLUTO-SOLVENTE SOBRE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL QUITOSANO PARA SU USO COMO INDUCTOR DE DEFENSA VEGETAL.

Julio César López-Velázquez<sup>1</sup>, Hugo Espinosa-Andrews<sup>1</sup>, Soledad García-Morales<sup>1</sup>, Diego Eloyr Navarro-López<sup>2</sup>, Joaquín Alejandro Qui-Zapata<sup>1\*</sup>. <sup>1</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. <sup>2</sup>Tecnológico de Monterrey.(33) 33 45 52 00. [jqui@ciatej.mx](mailto:jqui@ciatej.mx)  
*Fitopatógenos, inductor, polisacáridos.*

**Introducción.** Para mitigar el efecto adverso que ha provocado el uso desmedido de agroquímicos, se han empleado moléculas de origen biológico que ayudan a mantener a las plantas libres de enfermedades, como el quitosano (1). El quitosano en la agricultura se ha usado para el desarrollo de las plantas, en frutos post cosecha como agente antimicrobiano y recubrimiento de semillas y ha demostrado inducir el sistema de defensa de las plantas (2). Sin embargo, dada su estructura, solo es soluble en medios ácidos, como el ácido acético, lo que limita su uso en la agricultura convencional, debido a la toxicidad y manejo del solvente por parte de los agricultores. Por este motivo, se considera utilizar solventes seguros y de fácil acceso, como el vinagre, y pueden ser una alternativa para el uso de moléculas de origen biológico que tengan un efecto en la inducción de la respuesta de defensa de las plantas (3).

Por tanto, el objetivo del presente proyecto es evaluar el efecto que tiene el vinagre de manzana y caña sobre los parámetros fisicoquímicos de esta molécula para su uso como inductor de la respuesta de defensa de plantas.

### Métodos.

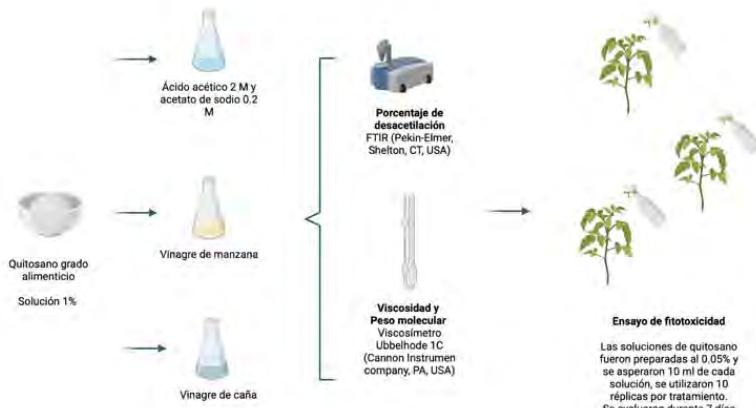


Fig. 1. Diagrama de la metodología empleada, Biorender, (3).

**Resultados y discusión.** El quitosano grado alimenticio se disolvió tanto en ácido acético y vinagre de manzana y caña, el peso molecular y porcentaje de desacetilación del quitosano se mantuvo estable. Sin embargo, se observó un cambio en la viscosidad de las muestras, (Tabla 1). La viscosidad es un parámetro que se considera determinante en la inducción de los mecanismos de defensa en las plantas según lo reportado en un estudio (3).

En cuanto al efecto fitotóxico en las plantas de café de

las soluciones de quitosano obtenidas con los diferentes solventes, se observó que estas soluciones no tuvieron un impacto negativo sobre el fenotipo del cultivo (Fig. 2). Se evaluarán los efectos de los diferentes solventes en la inducción de defensa en el café.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del quitosano en función del sistema soluto-solvente.

Muestra	Viscosidad [η]	Peso molecular Mv (kD)	Porcentaje de desacetilación DD (%)
Q-AA	631.1	314.4	90.35
Q-VM	438.5	314.4	90.35
Q-VC	480.7	314.4	90.35

Q-AA: quitosano disuelto en ácido acético 2 M y acetato de sodio 0.2M, Q-VM: quitosano disuelto en vinagre de manzana, Q-VC: quitosano disuelto en vinagre de caña

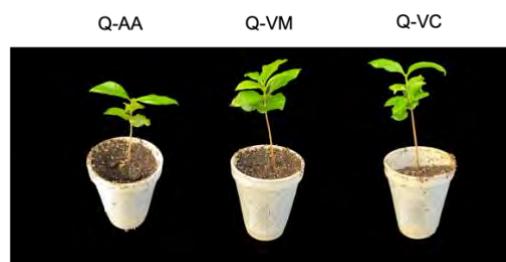


Fig. 2. Ensayo de fitotoxicidad del quitosano. Los tratamientos se describen en la Tabla 1.

**Conclusiones.** El vinagre generó un cambio en las propiedades fisicoquímicas del quitosano grado alimenticio no mostrando efectos negativos en el fenotipo en las concentraciones evaluadas, lo que sugiere sea considerado para el manejo integral de enfermedades de plantas.

**Agradecimientos.** El primer autor agradece al CONACYT por beca para estudios de posgrado con número 783189 y al proyecto con clave FORDECYT 292474.

### Referencias.

1. Moon, C., Seo, DJ., et al. (2020). Antibacterial activity of various chitosan forms against *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines*. *International Journal of Biological Macromolecules*. 156, 1600-1605.
2. Swaroopa Rani, T., Nadendla, SR., Bardhan, K., et al. (2020). Chitosan conjugates, microspheres, and nanoparticles with potential agrochemical activity. En Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation. Vara-Prasad, MN Butterworth-Heinemann. United Kingdom. 437-464.
3. López-Velázquez, JC., Haro-González, JN., García-Morales, S., et al. (2021). Evaluation of the Physicochemical Properties of Chitosans in Inducing the Defense Response of *Coffea arabica* against the Fungus *Hemileia vastatrix*. *Polymers*. 13(12), 1940.

# IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE LOS HIDROLATOS DE HOJA Y TALLO DE *Verbesina sphaerocephala*

Yolanda Aguilar-Mejía<sup>1</sup>, Kathia Yanelly Rodríguez-Valdovinos<sup>1</sup>, José Roberto Medina-Medrano<sup>2</sup>, Alejandra Hernández-García<sup>1</sup>, Alfredo Saavedra-Molina<sup>1</sup>, Yolanda M. García-Rodríguez<sup>3</sup>, Francisco J. Espinosa-García<sup>3</sup>, Rafael Salgado-Garciglia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán México.

<sup>2</sup>Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Sahuayo, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Morelia, Michoacán, México.

1169646a@umich.mx

**Keywords:** *Hidrolato, Fungicida, Verbesina.*

**Introducción.** *Verbesina sphaerocephala* A. Gray (Asteraceae) es una planta endémica del occidente de México (Jalisco, Michoacán, Nayarit, Guanajuato, Guerrero), que contiene compuestos terpénicos, pero se desconoce el contenido de éstos y si presentan propiedades antifúngicas<sup>1</sup>.

En la presente investigación, se obtuvieron hidrolatos tanto de hoja como de tallo de esta planta para evaluar su actividad antifúngica, así como cuantificar e identificar los principales compuestos bioactivos.

**Métodos.** Los hidrolatos de hojas y tallos de *V. sphaerocephala* se obtuvieron de 1000 g de materia fresca por hidrodestilación en un equipo tipo Clevenger. La identificación y cuantificación de los compuestos volátiles se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)<sup>2</sup>. Para la determinación de la actividad antifúngica cada hidrolato se preparó a una concentración de 100 mg/mL con metanol, y se utilizó el método de difusión en pozos<sup>3</sup> en medio papa-dextrosa-agar (PDA) contra *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum*, adicionando 100 µL de cada hidrolato e inoculando un disco de micelio de 5mm, incubando a 28°C en oscuridad. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición (%), comparando con Benomyl® (1 mg/mL) (Control+) y metanol (Control-).

**Resultados y discusión.** Los hidrolatos de hoja y tallo ejercieron una alta actividad antifúngica sobre los hongos en estudio con la aplicación de 10 mg/mL. De ambos hidrolatos se determinó la IC<sub>50</sub> e IC<sub>100</sub>, encontrando a *B. cinerea* como el hongo más susceptible con el hidrolato de tallo con los valores más bajos (Tabla 1). En la figura 1 se muestran los porcentajes de inhibición del hidrolato de tallo y las observaciones de la inhibición de este sobre *B. cinerea*. Con análisis de CG-EM se observaron diferencias entre en la composición y contenido de los compuestos volátiles en ambos hidrolatos. En el de hoja, los volátiles mayoritarios son nerolidol, isoledeno, santonina, humuleno y ambrosina, que son el 69.4% del total de compuestos cuantificados. En el hidrolato de tallo, los compuestos mayoritarios son santonina, humuleno, ledeno, damsina y ambrosina, que son el 59.08 %.

Tabla 1. Valores de la concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>) y total (IC<sub>100</sub>) de los hidrolatos de hoja y tallo de *V. sphaerocephala*, en hongos fitopatógenos.

HONGO	HOJA (mg/mL)		TALLO (mg/mL)	
	IC <sub>50</sub>	IC <sub>100</sub>	IC <sub>50</sub>	IC <sub>100</sub>
<i>Fusarium oxysporum</i>	12.4	25	11.3	25.6
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	5.7	10.1	9.1	19.3
<i>Botrytis cinerea</i>	4.8	7.1	<b>1.3</b>	<b>2.7</b>

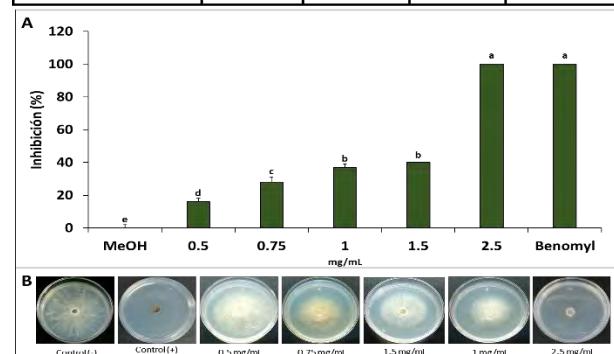


Fig. 1. Inhibición del hidrolato de tallo de *V. sphaerocephala* sobre *B. cinerea*: A) Porcentajes de inhibición; B) Fotografías del efecto del hidrolato a los 8 días del cultivo

**Conclusiones.** Los hidrolatos de hoja y tallo de *V. sphaerocephala* mostraron un efecto inhibitorio del 100%, sobre *C. gloeosporioides*, *B. cinerea* y *F. oxysporum*. Sin embargo, el hidrolato de tallo presentó la mayor actividad antifúngica sobre *B. cinerea*. Los compuestos de naturaleza sesquiterpénica se sugiere sean los responsables de esta actividad.

**Agradecimientos.** CIC/UMSNH, Proyecto RSG 2022.

## Referencias.

- Rzedowski et al. (2011). Flora del Bajío y de Regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, México.
- Magaldi, S. et al. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *Int. J. Infect. Dis.* 8(1): 39-45.
- Torres-Martínez, R. et al. (2014). Efecto de la fertilización sobre el crecimiento y contenido de compuestos volátiles en *Satureja macrostema* (Benth) Briq. *Rev. Mex. Cien. For.* 5(21): 122-134.

## ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA SOBRE *Botrytis cinerea* Y PERFIL DE COMPUESTOS VOLÁTILES DEL EXTRACTO ACUOSO DE TALLO DE *Verbesina sphaerocephala*

Kathia Yanelly Rodríguez-Valdovinos<sup>1</sup>, José Roberto Medina-Medrano<sup>2</sup>, Alejandra Hernández-García<sup>1</sup>, Alfredo Saavedra-Molina<sup>1</sup>, Rosa Elva Norma Del Río-Torres<sup>1</sup>, Joel Edmundo López-Meza<sup>1</sup>, Yolanda M. García-Rodríguez<sup>3</sup>, Francisco J. Espinosa-García<sup>3</sup>, Rafael Salgado-Garciglia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán México.

<sup>2</sup>Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Sahuayo, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Morelia, Michoacán, México.

2019606d@umich.mx

**Keywords:** *Verbesina*, *Botrytis*, compuestos volátiles

**Introducción.** *Verbesina sphaerocephala* A. Gray es una planta de la familia Asteraceae y es usada como planta medicinal en diversas regiones del estado de Michoacán, México, y recientemente se ha reportado que contiene metabolitos secundarios como ácidos fenólicos, flavonoides y terpenos con actividad biológica como la antioxidante y la antimicrobiana, pero se desconoce si posee compuestos con actividad antifúngica<sup>1</sup>.

El objetivo de esta investigación fue determinar la actividad antifúngica sobre *Botrytis cinerea* y el perfil de compuestos volátiles del extracto acuoso de tallo de *V. sphaerocephala*.

**Métodos.** Se recolectaron tallos de *V. sphaerocephala* (etapa de floración) en el municipio de Pajacuarán, Michoacán (N: 20°05'54.8", O: 102°33'19.2"). Los extractos se prepararon empleando agua (90°C) y por maceración en frío (5 días), así como con metanol, acetato de etilo y cloroformo. Los extractos evaporados a sequedad al vacío se prepararon a 100 mg/mL en su respectivo disolvente, el de agua se preparó en una mezcla de metanol/agua (1:1, v:v). La actividad antifúngica se determinó por el método de difusión en poza<sup>2</sup> contra el hongo *B. cinerea*, adicionando 100 µL de cada extracto e inoculando un disco de micelio de 5mm, incubando a 25°C en oscuridad. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición (%), comparando con Benomyl® (1 mg/mL) (Control<sup>+</sup>) y cada disolvente como Control<sup>-</sup>. El perfil de compuestos volátiles se analizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)<sup>3</sup>.

### Resultados y discusión.

El extracto acuoso de tallo fue el que mostró el valor más alto de inhibición (100%) contra *B. cinerea*, mientras que los otros extractos mostraron porcentajes menores al 50%. Debido a estos resultados, en esta investigación se presentan los resultados de la actividad antifúngica y perfil de compuestos volátiles del extracto acuoso de tallo, el que presentó valores de 0.101 y 0.24 mg/mL, de IC<sub>50</sub> e IC<sub>100</sub>, respectivamente (Figura 1). En la tabla 1 se enlistan los compuestos volátiles mayoritarios, obteniendo un total de 26 compuestos que correspondieron a sesquiterpenos (88.46%), monoterpenos (7.69%) y fenilpropanoides (3.84%).

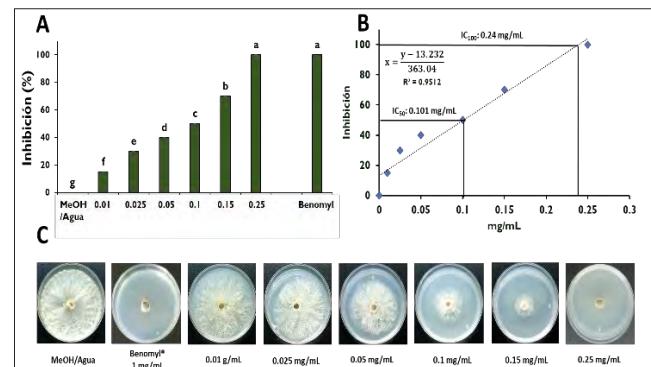


Fig. 1. Inhibición del extracto acuoso de tallo de *V. sphaerocephala* sobre *B. cinerea*: A) Porcentajes de inhibición; B) Curva de concentraciones para la determinación de IC<sub>50</sub> e IC<sub>100</sub>; C) Fotografías del efecto del extracto sobre *B. cinerea* a los 8 días del cultivo.

Tabla 1. Compuestos volátiles mayoritarios del extracto acuoso de tallo de *V. sphaerocephala*.

Tiempo Retención (min)	Compuesto	Contenido (%)
24.57	Elemol	11.44
24.87	Nerolidol	19.34
26.90	Isoledeno	22.44
27.53	α-Santalol	10.18
27.88	α-Bisabolol	9.97

### Conclusiones.

El extracto acuoso mostró la mayor actividad antifúngica contra el hongo *B. cinerea*, y se sugiere que los sesquiterpenos mayoritarios son los responsables de la actividad antifúngica.

**Agradecimientos.** CIC/UMSNH, Proyecto RSG 2022.

### Referencias.

1. Rodríguez-Valdovinos, K.Y., et al. (2021). Quantitative analysis of rutin by HPTLC and in vitro antioxidant and antibacterial activities of phenolic-rich extracts from *Verbesina sphaerocephala*. *Plants*, 10(3), 475.
2. Magaldi, S. et al. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *Int. J. Infect. Dis.* 8(1): 39-45.
3. Torres-Martínez, R. et al. (2014). Efecto de la fertilización sobre el crecimiento y contenido de compuestos volátiles en *Satureja macrostema* (Benth) Briq. *Rev. Mex. Cien. For.* 5(21): 122-134.

## EFFECTO DE CITOCININAS EN EL RENDIMIENTO DE ZARZAMORA (*Rubus sp.*) VARIEDAD TUPY

Ana Karen Escalera Ordaz, Modesto Guijosa Serna, Elizabeth Martínez y Héctor Guillén Andrade  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de agrobiología “Presidente Juárez”,  
Uruapan Michoacán, C.P. 60170. [ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com](mailto:ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com),  
[modestoguijosa@gmail.com](mailto:modestoguijosa@gmail.com), [mare93e@gmail.com](mailto:mare93e@gmail.com) y [hguillenandrade@gmail.com](mailto:hguillenandrade@gmail.com).

**Keywords:** hormonas vegetales, floración, producción.

### Introducción

En México, se están generando variedades nuevas y únicas de zarzamora para generar mejores rendimientos con perfiles de sabor que transformarán la oferta y la demanda. Sin embargo, el cultivo de zarzamora se encuentra rodeado de factores adversos que limitan la calidad y rendimiento. Una labor que ayuda en la obtención de buenos resultados es la estimulación a través de hormonas que juegan un papel importante en distintas etapas fenológicas. Por lo tanto, el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación fue generar conocimiento sobre el efecto de citocininas en respuesta al rendimiento del cultivo de la zarzamora (*Rubus sp.*) var Tupy.

### Métodos

El experimento se llevó a cabo en la localidad de Camémbaro municipio de Zitácuaro, Michoacán. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar para evaluar 4 tratamientos: tres diferentes concentraciones de citocininas (0.0066, 0.0033 y 0.0016 ml L<sup>-1</sup>), así como el tratamiento convencional (0.0046 ml L<sup>-1</sup> citocininas, 0.002384 ml L<sup>-1</sup> giberelinas y 0.001 ml L<sup>-1</sup> auxinas). Las variables evaluadas fueron: número de botones florales, número de frutos, longitud, peso total de frutos por cargador, diámetro y peso promedio de frutos. La información obtenida fue analizada mediante procedimientos estadísticos, con el empleo del paquete estadístico SAS.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos del análisis de varianza (PROC ANOVA), hecho para número de botones florales (NBF) número de frutos, peso total de frutos por cargador, longitud, peso y diámetro de fruto de zarzamora (*Rubus sp.*) var. Tupy, indicaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha \leq 0.05$ ) para las variables evaluadas.

La desviación estándar (DE) en la mayoría de las recolectas fue baja a excepción de la variable peso total de frutos por cargador (DE = 19.05). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 11.52 a 65.77, no obstante, las variables que presentaron menor variación fueron: longitud (CV= 11.52), diámetro (CV= 11.59) y peso de fruto (CV= 15.76), esto indica

que hubo menor variación para dichas variables en respuesta a los tratamientos evaluados. No obstante, el número de botones florales fue la variable que presentó mayor variación entre los tratamientos evaluados, por lo tanto, se vio influenciado por la aplicación de citocininas. Esta información coincide con lo reportado por Jarquín *et al.* (2014)<sup>(1)</sup>, Cordova (2017)<sup>(2)</sup> Espitia y Ballén (2017)<sup>(3)</sup> quienes mencionan que las aplicaciones de reguladores de crecimiento, como las citocininas incrementa el número de botones florales, diámetro y longitud de frutos. Debido a que benefician el desarrollo, crecimiento y diferenciación armónico de los tejidos durante su formación.

### Conclusiones

La aplicación de citocininas a una concentración de 0.0033 ml L<sup>-1</sup> favorece notablemente el rendimiento del cultivo de la zarzamora (*Rubus sp.*) var Tupy. Debido a que generó mejor respuesta para el número de botones florales, número de frutos y peso total de frutos por cargador.

### Agradecimientos

A la CIC-UMSNH y a la UIAA-Facultad de Agrobiología-UMSNH por el financiamiento del proyecto y apoyo con las instalaciones para la ejecución de las actividades de investigación.

### Referencias

1. Jarquín N. I. A., Rodríguez M. J. C., Lagunes T. Á., Llanderol C., Celina P., Nava D. V. M., Aguayo C. G., y Aguayo S. G. (2014). Citocininas y protector floral para incrementar la calidad del botón floral en rosa de corte. Revista Chapingo. 20 (3): 297-305.
2. Córdova M. E. S. (2017). Efecto de tres dosis de 6-benciladenina en el incremento de la floración de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) – Juan Guerra – San Martín – Perú. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia Agraria Departamento Académico de Agrosilvo Pastoril Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 73 p.
3. Espitia F. F., y Ballen J. G. (2017). Evaluación del efecto del fitorregulador (n6-bencilaminopurina) sobre la productividad y calidad en el cultivo de rosa (*Rosa sp*) variedad freedom bajo invernadero empresa jardines del rosal S.A.S., de la sabana de Bogotá. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, ECAPMA. 65 p.

## BACTERIAS DEL COMPLEJO *PSEUDOMONAS FLOURESCENS* COMO PROMOTORAS DE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO VEGETAL

Daniela Pérez Arias dapeari27@gmail.com, Josué Altamirano Hernández josue.altamirano@umich.mx,  
 Keywords: *microorganismos benéficos, productividad agrícola, bioinoculantes*

**Introducción.** México produce diferentes cultivos de importancia económica, que genera altos ingresos por exportación y a su vez garantiza la seguridad alimentaria. Sin embargo, esta alta productividad implica el uso de una gran cantidad de fertilizantes sintéticos y plaguicidas, causando como resultado una gran destrucción del ecosistema que conlleva problemas de salud y medio ambiente (Rai, 2020). Por lo tanto, se deriva la importancia de seguir investigando rizobacterias, con la finalidad de desarrollar prácticas agrícolas sostenibles (Chauhan, 2015). Estas rizobacterias poseen diversos mecanismos que estimulan la germinación el desarrollo vegetal y crecimiento, los cuales son fijación del nitrógeno atmosférico, producción de fitohormonas, solubilización de fosfatos, por mencionar algunos, además de inducir resistencia a patógenos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cinco bacterias del complejo de *Pseudomonas fluorescens* que mostraron buenos atributos como promotoras en pruebas in vitro, en la germinación de semillas y promoción de crecimiento maíz, frijol y jitomate, cultivos de gran relevancia en México

**Métodos.** El primer ensayo de promoción de germinación se realizó con semillas de maíz, frijol y jitomate el procedimiento realizado según (Ávila, 2018) se registraron datos diariamente para evaluar la % germinación e índice de vigor, en condiciones de laboratorio. Para evaluar la promoción de crecimiento se realizó un ensayo en condiciones de invernadero, el diseño experimental de que se asignó fue de dos factores, Factor A-la inoculación bacteriana con 7 niveles (1:control, 2:*Pseudomonas* sp C1-013, 3:*P. fluorescens* C1-015, 4:*Pseudomonas* *tolaasii* WT09, 5: cepa G5078, 6: cepa Z4050 y 7:Consortio); el Factor B fue el tipo de cultivo con 3 niveles (1:Jitomate, 3:Maíz y 4:Frijol). Para la inoculación se realizó igual que (Ávila,2018) con los datos obtenidos realizar un análisis estadístico de varianza (ANOVA)

**Resultados y discusión.** Los resultados indicaron que no hubo efecto positivo en la germinación, lo cual podría ser a causa de que las bacterias producen algún metabolito que inhibe la germinación, uno de ellos es ácido indol acético, que claro es una auxina que promueve el desarrollo de raíces, pero a ciertas concentraciones puede inhibir la germinación de semillas. Por lo cual las bacterias evaluadas en este ensayo no se recomiendan aplicar directo en semillas. En la promoción de crecimiento, las cepas tuvieron un efecto positivo en los diferentes cultivos, mostrando diferencias significativas con respecto al control, la inoculación con G50-78 aumentó la longitud de la raíz

en maíz (73.33 cm) y frijol (72.16cm), esta misma cepa mostró valores más altos en biomasa fresca (103.67 gr), altura de planta (64.5 cm) y número de hojas (14 hojas) en el cultivo de jitomate. La inoculación con *Pseudomonas* sp C10-13 aumentó biomasa fresca (175.3 gr) y biomasa seca (17.8gr) en frijol.

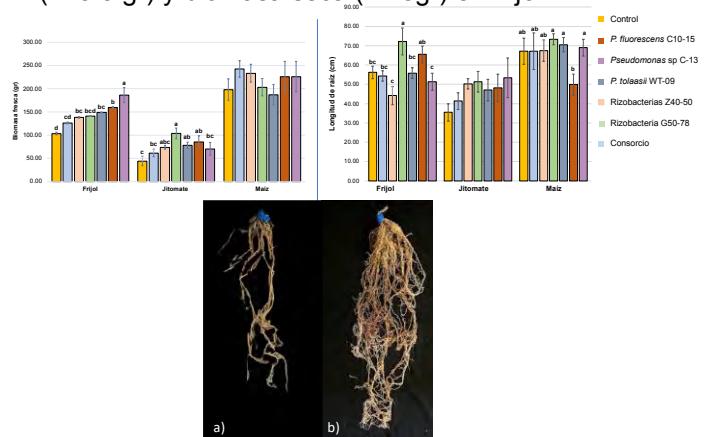


Fig. 1. En cada grafica se muestra efecto de la inoculación de rizobacterias del complejo *Pseudomonas fluorescens* en la longitud de raíz (cm) y biomasa fresca de tres cultivos. Las barras representan la media ( $n=6$ ) ± EE. Diferente letra indica diferencia estadísticamente significativa por cultivo (Tukey,  $p \leq 0.2$ ). Las fotos muestran raíces a)sin inocular y b) inoculadas

**Conclusiones.** Las bacterias del complejo *Pseudomonas fluorescens* evaluadas no tuvieron efecto positivo en la germinación y no son recomendadas para aplicarse directamente a las semillas de los cultivos evaluados en este trabajo. La inoculación en invernadero de las bacterias *Pseudomonas* sp C1-013, G50-78 y Z40-50, promovieron el crecimiento de manera significativa en los cultivos de frijol y jitomate, por lo cual se pude recomendar de uso como bioinoculante.

### Referencias.

- Rai, PK, Singh, M., Anand, K., Saurabh, S., Kaur, T., Kour, D., Kumar, M. (2020). Rol y aplicaciones potenciales de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal para la agricultura sostenible. *Desarrollos nuevos y futuros en biotecnología microbiana y bioingeniería*, 49–60
- Chauhan, H., Bagyraj, DJ, Selvakumar, G. y Sundaram, SP (2015). Novel plant growth promoting rhizobacteria—Prospects and potential. *Applied Soil Ecology* (95) 39-40
- Ávila D.A. (2018). Aislamiento y caracterización de microorganismos de la rizósfera de agave pulquero, con potencial efecto promotor del crecimiento vegetal.41-42

## GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE PRETRATADAS CON CIANOBACTERIAS BAJO CONDICIONES SALINAS

Claudia Ortiz Calderón y Carla Cifuentes Rumiano. Universidad de Santiago de Chile, Alameda 3363, Estación Central, Santiago, Chile.

*Keywords: Bioprimer, estrés salino, índice de germinación*

### Introducción.

El pretratamiento de semillas mediante *bioprimer* se define como una técnica que implica la imbibición e inoculación de semillas en una solución bacteriana viva previo a su germinación (1). Las semillas pretratadas exhiben una germinación más rápida y sincronizada y las plántulas jóvenes suelen ser más vigorosas y resistentes al estrés abiótico que plántulas obtenidas de semillas sin el tratamiento (2). Entre los inoculantes utilizados, las cianobacterias juegan un papel importante ya que están involucradas en el ciclo de C–N (3), promueven el crecimiento de las plantas y el control biológico de los patógenos (4).

En este trabajo se evaluó el efecto del pretratamiento de semillas de *Solanum lycopersicum* (tomate), variedad Cal Ace con cianobacterias fijadoras de nitrógeno de los géneros *Trichormus*, *Leptolyngbya* y *Plankthotrix*, sobre la germinación en condiciones salinas.

### Métodos.

La estrategia metodológica consistió en someter semillas de *Solanum lycopersicum*, variedad Cal Ace, a *bioprimer* con cultivos de cianobacterias del género *Plankthotrix*, *Leptolyngbya* y *Trichormus* a diferentes tiempos, y realizar pruebas de germinación en presencia de NaCl. Se analizaron los siguientes parámetros: porcentaje de germinación, coeficiente de germinación, índice de germinación (IG), tiempo medio de germinación, longitud de radícula e hipocótilo, peso fresco, peso seco e índice de vigor.

### Resultados y discusión

El tratamiento salino causó disminución de la germinación, lo que fue revertido en semillas pretratadas con un cultivo de *Plankthotrix* por 24 horas (Figura 1).

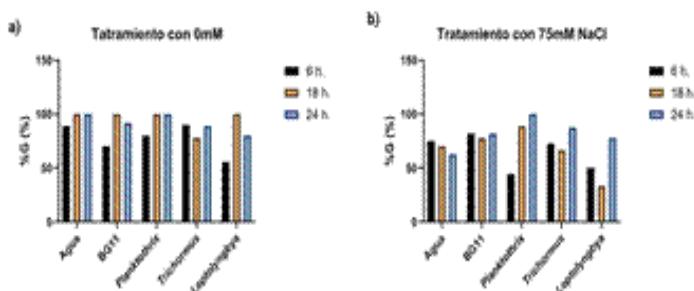


Fig. 1. Porcentaje de germinación (%G) de tomate pretratado. a) Control sin NaCl, b) Tratamiento con 75 mM de NaCl.

Tanto en ausencia como presencia de tratamiento salino, el mayor IG para tomate se obtuvo mediante bioprimer con *Trichormus* sp. por 6 h (Tabla 1).

Tabla 1. IG de semillas de tomate pretratadas con cultivos de cianobacterias.

Pretratamiento	Tiempo pretratamiento (h)	Tratamiento NaCl (mM)	IG (%)
<i>Plankthotrix</i>	6	0	39,37
	6	75	470,8
	18	0	99,52
	18	75	191,07
<i>Trichormus</i>	24	0	117,28
	24	75	164,16
	6	0	122,69
	6	75	889,83
<i>Leptolyngbya</i>	18	0	87,57
	18	75	67,36
	24	0	92,18
	24	75	86,47
	6	0	41,06
	6	75	470,8
	18	0	84,43
	18	75	95,26
	24	0	106,17
	24	75	88,64

### Conclusiones.

El tratamiento con NaCl 75 mM provoca un efecto negativo en la germinación de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Cal Ace. El pretratamiento con cultivos de cianobacterias disminuye este efecto. Los resultados indican que cianobacterias del género *Trichormus*, serían más efectivas para estimular germinación y crecimiento en tomate en condiciones de salinidad.

### Agradecimientos.

Proyecto Fondef ID20110356

### Referencias.

1. Reddy, P. P. (2012). Bio-primer of seeds. In *Recent advances in crop protection* (pp. 83-90). Springer, New Delhi.
2. GR, S., Yadav, R.K., Chatrath, A. et al. (2021) Perspectives on the potential application of cyanobacteria in the alleviation of drought and salinity stress in crop plants. *J Appl Phycol* 33, 3761–3778.
3. Berman-Frank I, LundgrenFalkowski PP (2003) Nitrogen fixation and photosynthetic oxygen evolution in cyanobacteria. *Res Microbiol* 154:157–164
4. Godlewska, K., Michalak, I., Pacyga, P. et al. (2019) Potential applications of cyanobacteria: Spirulina platensis filtrates and homogenates in agriculture. *World J Microbiol Biotechnol* 35, 80 (2019).

## VALORACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO AISLADAS DE RIZOSFERA

Juan C. Camacho-Chab<sup>1\*</sup>, Rodrigo E. Tun-Che<sup>1</sup>, Katia I. Cob-Rivera<sup>2</sup>, William F. Pech Chi<sup>2</sup>, Benjamín O. Ortega Morales, Manuel J. Chan Bacab<sup>1</sup>, María M. Reyes-Estébanez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología (CIMAB). Av. Agustín Melgar s/n, Col. Buena Vista. Campeche, Campeche

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Chiná, Laboratorio de Usos múltiples. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche. [\\*juancam@uacam.mx](mailto:*juancam@uacam.mx)

**Keywords:** Solubilización de fosforo, Sideróforos, Enzimas fosfatasa.

**Introducción.** La rizosfera de los suelos agrícolas presenta una alta concentración de fósforo y hierro no biodisponible para las plantas. Sin embargo, existen microorganismos capaces de solubilizar y dejar disponibles dichos elementos a través de diferentes mecanismos. Las bacterias producen sideróforos cuando el hierro circundante es escaso como un mecanismo de supervivencia, dejando biodisponible el hierro y otros elementos unidos como el fosforo (Teng et al., 2019). Por otro lado, otro mecanismo es la producción de enzimas fosfatasa. Las fosfatasa pertenecen a la clase de las hidrolasas y a la subclase de las esterasas. Dentro de ellas se incluyen dos enzimas principales: la fosfatasa alcalina, y la fosfatasa ácida. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue aislar bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico y evaluar la producción de sideróforos y enzimas fosfatasa.

**Métodos.** Las muestras de rizosfera fueron tomadas de un agroecosistema donde se cultiva palma de aceite en el poblado de Chiná, Campeche. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de microbiología del CIMAB. Se diluyó 1g de suelo en 100mL de solución fisiológica y se realizaron disoluciones seriales, luego se inoculó 100ul de cada disolución en cajas Petri con medio de cultivo Pikovskaya, se seleccionaron cepas que formaron un halo transparente alrededor de las colonias sobre el medio indicando actividad solubilizadora de fosfato. Las cepas seleccionadas fueron caracterizadas por morfología colonial y celular, posteriormente, se evaluó la capacidad de producir sideróforos usando el método propuesto por Louden y colaboradores 2011. Finalmente, se evaluó la producción de enzimas fosfatasa, la cual, se realizó mediante el método establecido por Malo y colaboradores (2014).

**Resultados y Discusión.** Un total de 16 cepas fueron seleccionadas como solubilizadoras de fosfato inorgánico por la formación de un halo transparente en el medio Pikovskaya. La caracterización colonial y celular mostró que la mayoría presentan color crema y aspecto viscoso y, todas presentan pared celular en forma de coco negativo. La evaluación de la capacidad productora de sideróforos demostró que las cepas A2, A5, A6, A12, A15 y A20 dieron positivo sobre el medio

CAS, indicando la producción de sideróforos (figura 1). Por otro lado, la producción de enzimas fosfatasa solo fue detectada en las cepas A2, A5, A20 y A26

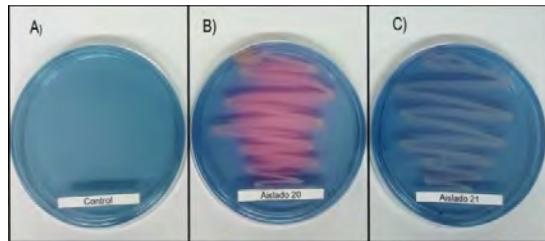


Figura 1. A) Medio de cultivo CAS sin crecimiento bacteriano. B) Aislado 20 con producción de sideróforos. C) Aislado 21 sin producción de sideróforos.

**Conclusiones.** 16 cepas bacterianas fueron seleccionadas por su capacidad solubilizadora de fosfato inorgánico. La valoración de la producción de sideróforos mostró que 6 cepas producen estas moléculas y 4 cepas sintetizan enzimas fosfatasa. Los resultados de este trabajo permitieron valorar el potencial que representan estas cepas bacterianas por su rol en la solubilización de fosfato inorgánico en suelos agrícolas y la producción de moléculas con potencial biotecnológico.

**Agradecimientos.** El presente trabajo de investigación fue financiado por el Tecnológico Nacional de México en el marco del proyecto “El rol de la cepa bacteriana ITCB-09 en la solubilización de fosfato mineral en suelos de agroecosistemas sustentables” Convocatoria 2018.

### Referencias.

1. Teng, Z. Chen, Z. Zhang, Q. Yao, Y. Song, M. Li, M. (2019) Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soils of the YeyahuWetland in Beijing, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26, 33976–33987.
2. Louden B; Haarmann D. Lynne A. (2011). Use of Blue Agar CAS Assay for Siderophore Detection. *J. Microbiol. Biol. Educ.* 12: 51-53.
3. Malo, M.S. Moaven, O. Muhammad, N. Biswas, B. Alam, S.N. Economopoulos, K.P. Mohamed, M.M.R. (2014). Intestinal alkaline phosphatase promotes gut bacterial growth by reducing the concentration of luminal nucleotide triphosphates. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, 306, 826–838.

## Potencial de la especie *Kalanchoe serrata L.* para la Fitominería.

Mario García Carrillo, UAAAN UL Periférico Raúl López Sánchez, Torreón Coahuila. Email: mgc570118@hotmail.com , Eduardo Arón Flores Hernández, Lucio Leos Escobedo, Alfredo Ogaz.

*Palabras Clave:* *Fitominería, Contaminación, Suelos.*

**Introducción.** En América, aproximadamente 600,000 hectáreas de terrenos baldíos han sido contaminados con metales pesados (Mahar et al., 2016). A pesar de los avances en las tecnologías de la minería, las técnicas convencionales no pueden remover el 100 % del oro alojado en los minerales, por lo cual, los desechos de la minería o áreas de jales usualmente contienen bajas concentraciones de oro, esto puede incrementarse a concentraciones relativamente altas en algunos desechos.(Lambrechts et al., 2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de extracción de oro por la especie Torre Mágica (*Kalanchoe serrata L.*)

**Métodos.** El presente trabajo de investigación se realizó en los invernaderos de la UAAAN UL. Durante el año 2020. Se estableció la especie y los tratamientos a evaluar, regándose cada tercer día con solución Steiner durante un periodo de 6 semanas, al final del cual, fueron cosechadas y separadas en raíz, tallo y hoja. Posteriormente, secadas y analizadas en un equipo de absorción atómica Perkin Elmer, usando estándares de alta pureza a 1000 ppm. El análisis de los datos se realizará utilizando un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos (2,4 y 8 mg/L de oro y el testigo) con cuatro repeticiones.

### Resultados y discusión.

Tabla 1.- Concentración de Oro (mg/L) en la raíz, Tallo y Hoja de *Kalanchoe serrata L.*

Tratamiento	Repeticiones Raíz				Repeticiones Tallo				Repeticiones Hoja			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Conc. De Oro en (mg/L).												
testigo	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.	Nd.
2	40.0	14.0	55.0	51.0	20.0	20.0	20.0	20.0	30.0	22.05	14.1	22.0
4	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	27.6	27.6	33.0	22.0
8	34.0	34.0	34.0	34.0	7.3	7.3	17.3	17.3	13.0	25.5	19.2	19.2

Los resultados muestran que las mayores concentraciones de Oro se encuentran en la raíz de la planta (40 mg/L) en el tratamiento de dos; seguido por la hoja (27,6 mg/L) en el tratamiento tres y finalmente el tallo con concentraciones promedio de (20.0 mg/L) en el tratamiento dos. Estos resultados son similares a los reportados por Wilson-Corral et al., (2011) en *Helianthus annus*.

### Conclusiones.

La especie *Kalanchoe serrata L.* tiene potencial para la fitominería, acumulando oro principalmente en la raíz, seguido por la hoja y finalmente el tallo de la planta.

### Referencias.

Lambrechts, T., Q. Gustot, E. Couder, D. Houben y A. Iserentant 2011. "Comparison of EDTA-enhanced phytoextraction and phytostabilisation strategies with *Lolium perenne* on a heavy metal contaminated soil." *Chemosphere* (85): 1290-1298.

Wilson –Corral, V., Anderson, C., Rodriguez-Lopez, M., Arenas-Vargas, M., Lopez-Perez, J. 2011. Phytoextraccion of gold and copper from mine tailings with *Helianthus annus L.* and *Kalanchoe serrata L.* *Minerals Engineering.* (24): 1488 – 1494.

## EVALUACIÓN DE COMPOSTAS Y SUELOS TRATADOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Cecilia Villarreal Reyes, Juana Lira Pérez, Refugio Vázquez Rodríguez. Av Instituto Politécnico Nacional 2508, San Pedro Zacatenco, Gustavo A. Madero, 07360 Ciudad de México, CDMX. cecivilla180@gmail.com  
**Keywords:** Composta, Germinación, Tratamiento de suelo.

**Introducción.** Los suelos de Xochimilco presentan alta salinidad y baja fertilidad, para ello se han agregado agroquímicos y estiércol sin tratar, lo que ha provocado una sobre fertilización y un aumento de salinidad (1,2). Una de las alternativas para mejorar la calidad del suelo es la adición de residuos agroindustriales y el compostaje (3).

El objetivo de este trabajo fue evaluar seis compostas obtenidas por compostaje acelerado, se adicionaron en suelo no tratado (SNT) y tratado (ST) con cáscara de naranja para reducir la salinidad, y mejorar los procesos de germinación de semillas de chile serrano, rábano y verdolaga.

**Métodos.** Se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas de chile serrano, rábano y verdolaga. A las compostas, al suelo tratado y al no tratado se les midió la conductividad eléctrica, pH (4) y se determinó la textura del suelo (5).

### Resultados y discusión.

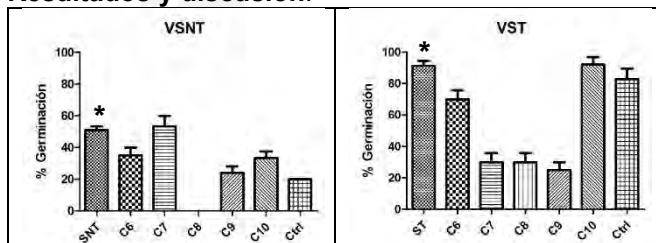


Fig. 1. Germinación (%) de semillas de verdolaga en suelo sin tratar (VSNT) y suelo tratado (VST) con 10% de composta y estiércole (Ctrl).

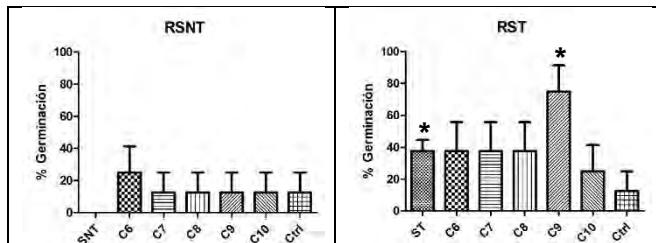


Fig. 2. Germinación (%) de semillas de rábano en suelo sin tratar (RSNT) y suelo tratado (RST) con 10% de composta y estiércole (Ctrl).

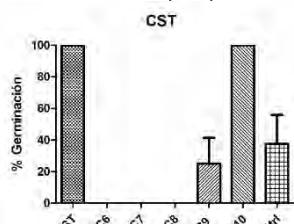


Fig. 3. Germinación (%) de semillas de chile serrano en suelo tratado (CST) con 10% de composta y estiércole (Ctrl).

Las semillas de chile serrano no presentaron germinación en el SNT, de igual manera con la adición de las compostas al suelo.

Se presentó una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de germinación de todas las semillas en el ST respecto al SNT. Se encontró una mejora significativa en los porcentajes de germinación de las semillas de rábano con la adición de la composta 9 al 10% en el ST (Fig. 2). La adición de la composta 10 al ST, no mostró una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de germinación de las semillas de verdolaga (Fig. 1) y chile serrano (Fig. 3). La composta 10 al 10% mostró un mejor rendimiento en comparación con las otras compostas. Se mejoró la germinación de semillas de rábano con la adición de la composta 9 al ST; para las semillas de verdolaga y chile serrano mejoró la germinación con la adición de la composta 10 al ST, en comparación a las otras compostas incorporadas al suelo.

**Conclusiones.** El tratamiento del suelo con cáscara de naranja mejoró la germinación de todas las semillas. Las compostas 9 y 10 adicionadas al 10% al ST, mejoró la germinación de semillas.

**Agradecimientos.** Se agradece el apoyo brindado a esta investigación al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca número 1144752 y al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

### Referencias.

1. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59(1), 651–681.
2. Deinlein, U., Stephan, A. B., Horie, T., Luo, W., Xu, G., & Schroeder, J. I. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. Trends in Plant Science, 19(6), 371–379.
3. Rodríguez Vázquez, R., Guadalupe, T., & Carillo, R. (2020). Mycoremediation of an Agricultural Salty Soil Contaminated With Endosulfan by Penicillium Crustosum Anbu Landa CINVESTAV.
4. NOM-021-SEMARNAT-2000. “Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis”. Norma Oficial Mexicana. Diario oficial de la federación, 31 de Diciembre de 2002.
5. FAO. Recuperado el 1 de Agosto del 2022 de [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm)

## INFECCIÓN DE *Annona purpurea* Mociño & Sessé ex Dunal CON TRES HONGOS FITOPATOGENOS

Karina Antonia Toledo-González<sup>1</sup>, Alma Rosa González-Esquinca<sup>1</sup>, Christian Anabí Riley-Saldaña<sup>1</sup>, Rodolfo Salas-Lizana<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento norte-poniente No. 1150. Colonia Lajas Maciel. C.P. 29035. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. karina.toledo@e.unicach.mx; aesquinca@unicach.mx; christian.riley@unicach.mx;

<sup>2</sup>Laboratorios de Micología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Ciudad de México, México. rsalas@ciencias.unam.mx

**Keywords:** *Colletotrichum gloeosporioides*, *Curvularia lunata* y *Rhizopus stolonifer*

**Introducción.** La chincuya (*Annona purpurea*) es una especie silvestre o cultivada, nativa de Mesoamérica, de frutos comestibles, potencial farmacológico y propiedades medicinales (Luna-Cázares y González-Esquinca, 2015). Se han realizado pocos estudios referentes a los fitopatógenos que afectan a la chincuya. Este trabajo tuvo como objetivo documentar la susceptibilidad de la chincuya a los hongos fitopatógenos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Curvularia lunata* y *Rhizopus stolonifer*, que atacan a otras anonáceas (Vidal-Hernández et al. 2014). Se identificaron los síntomas de infección con los tres hongos en plántulas de *A. purpurea* infectadas en situaciones controladas.

**Métodos.** Se infectaron plántulas de seis hojas de *A. purpurea* en condiciones controladas con esporas de *C. gloeosporioides*, *C. lunata* y *R. stolonifer*. Para ello, se preparó una solución de  $1 \times 10^6$  conidios/esporangiosporas a partir de cultivos de los hongos hechos en cajas Petri con medio agar dextrosa y papa (PDA). Posteriormente, se asperjaron 5 mL de la solución a cada una de las plántulas, con excepción del control que se aplicó agua destilada estéril. Se utilizó un total de 96 plántulas, 24 para cada uno de los hongos fitopatógenos y 24 en el tratamiento control. El experimento se realizó en condiciones controladas de temperatura, humedad y luz. Se revisaron los síntomas de infección en *A. purpurea* según el tiempo de infección reportada en otras especies.

**Resultados y discusión.** Las plántulas de *A. purpurea* presentaron síntomas de infección características (Tabla 1).

Tabla 1. Infección de *Annona purpurea* con hongos fitopatógenos.

Fitopatógeno	Enfermedad	Características
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Antracnosis	Manchas oscuras en las hojas, necrosis y caída de hojas, tallo débil.
<i>Curvularia lunata</i>	Mancha foliar	Manchas circulares café y alrededor más claro.
<i>Rhizopus stolonifer</i>	Pudrición blanda	Raíces delgadas, débiles y de apariencia podrida.

No se observaron síntomas en ninguno de los controles y fue posible distinguir y diferenciar los síntomas de la antracnosis, la mancha foliar y pudrición de raíz. Las diferentes características fueron suficientes para distinguir entre tratamientos.

**Conclusion.** Nuestros experimentos muestran que las plántulas de *A. purpurea* son susceptibles de infección a los hongos fitopatógenos empleados al presentar los síntomas característicos de éstos. Este trabajo abre la posibilidad de estudiar las interacciones bioquímicas entre los hongos y las plántulas de *A. purpurea*.

**Agradecimientos.** Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por formar parte de sus becarios (2018-000068-02NACF-12734). Así como al equipo del Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas, UNICACH.

### Referencias.

- Luna-Cázares LM, González-Esquinca AR. 2015 La chincuya (*Annona purpurea* Moc. & Sessé ex Dunal): una planta Mesoamericana. Recursos fitogenéticos de las anonáceas en el estado de Veracruz. En E.Vidal-Lezama NA, Vidal-Martínez L, Vidal-Hernández (Eds.), Anonáceas. Plantas antiguas. Estudios recientes. Parte 2, pp.229-245. Chapingo, Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.  
 Vidal-Hernández L, López-Moctezuma H, Vidal-Martínez NA, Ruiz-Bello R, Castillo-Rocha DG & Chiquito-Contreras RG. (2014). La situación de las Annonaceae en México: principales plagas, enfermedades y su control. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 36(1): 44-54.

## BIOPROSPECCIÓN DE HONGOS ENDÓFITOS DE AGAVE AZUL (*Agave tequilana* Weber var. Azul) CON ACTIVIDAD ANTAGÓNICA *IN VITRO* A *Fusarium* spp.

Estanislao de Jesús Rodríguez Machuca<sup>1</sup>, Vidal González Rodríguez<sup>1</sup>, Andrés Quezada Salinas<sup>2</sup>, Pedro Valadez Ramírez<sup>1</sup>, Martín Abraham Tirado Ramírez<sup>3</sup>, Gilberto Manzo-Sánchez<sup>1</sup>, Juan Carlos Sánchez Rangel<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Autopista Colima-Manzanillo km. 40, Tecomán, Col., México C.P. 28930. <sup>2</sup>Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Unidad Integral de Diagnóstico, Servicios y Constatación Carretera Federal México-Pachuca km 37.5. <sup>3</sup>Facultad de agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, A. Entronque Carretera Culiacán-El Dorado 5-km.17, 80000 Culiacán Rosales, Sinaloa. Tel: 313 322 9405 ext. 52450. jsanchez4@ucol.mx.

**Keywords:** pudrición del cogollo del agave, hongos endófitos, control biológico.

**Introducción.** El agave azul es una planta nativa de México utilizada principalmente para la producción de tequila. Esta especie vegetal, que tiene Denominación de Origen Tequila por la Norma Oficial Mexicana, es afectada por diferentes hongos fitopatógenos, siendo *Fusarium oxysporum* el que genera mayores pérdidas (1). La aplicación de fungicidas sintéticos es la estrategia más usada para el control de fitopatógenos; sin embargo, esta presenta varias desventajas como el incremento en los costos de producción, contaminación ambiental y generar resistencia. Una estrategia más amigable con el ambiente es el uso de hongos endófitos (i.e. hongos que habitan en el interior de los tejidos vegetales sin generar síntomas de enfermedad) como agentes de control biológico (2).

A partir de lo anterior, el objetivo de este trabajo de investigación fue realizar una bioprospección de hongos endófitos aislados de agave azul con actividad antagónica *in vitro* a *Fusarium* spp. como agente asociado a la Pudrición del Cogollo (PC) del agave.

**Métodos.** Se aislaron hongos endófitos de plantas aparentemente sanas y *Fusarium* de plantas con síntomas de PC en cultivos de agave azul de Zapotlán de Vadillo, Jalisco (3). Se obtuvieron cultivos monocolonial de los hongos aislados y se realizó su caracterización macro y micromorfológica. Posteriormente, se llevó a cabo un ensayo de confrontación *in vitro* entre los hongos endófitos y las cepas de *Fusarium* en busca de cepas antagonistas.

**Resultados y discusión.** Se aislaron 17 hongos endófitos y 14 hongos asociados a la PC, de los cuales solo siete cepas presentaron características de *Fusarium*. De estos últimos, se seleccionaron tres cepas que presentaron características distintas en el crecimiento de colonia. En la Fig. 1 se muestran algunos resultados de los ensayos de confrontación entre hongos endófitos y cepas de *Fusarium*. Los hongos endófitos que generaron mayor inhibición en el crecimiento de las cepas de *Fusarium* se muestran en la Tabla 1.

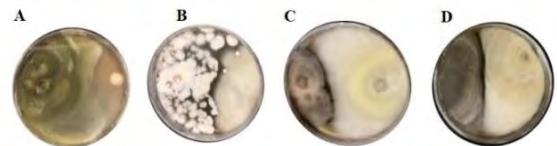


Fig. 1. Confrontación entre hongos endófitos y cepas de *Fusarium*. A) *Trichoderma* spp. vs *Fusarium* cepa 1 (F1), B) *Beauveria* spp. vs F2, C) endófito vs F2, D) *Penicillium* spp. vs F2.

Tabla 1. Resultados del ensayo de confrontación *in vitro* entre cepas de hongos endófitos y *Fusarium* spp. aisladas de agave azul.

Hongo endófito	Cepa de <i>Fusarium</i>	% inhibición	Nivel de antagonismo <sup>4</sup>
<i>Beauveria</i> spp.	F3	63	2
<i>Trichoderma</i> spp.	F1	63	2
<i>Trichoderma</i> spp.	F2	69	2
<i>Trichoderma</i> spp.	F3	90	1

A nuestro conocimiento, no existen reportes de la actividad antagónica de hongos endófitos de agave contra cepas de *Fusarium* spp. No obstante, existen estudios de antagonismo de *Beauveria* spp. y *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium* en diferentes especies vegetales (2).

**Conclusiones.** Se aislaron hongos endófitos de agave azul que presentaron actividad antagónica contra cepas de *Fusarium* spp., siendo *Beauveria* y *Trichoderma* los que generaron mayor inhibición.

### Referencias.

1. Ramírez-Ramírez et al. (2017). Epidemiology of *Fusarium* agave wilt in *Agave tequilana* Weber var. Azul. *Plant Protec. Sci.* 53: 144-152.
2. Segaran, G. et al. (2019). Fungal endophytes: A potent biocontrol agent and a bioactive metabolites reservoir. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 21:101284.
3. Campos-Rivero et al. (2019). Bioprospecting for fungi with potential pathogenic activity on leaves of *Agave tequilana* Weber var. Azul. *J. Phytopathol.* 167(5): 1-12.
4. Bell et al. (1980). *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathol.* 72(4): 397-382.

## PATOGENICIDAD DE CEPAS DE *Beauveria* spp. AL PICUDO NEGRO DEL AGAVE (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)

Mónica Estefanía Hernández Serrano<sup>1</sup>, Rocío Cuellar Olalde<sup>1</sup>, Jorge Mario Naranjo Lázaro<sup>2</sup>, Herminia Alejandra Hernández Ortega<sup>1</sup>, Abraham Márquez Chávez<sup>1</sup>, Juan Carlos Sánchez Rangel<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Autopista Colima-Manzanillo km. 40, Tecomán, Colima, México C.P. 28100. <sup>2</sup>Departamento de Control Biológico, 15 km, Carr. Tecomán, Col. Estación FF.CC., Tepeyac, C.P. 28100. Tel: 313 322 9405 ext. 52450. jsanchez4@ucol.mx.

**Keywords:** hongo entomopatógeno, control biológico, agave.

**Introducción.** El agave azul (*Agave tequilana* Weber var. Azul) es una de las especies vegetales de mayor importancia en México debido a que de esta se obtiene el tequila. El agave es atacado por diferentes plagas, incluyendo el picudo negro del agave (*Scyphophorus acupunctatus*), el cual puede generar pérdidas de hasta el 17% a nivel nacional (1). La aplicación de insecticidas es la estrategia más usada para el control del picudo; sin embargo, el uso excesivo de estos genera resistencia de diferentes organismos y contaminación en el ambiente. Los hongos entomopatógenos representan una alternativa amigable para el control del picudo negro. Específicamente, los hongos del género *Beauveria* son de uso prioritario como agentes de control biológico debido a que presentan patogenicidad a diversos insectos plaga (2).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la patogenicidad de cepas de *Beauveria* spp. a *S. acupunctatus*.

**Métodos.** Se recalaron especímenes adultos de *S. acupunctatus* aparentemente sanos de plantaciones de agave localizada en Zapotitlán de Vadillo. Para los ensayos de patogenicidad se usaron hongos endófitos del género *Beauveria* aislados de pencas de agave y la cepa Bb149 de *Beauveria bassiana*, depositada en la micoteca de la Universidad de Colima. Los insectos fueron sumergidos en una suspensión de esporas ( $1 \times 10^8$  conidios/mL) y colocados individualmente en cajas Petri, las cuales contenían papel filtro humedecido con agua estéril y algodón con solución azucarada como alimento. La mortalidad se registró diariamente durante 21 días. Se realizaron cuatro repeticiones de cada tratamiento, cada una con 20 insectos adultos (3).

**Resultados y discusión.** Se aislaron tres hongos endófitos de *Beauveria* de pencas de agave. Los insectos de *S. acupunctatus* inoculados con estos aislados y con la cepa Bb149 presentaron micosis (Fig. 1). La cepa Bb149 fue la más patogénica causando una mortalidad del 92.1%, seguida por las cepas B1 y B2 (ambas con 67.1%) y B3 (48.3%). Sin embargo, solo se observaron diferencias significativas entre las cepas Bb149 y B3 (Fig. 2). Gkounti et al. (2015) reportaron una patogenicidad

de *Beauveria bassiana* de 86.6% en adultos del picudo negro del agave. Este valor es mayor al obtenido en las cepas B1 y B2, pero menor al observado con la cepa Bb149.



Fig. 1. Insectos micosados con cepas de *Beauveria*. Las cepas B1, B2 y B3 son hongos endófitos aislados de pencas de agave azul.

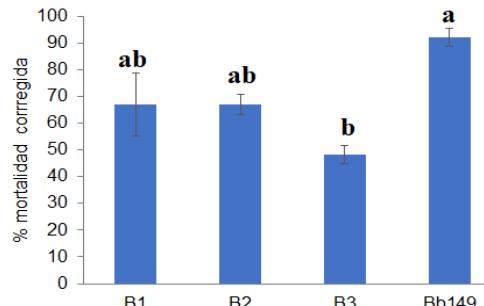


Fig. 2. Patogenicidad de cepas de *Beauveria* en especímenes adultos de *S. acupunctatus*. En el grupo control no se observaron insectos muertos.

**Conclusiones.** Tres de las cuatro cepas de *Beauveria* analizadas presentaron una patogenicidad al picudo negro del agave mayor al 50%, lo que las hace atractivas para usarlas como agentes de control biológico contra *S. acupunctatus*.

### Referencias.

1. Solís, J.F. et al. (2001). Vista de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia* 35: 663–670.
2. Vega, F. (2018). The use of fungal entomopathogens as endophytes in biological control: a review. *Mycologia*. 110: 4–30.
3. González, D. et al. (2017). Suitability of *Cordyceps bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in an organic Mexican banana plantation: laboratory and field trials. *J. Plant Dis. Prot.* 125: 1–9.
4. Gkounti, V.T. et al. (2015). Pathogenicity of indigenous strains of three entomopathogenic fungi to the sisal weevil, *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae). *Hell. Plant Prot. J.* 8:46-54.

## BIOLOGICAL CONTROL OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI *ALTERNARIA* AND *FUSARIUM* WITH *BACILLUS SUBTILIS* AND *BACILLUS PUMILUS* IN VITRO AND IN VIVO IN TOMATO PLANTS

Dinorah Valdez<sup>1</sup>, Paula García<sup>1</sup>, Judith Vázquez<sup>1</sup>, Luis Segura<sup>2</sup>, Manuel Kirchmayr<sup>3</sup>, David Mendoza<sup>1</sup> and Alejandro Arana<sup>1</sup>. <sup>1</sup>ITESO, Anillo Perif. Sur Manuel Gómez Morín 8585, San Pedro Tlaquepaque, Jal. C.P. 45604, <sup>2</sup>CUCBA-UdeG, Cam. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, Zapopan, Jal. C.P. 45200,<sup>3</sup>CIATEJ, Camino Arenero 1227, El Bajío, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45019  
ib720487@iteso.mx

**Keywords:** Biocontrol, phytopathogens, *Bacillus*

**Introduction.** Fungi cause diseases that decrease the quality of tomato crops. Among these fungi, *Fusarium* and *Alternaria* have been reported to reduce crop yields by up to 60% (1). To counter them, biological control approaches have emerged, where bacteria of the genus *Bacillus* have stood out due to their ability to protect crops from phytopathogens and also as growth promoters (2).

The aim of this research was to study the *in vivo* and *in vitro* biological control of *Bacillus subtilis* and *Bacillus pumilus* against plant pathogens in tomato seedlings.

**Methods.** *B. subtilis* and *B. pumilus* were isolated from Saladette tomato and chili crops from Mazatlán, Mexico and identified by MALDI-TOF at CIATEJ. Phytopathogenic fungi *Fusarium* and *Alternaria* belong to the CUCBA strain collection. The determination of bacterial N<sub>2</sub> fixation was evaluated *in vitro*, using the phenate method (2). Confrontations between bacteria and fungi were evaluated in nutrient agar, YPD (Yeast extract Peptone Dextrose Agar) and PDA (Potato Dextrose Agar). *In vivo* tests were performed with cherry tomato seedlings in the vegetative stage using homogeneous substrate. A DOE (Design Of Experiments) with *Fusarium*, *Alternaria*, *B. subtilis*, *B. pumilus* and the combination between the two bacteria was carried out, based on the corrective (3) and preventive (4) treatments with their respective controls. Response variables were root volume and length, fresh weight, apical length, leaf and root dry weight, moisture percentage and survival percentage.

**Results and Discussion.** A visual inhibitory effect was shown on the confrontation of *B. subtilis* and *B. pumilus* with *Fusarium*, as the growth of the fungus towards *B. subtilis* was minimal (Fig. 1).

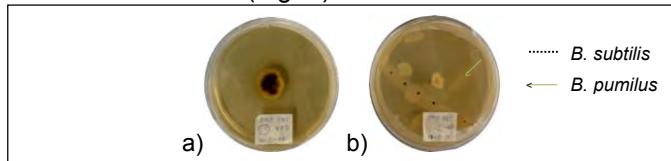


Fig. 1. Confrontation of *B. subtilis* and *B. pumilus* with *Fusarium* in YPD agar. a) Fusarium control. b) Inhibitory effect.

On the other hand, *B. pumilus* presented N<sub>2</sub>-fixing capacity with 0.205 g N<sub>2</sub>/L, while *B. subtilis* did not show this quality.

Regarding the *in vivo* tests, both fungi were equally pathogenic. The survival rate of the seedlings was higher in the preventive treatment (83%) than in the corrective (56%) (Fig. 2). Likewise, the infected seedlings treated with a biocontrol strain achieved a statistically equal development to that of a plant without treatment. *B. subtilis* was the most biostimulant strain (Fig. 3).

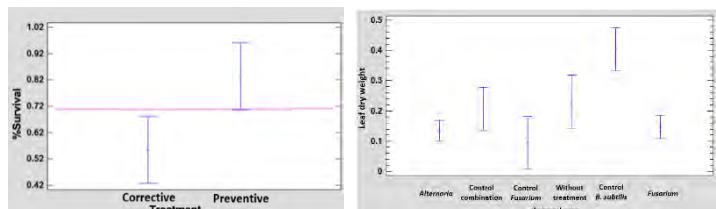


Fig. 2. Survival percentage on corrective and preventive

Fig. 3. Statistical analysis of leaf dry weight.

**Conclusions.** The bacterial strain *B. subtilis* alone and its combination with *B. pumilus* were shown to exert biocontrol towards the development of plant pathogens and biostimulant properties in the growth of tomato seedlings. There is also a higher survival rate when a preventive treatment was applied.

**Acknowledgements.** We thank ITESO's Research Support Fund (FAI) for funding the project.

### References.

- Martínez, F., Cervantes, L., Ail, C., Hernández, L., Del Toro, C., & Rueda, E. (2016). Hongos Fitopatógenos Asociados Al Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) En La Zona Árida Del Noroeste De México: La Importancia De Su Diagnóstico. *ESJ Journal*. 12(18):232
- Hernández, F., Velásquez, K., Carreño, C., Gonzales, H. L., Estela, C., & Altamirano, C. (2015). Efecto de enterobacterias en el desarrollo vegetativo de *Zea mays* en invernadero. *UCV Hacer*, 4(1):10-19.
- Ruiz, M., Ornelas, J., Olivas, I., Acosta, C., Sepúlveda, D., Zamudio, P., Berlanga, D., Salas, M., Cambero, O., & Ríos, C. (2020). Effect of *Bacillus* strains alone and in interaction with phytopathogenic fungi on plant growth and tomato fruit quality. *Revista bio ciencias*. 6:17
- Ramírez, H. (2017). Uso de *Trichoderma asperelloides* Y *Bacillus licheniformis* para el biocontrol de *Fusarium oxysporum* Y *Alternaria alternata* en plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*). *Universidad Tecnológica de la Mixteca*.

## Bacterias de la piel de anfibios como alternativa de control biológico contra el hongo *Botrytis cinerea*

Yordan J. Romero-Conterras<sup>1\*</sup>, Elena Bello-López<sup>1</sup>, Francisco Gonzales-Serrano<sup>1</sup>, M. Delia Basanta<sup>1</sup>, Ana Sofía Escobedo-Muñoz<sup>1</sup>, Miguel Ángel Cevallos<sup>1</sup>, Eria A. Rebollar<sup>1</sup>, Mario Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa 62210 Cuernavaca, Morelos, México.

e-mail: jhroco@gmail.com

Keywords: bioestimulante, *Botrytis cinerea*, *Arabidopsis thaliana*.

**Introducción.** *Botrytis cinerea* es un importante hongo patógeno de las plantas que afecta a varias especies vegetales durante la cosecha y la postcosecha. Durante muchos años se han utilizado fungicidas sintéticos como agentes de control para combatir la infección. Sin embargo, su aplicación frecuente ha sido cuestionada, debido a que varios patógenos han desarrollado estrategias de resistencia y a la demanda de reducir su uso para evitar daños ambientales y a la salud humana<sup>1</sup>. Esto ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas, como los agentes de biocontrol (BCA) o bioestimulante, capaces de inhibir el crecimiento de los hongos patógenos<sup>2</sup>. En este proyecto, nos proponemos analizar la microbiota aislada de la piel de anfibios para comprobar su actividad antifúngica frente a *B. cinerea*<sup>3</sup>.

**Métodos.** Las bacterias aisladas de la piel de anfibios se confrontaron de manera individual contra el hongo *B. cinerea*. Posteriormente, se obtuvieron los sobrenadantes, para determinar si existen compuestos antifúngicos que inhiban la germinación del hongo. Adicionalmente, en condiciones *in vitro* se germinaron semillas de *A. thaliana* Col-0, y después de tres días, se inoculó cada bacteria para determinar el efecto fitoestimulante. Después, bajo condiciones de invernadero, se crecieron plantas de *A. thaliana* Col-0, filtrados y después de 5 semanas se infectaron con el hongo *B. cinerea* para determinar el grado de incidencia y el tamaño de lesión.

**Resultados y discusión.** Realizamos una prueba de inhibición del crecimiento *in vitro* analizando 232 bacterias aisladas de la piel de los anfibios contra *B. cinerea*. Identificamos tres bacterias con alta actividad antifúngica. Tras el análisis, determinamos que los filtrados bacterianos inhiben el proceso germinativo del hongo, lo cual se ve reflejado en el crecimiento micelial del hongo [Figura 1]. Por otra parte, se observó que las plantas tratadas con las bacterias estimularon el crecimiento de pelos radiculares en la raíz, este sistema podría conferir una ventaja en la planta en la absorción de nutrientes que favorezcan el estado de salud de la planta. Por esta razón, experimentos en invernadero, mostraron que las plantas de *A. thaliana* de cinco semanas de edad, tratadas con las células y sus filtrados bacterianos, redujeron significativamente el grado de incidencia y lesión producida por *B. cinerea*.

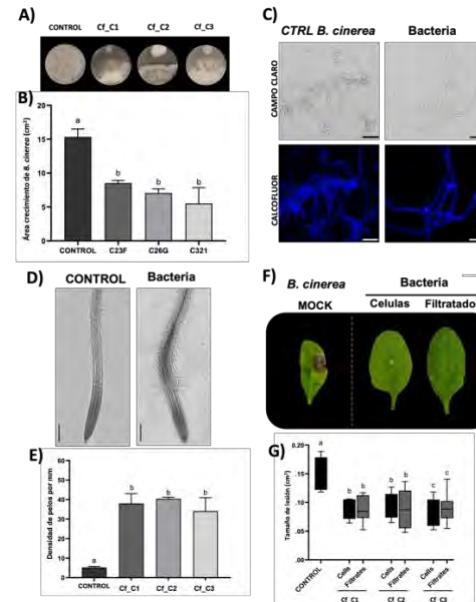


Fig. 1. Las bacterias y sus compuestos inhiben el crecimiento de *B. cinerea*. A-B) Inhibición del hongo *B. cinerea* en confrontación con las bacterias. C) Observación microscópica de las esporas de *B. cinerea*. D-E) Efecto fitoestimulante. F-G) Evaluación de grado de lesión. Las barras representan tres experimentos independientes con dos replicas biológicas. Las letras indican la diferencia significativa  $p<0.05$  de acuerdo con la prueba Tukey

**Conclusiones.** Se identificaron tres bacterias con un alto potencial inhibitorio contra *B. cinerea*. Adicionalmente se encontró que estos estimulan el crecimiento vegetal e inducen los sistemas de defensa de la planta.

**Agradecimientos.** Proyecto financiado por PAPIIT IN203720 (M. Serrano) y Beca CONACYT del Alumno Y.J.Romero con CVU\_745733.

- Referencias.**
1. Jacometti M.A., Wratten S.D, Walter M (2010) Review: Alternatives to synthetic fungicides for *Botrytis cinerea* management in vineyards Austr. J. Grape Wine Res, 16, 154-172.
  2. Ferreira-Saab M., et al. (2018). Compounds Released by the Biocontrol Yeast *Hanseniaspora opuntiae* Protect Plants Against Corynespora cassiicola and *Botrytis cinerea*. Frontiers in microbiology, 9.
  3. Rebollar E.A., et al (2018) The skin microbiome of the neotropical frog *Craugastor fitzingeri*: inferring potential bacterial-host-pathogen interactions from metagenomic data. Frontiers in microbiology, 9, 466.

## ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES DEL ACEITE ESENCIAL DE TRES ESPECIES DE *Tagetes* (*T. filifolia*, *T. lucida* y *T. lunulata*) Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA SOBRE *Neopestalotiopsis* sp.

Janet Karina Hernández-Ramón<sup>1</sup>, Karla Gabriela Domínguez-González<sup>1</sup>, María Guadalupe Zavala-Páramo<sup>1</sup>, Alejandra Hernández-García<sup>1</sup>, Francisco Alfredo Saavedra-Molina<sup>1</sup>, Héctor Eduardo Martínez-Flores<sup>1</sup>, Yolanda M. García-Rodríguez<sup>2</sup>, Francisco J. Espinosa-García<sup>2</sup> y Rafael Salgado Garciglia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México  
0679675d@umich.mx

*Keywords:* Fungicida, *Tagetes*, *Neopestalotiopsis*.

**Introducción.** Aunque los aceites esenciales de algunas especies de *Tagetes* presentan actividad antifúngica, esta depende del contenido de los componentes volátiles<sup>1</sup>, se desconoce su efecto sobre el hongo fitopatógeno *Neopestalotiopsis* sp. que causa la mancha foliar y pudrición en fresa, un cultivo de importancia económica en México.

El objetivo de la presente investigación fue analizar el contenido de los compuestos volátiles de los aceites esenciales de *T. filifolia*, *T. lucida* y *T. lunulata*, y determinar su actividad contra un aislado de *Neopestalotiopsis* sp.

**Métodos.** En septiembre de 2021 se realizó la recolecta de tallos, hojas y flores, de *T. filifolia*, *T. lucida* y *T. lunulata* en Michoacán ( $19^{\circ}37'46.6''N$  -  $101^{\circ}14'48.8''O$ ). El aceite esencial de cada especie se obtuvo de 1000 g de materia fresca en un equipo de hidrodestilación tipo Clevenger. La cuantificación e identificación de compuestos volátiles se realizó por CG-EM<sup>2</sup>. El hongo fitopatógeno *Neopestalotiopsis* sp. se aisló de segmentos de raíces y coronas de plantas enfermas de fresa en medio papa-dextrosa-agar (PDA)<sup>3</sup>. La actividad antifúngica se obtuvo con el método de difusión en pozos<sup>4</sup>, adicionando 50  $\mu$ L de cada uno de los aceites esenciales, disueltos en dimetilsulfóxido (DMSO, 1%) a una concentración de 1 mg/mL, con discos de micelio (0.5 cm de diámetro). Se utilizaron Captán® (1 mg/mL) y DMSO1% como control positivo y negativo, respectivamente. Los resultados se muestran como la concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>) y total (IC<sub>100</sub>).

**Resultados y discusión.** De los diversos aislados fúngicos, se obtuvo uno que coincidió con la morfología macro- y microscópica de acuerdo a lo reportado por Rebollar-Alviter (2020)<sup>3</sup> (Figura 1), que fue utilizado en los ensayos de actividad antifúngica. En el cuadro 1 se presentan solo los compuestos volátiles mayoritarios de los tres aceites esenciales en estudio, indicado el contenido (%) y tiempo de retención (T.R.), observando un contenido y tipos de compuestos similar en los aceites esenciales de *T. filifolia* y *T. lucida*, no así en el de *T. lunulata*, con un menor contenido y con compuestos diferentes a los anteriores. Esto también se relacionó con el rendimiento de cada aceite esencial, con 0.2% para *T. filifolia* y *T. lucida*, y 0.1% para *T. lunulata*. El aceite esencial de *T. filifolia* mostró el mayor

efecto inhibitorio, presentando los valores más bajos de IC<sub>50</sub> e IC<sub>100</sub> (Tabla 1). Los resultados sugieren que el estragol y el anetol, que representan el 89.1% del total del aceite esencial de *T. filifolia*, son los responsables de la mayor actividad antifúngica contra este hongo.



Fig. 1. Identificación morfológica de *Neopestalotiopsis* sp.(A) Morfología colonial. (B) Conidiomas en medio PDA. (C) Morfología microscópica (60x, tinción con azul de lactofenol).

Tabla 1. Compuestos volátiles mayoritarios de los aceites esenciales de *Tagetes* spp, IC<sub>50</sub> e IC<sub>100</sub> sobre *Neopestalotiopsis* sp.

Especies de <i>Tagetes</i>	Compuesto	T.R. (min)	Cont. (%)	IC <sub>50</sub> $\mu$ g/mL	IC <sub>100</sub> $\mu$ g/mL
<i>T. filifolia</i>	Estragol	14.86	43.4	<b>0.061</b>	<b>0.135</b>
	Anetol	17.44	45.7		
<i>T. lucida</i>	Estragol	17.44	39.87	0.09	0.17
	Metileugenol	20.72	44.11		
<i>T. lunulata</i>	$\beta$ -Ocimeno	9.95	17.08	0.14	0.22
	$\alpha$ -Thujeno	10.40	19.82		
	Pinenona	16.06	18.64		

**Conclusiones.** Se observó una relación entre el contenido de los compuestos volátiles de los aceites esenciales de las tres especies de *Tagetes* con la actividad inhibitoria contra *Neopestalotiopsis*, aunque *T. filifolia* mostró la mayor actividad antifúngica.

**Agradecimientos.** CIC/UMSNH, Proyecto RSG 2022.

### Referencias.

1. Salehi, B. (2018). *Tagetes* spp. essential oils and other extracts: chemical characterization and biological activity. *Molecules*, 23: 2847.
2. Torres-Martínez, R. et al. (2014). Efecto de la fertilización sobre el crecimiento y contenido de compuestos volátiles en *Satureja macrostema* (Benth) Briq. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(21): 122-134.
3. Rebollar, A.A. et al. (2020). An emerging strawberry fungal disease associated with root rot, crown rot and leaf spot caused by *Neopestalotiopsis rosae* in Mexico. *Plant Disease*, 104(8): 2054-2059.
4. Magaldi, S. et al. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International Journal of Infectious Diseases*, 8(1):39-45.

## BACTERIAS ASOCIADAS A MELIPONINOS Y SU POTENCIAL COMO BIOFERTILIZANTE EN LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)

Paulina Janneth Perez Peralta, Ronald Ferrera Cerrato, Alejandro Alarcón, Julián Delgadillo Martínez, Dulce Jazmín Hernández Melchor y Ofelia Ferrera Rodríguez.

Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, CP 56230, Estado de México. Tel. y fax 595-9520287. E-mail: perez.paulina@colpos.mx

**Keywords:** Biofertilizante, *bacillus sp.*, lechuga.

**Introducción.** Ante una población en constante crecimiento y con el fin de aumentar la productividad de los cultivos se ha intensificado el uso de fertilizantes químicos, lo cual ha generado consecuencias ambientales considerables como la degradación del suelo y contaminación del agua, pérdida de biodiversidad, inducción de resistencia a plagas/enfermedades, entre otros (Chakraborty y Akhtar, 2021; Mohanty et al., 2021). En este sentido, el desarrollo de biofertilizantes representa una opción ambientalmente sustentable en la producción de diversos cultivos (O'Callaghan et al., 2022).

Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue determinar el potencial de bacterias asociadas a abejas meliponas como biofertilizante en plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Métodos.** Bajo condiciones de invernadero, semillas de lechuga (var. Starfighter) se sembraron en sustrato vermiculita-perlita (1:1) en un diseño factorial: 4 niveles de inoculación bacteriana (SI= sin inocular; IR= inoculación radical, *Bacillus acidicola*; IF= inoculación foliar, *B. sonorensis*; IC= inoculación combinada) y 5 dosis de Solución Nutritiva Steiner (0, 25, 50, 75 y 100%), completamente al azar con 10 repeticiones. Las variables evaluadas a los 60 ddt fueron: fluorescencia de la clorofila, medición SPAD, área foliar, peso fresco y seco de la raíz, parte aérea y total. Los datos se procesaron en programa SAS (ANOVA y Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

**Resultados y discusión.** Aunque en la medición de la fluorescencia no hubo diferencias significativas, la lectura con SPAD tuvo el mayor valor en el tratamiento IC a 100%. Mientras que en las variables peso fresco de la parte aérea y total, así como el área foliar y peso seco de la raíz, parte aérea y total (figura1), el tratamiento IC a SN 75% presentó diferencia estadística significativa. Lo anterior indica la eficiencia de la inoculación combinada de *Bacillus* en la forma radical y foliar en plantas de lechuga, las cuales presentaron la mayor producción de biomasa al aplicar la solución a 75% de concentración, por lo que en esta dosis hubo el mejor aprovechamiento nutrimental.

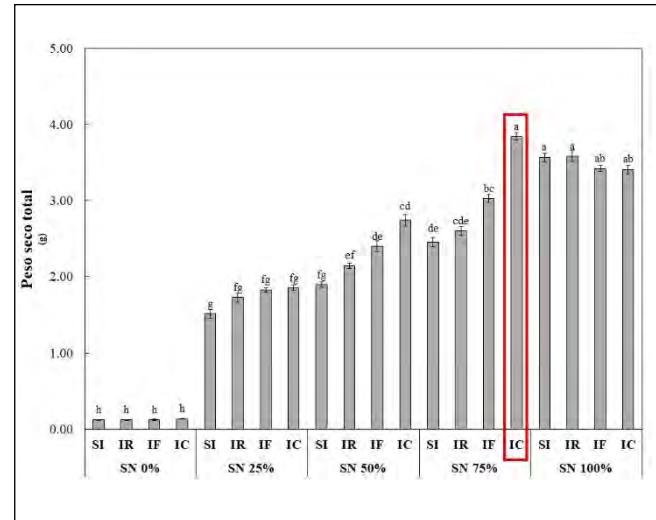


Fig. 1. Efectos principales de la inoculación radical, foliar, combinada, solución nutritiva y su interacción, en el peso seco total de lechugas a los 60 ddt. Medias  $\pm$ EE, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey,  $P\leq 0.05$ ).

**Conclusiones.** *B. acidicola* y *B. sonorensis* tienen potencial como biofertilizante en conjunto con la aplicación de solución nutritiva a 75% en plantas de lechuga, al favorecer su crecimiento, por lo que representa una alternativa sustentable en la producción de cultivos hortícolas.

**Agradecimientos.** Apoyo otorgado a través de Beca Nacional para Estudios de Posgrado CONACYT.

### Referencias.

- Chakraborty, T. y Akhtar, N. 2021. Biofertilizers: Prospects and Challenges for Future. En: *Biofertilizers: Study and Impact*, Inamuddin, Ahamed, M. I., Boddula, R. y Rezakazemi, M. Scrivener Publishing, USA. 575–590
- Mohanty P., Singh P. K., Chakraborty D., Mishra S. y Pattnaik R. 2021. Insight Into the Role of PGPR in Sustainable Agriculture and Environment. *Front. Sustain. Food Syst.* 5 (667150): 1-12.
- O'Callaghan, M., Ballard R. A. y Wright D. 2022. Soil microbial inoculants for sustainable agriculture: Limitations and opportunities. *Soil Use Manage.*, 00: 1-30.

## AISLAMIENTO DE RIZOBACTERIAS DE COMPOST Y RIZOSFERA DE CHILE POBLANO

Vivian F. Quiroz Sarmiento, Juan José Almaraz Suarez, María del Pilar Rodríguez Guzmán, Arturo Galvis Spinola, Joel Velasco Velasco, Julián Delgadillo Martínez. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. Email: quirozvi@yahoo.com.mx

**Keywords:** Promoción de crecimiento, *Capsicum annuum*, solubilización de fosfato.

**Introducción.** Estudios recientes han demostrado que el compost y los suelos rizosfericos son un grande reservorio, para aislar rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV). Estas bacterias poseen mecanismos directos e indirectos por los cuales impactan positivamente la fisiología y desarrollo de las plantas. Entre estos mecanismos se encuentran: la producción y regulación de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citocininas), aumento de la disponibilidad de nutrientes (solubilización de fosfatos y fijación de nitrógeno), control biológico, producción de antibióticos y sideróforos, la inducción de la resistencia sistémica a fitopatógenos y la producción de (ACC) desaminasa. Las rizobacterias más estudiadas pertenecen a los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*. Por lo cual, el objetivo de esta investigación fue aislar y caracterizar rizobacterias procedentes de compost y rizosfera de chile Poblano.

**Métodos.** Se colectaron 10 muestras de suelo rizosféricos de parcelas de cultivos de chile Poblano de la localidad de San Matías Tlalancaleca, en el estado de Puebla y cuatro muestras de compost con las siguientes composiciones: C1= 50% cachaza + 50% gallinaza, C2= 20% gallinaza + 80% cachaza, CB= 25% paja + 75% estiércol de borrego y CV= 25% paja + 75% estiércol de vaca.

Se cuantificaron las poblaciones microbianas utilizando la técnica de diluciones y cuenta viable en placas. Se emplearon diferentes medios específicos para cada grupo microbiano. Agar nutritivo, para Bacterias Totales (BT), Agar Papa Dextrosa con rosa de bengala para Hongos Totales (HT), medio Czapeck, para actinomicetos, medio Pikovskaya, para Bacterias Solubilizadoras de Fosfato (BSF), medio Rennie, para Bacterias Fijadoras de Nitrógeno (BFN), medio Luria-Bertani, para bacterias productoras de auxinas (BPA) y medio Carboximetilcelulosa, para Bacterias Celulolíticas (BC).

Una vez que se cuantificaron las poblaciones microbianas en los diferentes medios de cultivo, se procedió a realizar aislamientos a partir de algunas colonias bacterias. Se seleccionaron aquellas

colonias que fueran diferentes en tamaño, forma o color. Las cepas seleccionadas fueron crecidas en los diferentes medios de cultivos, para seleccionar aquellas que presenten más de un mecanismo de acción. También se utilizó medio CAS (Cromo Azurol S), para la producción de sideróforos, y se realizaron pruebas de antagonismo. Las cepas seleccionadas fueron identificadas molecularmente, utilizando en el gen 16S rDNA.

**Resultados y discusión.** Se encontró un mayor número de (BT)  $111.7 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup> suelo, (HT)  $51 \times 10^3$  UFC g<sup>-1</sup> suelo, (BPA)  $137.3 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup> suelo, (BFN)  $230 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup> suelo y (BC)  $71 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup> suelo, en la muestra C2. La abundancia y diversidad microbiana está limitada por la disponibilidad de nutrientos, encontrándose una mayor cantidad de organismos en áreas con mayor abundancia de recursos como los sustratos orgánicos y la rizosfera (1). Se seleccionaron 16 cepas que presentaron más de cuatro mecanismos de acción. De acuerdo a la identificación molecular las cepas pertenecen a los géneros *Serratia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*; este último ejerce un efecto positivo en las plantas, ya que inducen la producción de sideróforos, fitoestimulantes, biosurfantantes y compuestos con actividades inhibidoras para fitopatógenos. Se ha demostrado que este género se encuentra en abundante densidad tanto en estiércol como compost (2).

**Conclusiones.** El compost y el suelo rizosférico, son un buen reservorio, para aislar rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal.

**Agradecimientos.** Al CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

### Referencias

1. Gómez, C. G., and Corlay, C. C. (2007). Microbiota edáfica y su importancia en la agricultura. En: *Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo*. Ferrera-Cerrato, R. y Alarcón, A. Trillas, México. 39-55 pp.
2. De la Mora-Covarrubias, A., Vázquez-González, F. J., y Valero-Galván, J. (2016). Sucesión bacteriana del género *Bacillus* en el proceso de compostaje y lombricompostaje con diferentes fuentes de estiércol. *TECCHI*. 10(1): 23-31.

## COLONIZACIÓN MICRORRIZICA DE GOVENIA CAPITATA.

Luz Ma. I. Miguel Cruz. Colegio de Postgraduados. [miclcruz@hotmail.com](mailto:miclcruz@hotmail.com)  
Juan J. Almaraz Suarez. Colegio de Postgrados. [jalmaraz@hotmail.com](mailto:jalmaraz@hotmail.com)

*Palabras clave:* *Govenia, pelotones, hongos.*

En este estudio se determinó el porcentaje de colonización en raíces maduras de *Govenia capitata* colectadas en el Monte Tlaloc, en julio de 2022. Los resultados mostraron que las raíces maduras en la sección cercana a la base de cormo tiene una colonización del 60% mientras que en la sección más joven la colonización es menor al 12% o nula.

**Introducción.** Las orquídeas son un grupo de plantas que requieren una asociación simbiótica para la obtención de nutrientes principalmente durante la germinación, debido principalmente a la muy baja o nula disponibilidad de reservas en la semilla. Este estudio se centra en determinar el porcentaje de colonización de *Govenia capitata*, una orquídea terrestre que crece en climas templados a 2300 msnm.

**Métodos.** Se seleccionaron raíces maduras de 10 plantas, se realizaron cortes de 1 mm con navajas de Gillette® posteriormente se colocó sobre un portaobjetos y se agregó 1 gota de fucsina acida Meyer® al 0.01 % p/v diluida en ácido láctico, se dejó reposar por 24 horas y se procedió a observar en un microscopio óptico Leica® a 10x y 40x.

En la evaluación de la colonización se empleó el método propuesto por Rasmussen y Whigham (2002). Es una escala visual, que consiste en fraccionar el córtex de cada una de las muestras en cuadrantes imaginarios. Se inició en 0 % (sin colonización), seguido de 12.5 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 % (todo el tejido cortical ocupado por pelotones fungicos).

**Resultados y discusión.** Los resultados mostraron una colonización promedio del 60 % del tejido cortical. La literatura indica que la colonización del simbionte depende de muchos factores como la edad de la planta, el estado fenológico de la raíz, el contacto con el sustrato, así como la etapa de recolección de las muestras.

**Conclusiones.** El estudio mostró que *Govenia capitata* tiene una relación mutualista con hongos micorrízicos.

### Referencias.

Rasmussen, H., & Whigham, D. (2002). Phenology of roots and mycorrhiza in orchid species differing in phototrophic strategy. *New Phytologist*, 154, 797-807.

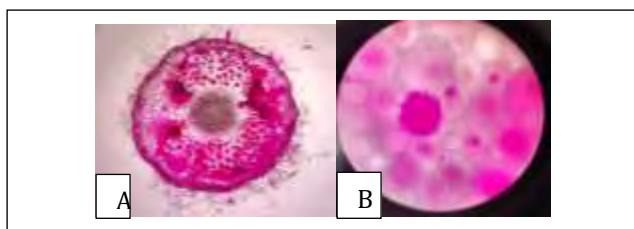


Fig. 1. Colonización del tejido cortical de *Govenia capitata*. A) Córtez con un 100 % de colonización visto a 4x. B) Pelotones vistos a 40x.

## AISLAMIENTO DE BACTERIAS POTENCIALMENTE DEGRADADORAS DE POLIESTIRENO DEL INTESTINO DE *TENEBCRIO MOLITOR*

Luisa María González Castillo, Carmen Stefany López Valencia, José María Cunill Flores, Gabriel Salazar Robles.

Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla. Calle Popocatépetl S/N, Colonia 3 Cerritos Heroica Puebla de Zaragoza Puebla 72480, [gabriel.salazar@metropoli.edu.mx](mailto:gabriel.salazar@metropoli.edu.mx).

**Keywords:** *Tenebrio molitor*, poliestireno, medio selectivo.

**Introducción.** La espuma de poliestireno, o poliestireno expandido (EPS), es uno de los principales contaminantes plásticos que puede bioacumularse en las cadenas tróficas, llegando a ser consumido por el ser humano, poniendo en peligro su salud. Es necesario encontrar una manera de disminuir el porcentaje de este plástico en la naturaleza, y la biodegradación es una alternativa viable al ser amigable con esta. Se sabe que la larva de *T. molitor* es capaz de consumir EPS, por otra parte, se han aislado bacterias degradadoras de PS a partir de su intestino, entre las cuales se encuentra *Klebsiella oxytoca* [1].

El objetivo de este trabajo fue aislar microorganismos potencialmente degradadores de PS a partir del tracto digestivo de *T. molitor* con un medio simple selectivo, para incrementar las posibilidades de bio-remediar el grave problema de la contaminación por plásticos.

**Métodos.** Macerados de intestinos de larvas de *T. molitor* fueron preparados según la técnica de Machona et al. [1] con ligeras modificaciones. Luego, 100 uL de esta suspensión se sembraron de forma masiva en un medio simple con PS como única fuente de carbono preparado de forma similar al de Belal [2] con ligeras modificaciones para luego seleccionar colonias al azar y aislarlas en el mismo medio. También se sembraron las cepas control: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Proteus* sp., *Yersinia* sp y *Klebsiella* sp.

**Resultados y discusión.** Se observó crecimiento de 13 cepas distribuidas en tres placas (Fig1.): I) B1.1, B1.2, B1.3, B1.4, B1.5, B1.6; II) B2.1, B2.2, W1.1, W1.2, W2.1, W2.2; III) W2.3; y IV) controles, en el medio con PS como fuente de carbono, mientras que no se observó crecimiento de ninguna cepa control en el mismo medio, con excepción de un ligero crecimiento de *Klebsiella* sp, que se explica con el trabajo de Machona et al. [1] quienes aislaron cepas de *Klebsiella oxytoca* consumidoras de PS, entendiendo que una bacteria del mismo género podría tener capacidades degradadoras de PS similares.

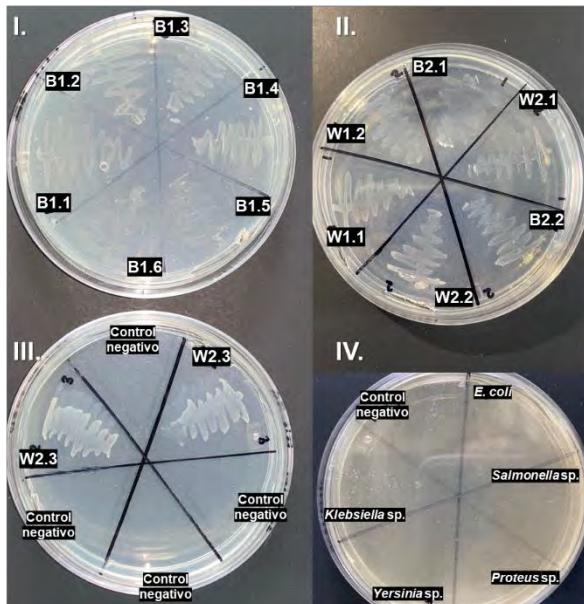


Fig. 1. Cepas aisladas del intestino de *T. molitor* crecidas en medio simple con PS como única fuente de carbono (I, II, III) y controles (IV).

**Conclusiones.** Se aislaron 13 cepas que crecieron en un medio con PS como fuente de carbono, mientras que las cepas control *E. coli*, *Salmonella* sp., *Proteus* sp. y *Yersinia* sp. no lo hicieron. La cepa control de *Klebsiella* sp. mostró un ligero crecimiento explicado por lo encontrado en literatura anterior. Éstos aislados son potenciales consumidores de PS. Como perspectivas a futuro, se planea comprobar la degradación de PS por estas bacterias por FTIR y pérdida de peso, además de una futura caracterización bioquímica y molecular de las mismas.

**Agradecimientos.** Se agradece a la UPMP.

### Referencias.

- [1] Machona O., Chidzwondo F. & Mangoyi R. (2022). *Tenebrio molitor*: possible source of polystyrene-degrading bacteria. *BMC Biotechnology*, 2022 (22): 1 - 12 <https://doi.org/10.1186/s12896-021-00733-3>.
- [2] Belal, El-Sayed Belal Abd El-Monteleb (2003): Investigations on the biodegradation of polyesters by isolated mesophilic microbes. Obtenido en línea de: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:084-5013>.

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
BIOTECNOLOGÍA  
PECUARIA Y  
ACUÍCOLA**

## LA EDICIÓN GÉNICA POR CRISPR EN GANADERÍA

Alejo Menchaca<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>Fundación IRAUy, Instituto de Reproducción Animal Uruguay, Montevideo, Uruguay

[menchaca.alejo@gmail.com.uy](mailto:menchaca.alejo@gmail.com.uy)

El gran desafío para este siglo es aumentar la producción de alimentos para asegurar el acceso a toda la población global, manteniendo la sostenibilidad del planeta, mejorando el impacto sobre el cambio climático, evitando la deforestación, conservando la biodiversidad, además de garantizar la salud y el bienestar de los animales. La pregunta es cómo lograrlo. Las herramientas clásicas para aumentar la productividad ganadera utilizadas para la mejora de la salud animal, la nutrición, la genética, las biotecnologías reproductivas y el manejo de los animales, han hecho contribuciones importantes; sin embargo, esto no será suficiente y se requieren nuevos enfoques disruptivos. La edición del genoma con el sistema CRISPR/Cas puede contribuir de manera significativa a la transformación de la ganadería mundial. Esta herramienta permite mejorar ciertas características de producción, mejorar el bienestar animal a través de la adaptación y la resiliencia, conferir resistencia a enfermedades infecciosas, suprimir plagas y especies invasoras que amenazan al ganado y a la producción de alimentos. Se presentan en esta conferencia en qué consiste esta biotecnología, cómo se hace, y para qué sirve. También se discuten las principales ventajas y preocupaciones que deben ser superadas por la ciencia, las políticas globales y por las personas, con el objetivo de que esta tecnología pueda hacer una contribución real a nuestro futuro colectivo.

## AGROECOLOGICAL BREEDING: GENOMIC EVALUATION IN AUSTRALIAN MERINO

Brenda Vera<sup>1</sup>, Elly Navajas<sup>1</sup>, Ignacio De Barbieri<sup>2</sup>, Elize van Lier<sup>3</sup>, Gabriel Ciappesoni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Las Brujas, Uruguay. <sup>2</sup>INIA, Tacuarembó, Uruguay. <sup>3</sup>Dpto. de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. [bvera@inia.org.uy](mailto:bvera@inia.org.uy)

**Keywords:** agroecological, genomic selection, ssGBLUP

**Introduction.** An agroecological approach implies the application of ecological principles and concepts to the design and management of sustainable agroecosystems using natural processes, local resources and limiting the environmental agricultural footprint. Consequently, breeding goals should consider functional traits, in addition to production ones. Agroecological selection objectives, proposed in livestock, include robustness, reproduction, feed efficiency, product quality, behavior, and health, among other traits (1). Some of the challenges of an agroecological approach for sheep farming could be overcome by the incorporation of genomics in breeding programs, along with integrated phenotypic recording systems.

The objective of this work was to evaluate the impact of using genomics in selection decisions in the Uruguayan Merino Information Nucleus (UMIN). We focused on genetic resistance to gastrointestinal nematodes (GIN), as one of the relevant and difficult-to-measure traits for agroecological animal breeding.

**Methods.** A total of 26,244 animals with fecal egg count (FEC) data recorded in 13 stud-flocks, including the Agronomy Faculty Experimental Station (EEFAS) and UMIN, that are part of the Uruguayan Merino genetic evaluation. Genomic information from different panels (illumina OvineSNP50, AxiomOvine60K, illumina15K) were available for 1,800 animals and imputed to the GGP50K panel (40K SNP, postQC). Using a univariate animal model (2), breeding values (EBV) and genomic breeding values (GEBV) were estimated using BLUP and ssGBLUP, respectively, with partial (p) and complete (c) data sets. The p-dataset can be interpreted as the evaluation at the time of selection decisions, and c-dataset as a *posteriori* confirmation of the goodness of these selection decisions (3). The p-dataset was used to estimate EBV for 145 animals, as lambs, including own FEC records and GEBV adding genomic information. In the p-dataset, data of later generations was excluded. With all generations and data (c-dataset), GEBVs were estimated to the same animals as rams. Individual precisions of the (G)EBVs were calculated including inbreeding (4). Predictability was evaluated by the Pearson's correlation (R) between GEBVc and (G)EBVp.

**Results and discussion.** The model with the best predictive ability (Fig 1) was the one including genomic information (GEBVp), with an R value 12% higher than EBVp.

Similarly, average individual accuracies of GEBVp were higher than in EBVp (0.63 vs 0.59, respectively), confirming that the inclusion of genomic information improves the accuracy of EBVs in young rams (5). The average of individual precisions of GEBVc was 0.82.

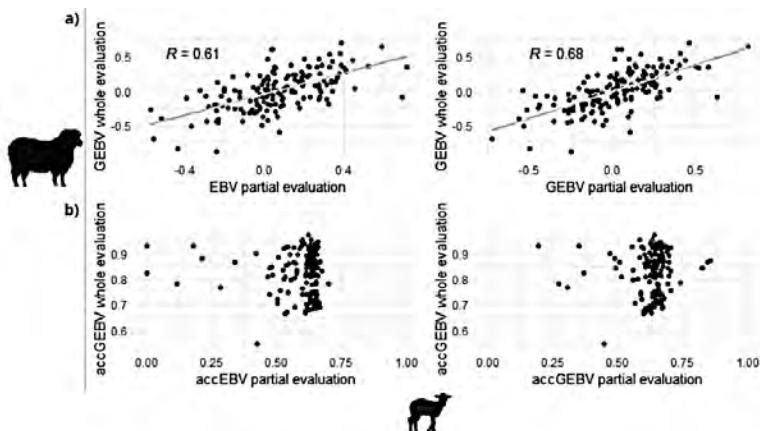


Fig 1. Comparison of GEBVs estimated using a complete dataset and (G)EBV with partial datasets (a), and their individual accuracies (b).

**Conclusions.** Individual accuracies of EBVs for GIN resistance can be improved when genomic information is included. It is particularly promising for the genetic improvement of difficult-to-measure traits such as resistance to GIN and can likely be extrapolated to other agroecological selection objectives.

**Acknowledgements.** This project received funding from SMARTER Horizon 2020 n°772787, RUMIAR, CSIC I+D-2018-287.

### References

1. Phocas, F. et al. (2016). Review: Towards the Agroecological Management of Ruminants, Pigs and Poultry through the Development of Sustainable Breeding Programmes: I-Selection Goals and Criteria. *Animal: An IJAB* 10 (11): 1749–59.
2. Ciappesoni, G., et al. (2013). Estimates of Genetic Parameters for Worm Resistance, Wool and Growth Traits in Merino Sheep of Uruguay. *LS* 157 (1): 65-74.
3. Legarra, A. (2018). Semi-Parametric Estimates of Population Accuracy and Bias of Predictions of Breeding Values and Future Phenotypes Using the LR Method. *GSE* 50 (1): 53.
4. Aguilar, I., et al. (2020). Effects of Ignoring Inbreeding in Model-Based Accuracy for BLUP and SSGBLUP. *JABG* 137(4): 356-64.
5. Macedo, F. L. (2020). Bias and accuracy of dairy sheep evaluations using BLUP and SSGBLUP with metafounders and unknown parent groups. *GSE*. 52(1).

## GENES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN CINCO ESPECIES DE BACTERIAS ENTÉRICAS DE ORIGEN PORCINO: UN ESTUDIO BIOINFORMÁTICO.

Javier Rubén Miranda-Valdés<sup>1</sup>, Yagul Pedraza-Pérez<sup>2</sup>, Ricardo Carreño-López<sup>1</sup>, Lidia Esmeralda García-Díaz<sup>3</sup>, Rosa del Carmen Rocha-Gracia<sup>1</sup>, Vianey Marín-Cevada<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla; <sup>2</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla. <sup>3</sup>Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. vianey.marin@correo.buap.mx

*Palabras clave:* Antibióticos, bioinformática, cerdo.

### Introducción.

Los residuos derivados de la crianza de cerdo, así como los productos cárnicos constituyen un importante reservorio de bacterias con genes de resistencia a antibióticos (ARGs) que pueden ser transmitidos a los humanos a través del consumo o contacto directo, el ambiente o el mal manejo. Esto puede derivar en importantes enfermedades zoonóticas, especialmente de índole entérico (1). Por ello, es importante conocer la diversidad y abundancia de los ARGs para tener un mejor control y seguimiento de su dispersión. En el presente estudio se analizó, de manera bioinformática, la presencia y distribución de los ARGs y EGMS (Elementos genéticos móviles) de cinco especies entéricas y patógenas comúnmente presentes en la microbiota, tanto del cerdo como del ser humano (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Salmonella enterica*).

### Métodos.

A partir de las bases de datos, se seleccionaron cinco especies bacterianas aisladas de cerdos potencialmente portadoras de ARGs y MGEs para conocer la diversidad y abundancia de estos. Mediante el uso de los softwares ResFinder y MGEfinder, se determinaron los genes de resistencia a antibióticos en las cinco especies entéricas seleccionadas y se generó una base de datos con 157 secuencias. Se establecieron las relaciones existentes entre los genes de resistencia a antibióticos de las distintas cepas bacterianas mediante alineamiento múltiple de secuencias para descartar secuencias redundantes, dejando 106 secuencias únicas. Posteriormente, se realizó una búsqueda exhaustiva con la herramienta BLAST usando las 106 secuencias para determinar la presencia y distribución de estos genes en las distintas cepas bacterianas.

### Resultados y discusión.

*K. pneumoniae* fue la especie con mayor diversidad de ARGs, seguido por *E. coli*, *E. faecium*, *E. faecalis* y *S. enterica*. Los resultados también sugieren la existencia de transferencia horizontal de algunos genes entre las distintas especies. Además, se observa una correlación entre el número de genes de resistencia para un grupo de antibióticos y el uso intensivo de ese mismo grupo en la industria pecuaria. Finalmente, se realizó un análisis comparativo del total de ARGs presentes en las cepas analizadas para conocer cuáles son los más abundantes (Tabla 1).

**Tabla 1:** Presencia de ARGs en las cinco especies bacterianas analizadas.

ARG	Grupo de ARG	Resistencia a
<i>tet(M)</i>	Tet	Tetraciclina
<i>blaTEM-1B</i>	<i>blaTEM</i>	Beta-lactámico
<i>erm(B)</i>	<i>Erm</i>	Estreptogramina, lincosamida y macrólido
<i>sul2</i>	<i>Sul</i>	Sulfonamida
<i>aac(6')-li</i>	<i>AAC(6')</i>	Aminoglucósido
<i>oqxB</i>	RND	Dianopirimidina, fluoroquinolona, glicíciclina, nitrofurano y tetraciclina
<i>oqxA</i>	RND	Dianopirimidina, fluoroquinolona, glicíciclina, nitrofurano y tetraciclina
<i>msr(C)</i>	<i>ACB-F</i>	Estreptogramina, fenicol, lincosamida, macrólido, oxazolidinona, pleuromutilina y tetraciclina.
<i>sul1</i>	<i>Sul</i>	Sulfonamida
<i>tet(L)</i>	Tet	Tetraciclina

### Conclusiones.

La especie que presentó un mayor número de ARGs fue *K. pneumoniae*. Existe una relación directa entre el número de genes de ARGs y el uso intensivo de los antibióticos ante los cuales hay resistencia. En algunos casos, se observó una correlación entre el número de ARGs y MGEs presentes en las cepas bacterianas analizadas.

### Referencias.

- Peng, Z., Hu, Z., Li, Z., Zhang, X., Jia, C., Li, T., Dai, M., Tan, C., Xu, Z., Wu, B., Chen, H. & Wang, X. (2022). Antimicrobial resistance and population genomics of multidrug-resistant *Escherichia coli* in pig farms in mainland China. China: *Nature*.

## PREVALENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS METANOGÉNICAS DE DOS RACIONES PARA BOVINOS “*In vitro*”

J. Natividad Gurrola Reyes<sup>1</sup>, Manuel Murillo Ortiz<sup>2</sup>, Karina Aidé Araiza Ponce<sup>2</sup> y  
Ma. Berenice González Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango, Sigma 119 Fracc. 20 de nov. II. Durango, Dgo., México. Tel. 6188142091. e-mail [ngurrola@ipn.mx](mailto:ngurrola@ipn.mx)

<sup>2</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. UJED-FMVZ. Carr. Durango-Mezquital km 11.5, Durango, Dgo., México. Tel. 6188271375 e-mail [manuelmurillo906@gmail.com](mailto:manuelmurillo906@gmail.com)

**Keywords:** *Bacterias metanogénicas, Lippia graveolens y Metano*

**Introducción.** La producción entérica de metano en rumiantes causa problemas ambientales y representa una pérdida de energía para los animales. Con la manipulación de la dieta de los rumiantes es posible modificar la metanogénesis, dado el efecto positivo evidente que tiene el balance de dietas con la adhesión de leguminosas y otras especies arbóreas, en la producción de metano. Un aspecto muy importante que debe tenerse en cuenta ya sea en estudios *in vitro* o *in vivo* es estudiar el ecosistema ruminal, tanto en la identificación de sus poblaciones como su actividad, dado que los microrganismos ruminantes son los responsables de la producción de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>. Y el uso de aceites esenciales como mitigantes es una opción.

**Objetivo.** determinar la prevalencia y caracterización de bacterias metanogénicas de dos raciones suplementadas con orégano *Lippia graveolens*, (Kunth) para bovinos "in vitro".

**Métodos.** Se evaluaron ocho tratamientos para la dieta de *L. graveolens* a tres concentraciones (0.5, 1.0 y 1.5% y un control) del contenido de aceite esencial en dos raciones (50:50 y 60:40), e inoculados con líquido ruminal de bovino y fermentadas por 24 horas en un incubador Daisyll®. Se realizó una extracción del ADN total de los diferentes tratamientos (1) El ADN microbiano de los metanógenos se amplificó a partir del ADN total con el gen mrcA, mientras que el ARNr 16S se empleó para bacterias totales (2). Se amplificaron cuatro órdenes diferentes de metanógenos (Methanobacteriales, Methanomicrobiales, Methanosaecariales y Methanococcales)(3). El análisis de poblaciones se realizó mediante qPCR (4).

**Resultados y discusión.** La estructura poblacional de bacterias metanogénicas fue diferente para todos los casos Tabla 1. El ANOVA nos muestra que existe una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) tanto para dietas como para tratamientos. Aun cuando la ración 50:50 muestra valores de bacterias metanogénicas más bajos que la ración 60:40. El análisis de correlación de los metanógenos con la producción de metano es nula (-0.1331). De los grupos de metanógenos solamente amplificaron dos, el orden de Methanobacteriales y orden para Methanomicrobiales

**Tabla 1.** Poblaciones microbianas ruminales de bovinos, dietas orégano 50:50 y 60:40

		Tratamientos			
Ración 50:50	T1	T2	T3	T4	
Bacterias totales*	4.4121	5.3706	5.6305	9.2309	
Bacterias metanogénicas*	4.1275	4.9565	5.0743	9.5087	
Ración 60:40	T01	T02	T03	T04	
Bacterias totales*	7.4001	6.9599	7.4998	9.3454	
Bacterias metanogénicas*	6.7665	6.5458	7.0345	8.6707	
Valor de P		<0.01	<0.01	<0.01	

\* Log [ng DNA g<sup>-1</sup>CR]

**Conclusiones.** En este estudio se expresa la probable asociación entre el "bioma metanogénico" y la eficiencia de la fermentación "in vitro" con líquido ruminal de ganado bovino, con la inclusión de tres concentraciones de Orégano (*Lippia graveolens*), dado que la población de metanógenos cambia en respuesta a diferentes dietas, sin embargo, las diferencias observadas en las comunidades metanogénicas ya sea una reducción o un aumento en la abundancia de metanógenos no es un criterio para evidenciar los cambios en la metanogénesis. Ya que esta depende de interacciones con otros organismos y el tipo de dieta.

### Referencias.

- 1.- Rojas, H. R, Narváez Z.J., Zamudio M. y. Mena M. E. 2008. A Simple Silica-based Method for Metagenomic DNA Extraction from Soil and Sediments. *Mol Biotechnol.* 40:13–17
- 2.-Denman, S. E., Tomkins, N. W. & McSweeney, C. S. 2007. Quantitation and diversity analysis of ruminal methanogenic populations in response to the antimethanogenic compound bromochloromethane. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 62(3), 313–322.
- 3.- Kim, E. T., Min K.S, Kim C.H., Moon Y. H., Kim S. C. and Lee S. S. 2013. The Effect of Plant Extracts on In-vitro Ruminal Fermentation, Methanogenesis and Methane-related Microbes in the Rumen. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 26, No. 4: 517-522
- 4.-Angarita, E., Molina I., Gonzalo Villegas G., Mayorga J., and Barahona R. 2015. Quantitative analysis of rumen microbial populations by qPCR in heifers fed on *Leucaena leucocephala* in the Colombian Tropical Dry Forest. *Acta Scientiarum. An Sci Maringá*, v. 37, n. 2, p. 135-142.

## **La ingeniería genética en función de la biotecnología agropecuaria en el mundo actual**

Mario Pablo Estrada Garcia. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología  
P. O. Box, 6162; Habana 10600, Cuba. Email: [mario.pablo@cigb.edu.cu](mailto:mario.pablo@cigb.edu.cu)

En la actualidad existen varios factores que amenazan la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos. Entre los factores que con mayor fuerza inciden en esta situación se pueden mencionar entre otros: el crecimiento de la población mundial, el cambio climático, la desertificación, la escasez de agua potable, la migración del campo a la ciudad, las guerras y conflictos regionales y la distribución desigual de los alimentos. Esta situación genera un reto social donde la ciencia, la tecnología y la innovación, deben ocupar un papel decisivo. Para enfrentar esta situación, la biotecnología agropecuaria y la ingeniería genética, juegan un rol importante, ya que se requiere su aplicación, para el mejoramiento genético de variedades, uso racional de los recursos, adaptación al estrés abiótico, en la generación de vacunas y fármacos veterinarios, en el desarrollo de diagnósticos moleculares, en la generación de alimentos funcionales, y en general, en lograr mayor productividad en la producción de alimentos, con menor uso de químicos, antibióticos, y utilizando tecnologías amigables con el ambiente. En este trabajo se presentaran ejemplos concretos de la utilización de la ingeniería genética y la biotecnología en Cuba, aplicados a los animales, las plantas y la industria, con impactos positivos en la producción agropecuaria, mejorando así la balanza agraria. Los resultados constatan la necesidad del uso de la biotecnología en el reto mundial de la producción de alimentos, de forma sostenible, desarrollando el concepto de una sola salud para nuestra sociedad.

# **RESÚMENES PÓSTERS BIOTECNOLOGÍA PECUARIA Y ACUÍCOLA**

## PREDICCIONES GENÓMICAS PARA RASGOS PRODUCTIVOS Y DE VALOR AMBIENTAL EN OVINOS MERINO AUSTRALIANO

Brenda Vera<sup>1</sup>, Elly Navajas<sup>1</sup>, Ignacio De Barbieri<sup>2</sup>, Elize van Lier<sup>3</sup>, Gabriel Ciappesoni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Las Brujas, Uruguay. <sup>2</sup>INIA, Tacuarembó, Uruguay. <sup>3</sup>Dpto. de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. [bvera@inia.org.uy](mailto:bvera@inia.org.uy)

**Keywords:** predictómica, agroecología, metano.

**Introducción.** Las predicciones indirectas (PI) pueden ser estimadas en animales jóvenes sin dato fenotípico o en animales que no forman parte de la evaluación genética poblacional (EGP) ya que su predicción se basa solamente en los genotipos de los individuos (1). El objetivo del trabajo fue obtener PI y sus precisiones para rasgos productivos y de valor ambiental en ovinos.

**Métodos.** Se obtuvieron las PI para los rasgos de emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ), consumo de alimento (FI), consumo residual del alimento (RFI), peso de vellón sucio (PVS) y huevos por gramo de heces (HPG), medida de parasitosis por nematodos gastrointestinales) en animales de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS) y de dos predios comerciales no incluidos en la EGP. Se utilizó una base de datos de 36854 ovinos que incluía animales del Núcleo Genético Ultrafino Glencoe (NUG). Un total 1652 animales tenían información genómica (10K SNP, post QC y en común con los paneles GeneSeek® GGP y Axiom® Ovi Can). Usando un modelo animal univariado para HPG (2) y multivariado (3) para las otras características, se estimaron los valores de cría genómicos (GEBV) para los cinco rasgos mediante la metodología ssGBLUP. Los efectos de los SNP se obtuvieron con postGSf90 usando la población total y las PI fueron predichas a partir de dichos efectos. Las precisiones de las PI y GEBV se obtuvieron incluyendo la consanguinidad (4).

**Resultados y discusión.** Las precisiones de los GEBV para PVS y HPG fueron altas ( $>0.5$ , Tabla 1), notándose un incremento en los animales genotipados de la EEFAS ( $n=141$ , EEFAS\_gen) de 19 y 25%, respectivamente, en comparación con la población no genotipada ( $n=514$ , EEFAS\_nogen). La mayor precisión para PVS vs HPG puede ser debida a la mayor heredabilidad (0.41 vs 0.19). Para HPG y PVS las precisiones promedio de las PI en los establecimientos comerciales fueron menores que en NUG y EEFAS, posiblemente debido a la ausencia de información genealógica y fenotipo. En tanto, las precisiones de las PI para los rasgos con menor número de fenotipos,  $\text{CH}_4$ , FI y RFI fueron bajas ( $<0.40$ ) en todas las poblaciones. Sin embargo, la precisión promedio para los animales del NUG con fenotipo y genotipo fue de 0.67. Se ha reportado que el número y la elección de animales genotipados tiene un impacto en las PI (1), por

lo que las PI aquí reportadas podrían ser más confiables si se aumentara la densidad de marcadores y el número de animales genotipados con fenotipo. Esta herramienta (PI) permitiría a los productores conocer la genética promedio de su majada al compararse con majadas experimentales y tomar decisiones de selección más precisas.

*Tabla 1. Promedio de las PI y los GEBV para las majadas comerciales y núcleos experimentales y sus precisiones promedio (en paréntesis).*

Población	$\text{CH}_4$ (g/día)	FI (kgMS/día)	RFI (kgMS/día)	PVS (kg)	HPG (LnHPG)
Pob. Tot. <sup>1</sup> (n=36854)	0.065 (0.13)	0.003 (0.15)	0.0006 (0.12)	0.022 (0.64)	0.035 (0.53)
NUG <sup>1</sup> (n=6029)	0.063 (0.35)	0.0003 (0.37)	-0.0001 (0.33)	-0.04 (0.73)	0.037 (0.63)
EEFAS_gen <sup>1</sup> (n=141)	0.631 (0.25)	0.033 (0.27)	0.001 (0.23)	0.242 (0.69)	-0.140 (0.65)
EEFAS_nogen <sup>1</sup> (n=514)	0.278 (0.15)	0.011 (0.16)	-0.002 (0.14)	0.063 (0.59)	-0.129 (0.52)
Comercial 1 <sup>2</sup> (n=20)	0.426 (0.24)	0.026 (0.25)	0.003 (0.22)	0.211 (0.43)	-0.05 (0.38)
Comercial 2 <sup>2</sup> (n=20)	0.939 (0.23)	0.048 (0.24)	0.014 (0.22)	0.140 (0.42)	-0.08 (0.37)

Los valores reportados corresponden al promedio de GEBV' y PI<sup>2</sup>.

**Conclusiones.** Es posible predecir, si bien aún con baja precisión, las PI de ovinos de predios comerciales a partir de los efectos de los SNP con la población de referencia actual.

**Agradecimientos.** Este trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos SMARTER (772787), RUMIAR, GrassToGas, CSIC I+D-2018-287.

### Referencias.

- Garcia Andre L.S. (2020). Indirect predictions with a large number of genotyped animals using the algorithm for proven and young. JAS 98(6): 1-9.
- Ciappesoni, G., et al. (2013). Estimates of Genetic Parameters for Worm Resistance, Wool and Growth Traits in Merino Sheep of Uruguay. LS 157 (1): 65-74.
- Marques, C. B., et al. (2022). Genetic parameters for feed efficiency, gas emissions, oxygen consumption and wool traits in Australian Merino. En: Proceedings of the 12<sup>th</sup> WCGALP, Rotterdam, The Netherlands, 3-8 July 2022.
- Aguilar, I., et al. (2020). Effects of Ignoring Inbreeding in Model-Based Accuracy for BLUP and SSGBLUP. JABG 137(4): 356-64.

## SUBPRODUCTO DE *Octopus maya* COMO UN INGREDIENTE FUNCIONAL Y NUTRACEUTICO CON POTENCIAL USO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Nidia Valenzuela- Grijalva, Manuel O. Ramírez-Sucre, Élida Gastélum-Martínez. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)  
Subsede Sureste. Mérida, Yucatán, México. 97302. [egastelum@ciatej.mx](mailto:egastelum@ciatej.mx)

**Keywords:** *Octopus maya*, biotransformación, péptidos solubles

**Introducción.** El procesamiento de productos marinos genera una fuente importante de subproductos de base proteica que no son aprovechados para la obtención de compuestos con actividad biológica, como los péptidos solubles (Ps) (1). Un ejemplo es el manto de *Octopus maya* (OM), un subproducto que debido a su alto contenido proteico (77 %, b.s.) puede emplearse en la producción de ingredientes funcionales y nutracéuticos (2). Por lo anterior, se propone el manto de OM como materia prima para la obtención de Ps con potencial actividad biológica para su uso en alimentación animal.

**Metodología.** El polvo de manto (SOM) se utilizó como sustrato para la obtención de hidrolizados proteicos con actividad biológica. SOM se obtuvo mediante la deshidratación, molido y tamizado del manto (horno de convección: 60 °C, humedad: 7 % y 500 µm). El medio consistió en la adición de 5 % (P/V) de SOM en dH<sub>2</sub>O, se esterilizó e inoculó con 1.5 × 10<sup>7</sup> células/mL de *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (BS) y *Lactobacillus plantarum* 299v (LP). Ambos medios (n=2) se fermentaron durante 72 h a 37 °C y 180 rpm. Durante la fermentación, se midió el crecimiento celular (Log UFC/mL) y el pH cada 24 h (por 72 h). A las 48 h, se tomaron 6 mL del medio y se liofilizaron para ser utilizados en la cuantificación de péptidos solubles (Ps) (3) y la actividad FRAP µg/mL ET (Eq. Trolox) (4). Se realizó un modelo GML, donde el tipo de bacteria (TB) y el tiempo (T) fueron los factores principales (5).

**Resultados.** Todas las variables fueron afectadas por la interacción TB x T ( $P<0.05$ ) (Fig. 1). BS y LP utilizaron el medio de cultivo SOM como sustrato para su crecimiento (Fig. 1A). BS presentó el mayor crecimiento celular a las 48 h (9.04 Log UFC/mL) y fue mayor al presentado por LP a las 72 h (8.42 Log UFC/mL). La hidrólisis proteica se monitoreo con la medición del pH, siendo un pH de 8 a 9 indicativo de la liberación de péptidos. Este resultado coincide con lo observado en el medio inoculado con BS, el cual presentó el valor más alto de pH (8.59) y la mayor concentración de Ps a las 48h (0.62 mg/mL) respecto al medio con LP. De igual forma, los valores de FRAP mostraron un comportamiento similar a la producción de Ps, presentando a las 48h la máxima actividad (38.61 µg/mL ET). Caso contrario, para el medio con LP, el pH disminuyó y se mantuvo constante a 6.09, mientras que los valores más altos de Ps y FRAP se

observaron a distintos tiempos, a las 72 h (0.60 mg/mL) y 24 h (32.15 µg/mL ET), respectivamente.

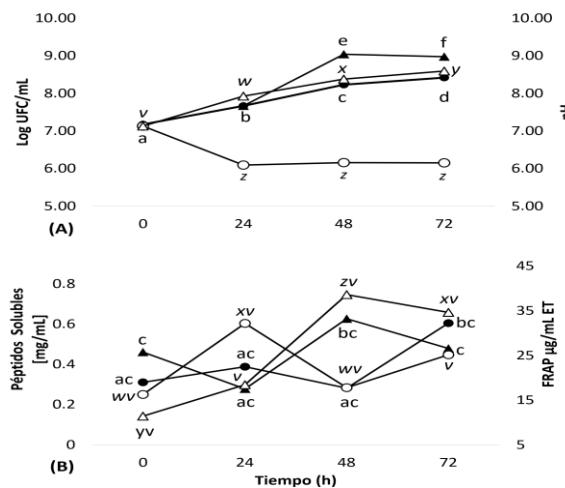


Fig 1. Propiedades en medio SOM al 5 % (72 h/37 °C) de *Bacillus subtilis* (triángulos) y *Lactobacillus plantarum* (círculos): A, crecimiento celular (▲, ●) y pH (Δ, ○); B, Péptidos Solubles (▲, ●) y FRAP (Δ, ○). Diferente letra indica diferencia significativa ( $P<0.05$ ).

**Conclusiones.** El género *Bacillus* presentó la mayor eficiencia en la biotransformación de SOM, obteniendo la mayor concentración de péptidos con alta actividad antioxidante en un menor tiempo de fermentación, lo cual indica un potencial en la producción industrial de un ingrediente funcional y nutracéutico destinado a la alimentación animal.

**Agradecimiento.** A CONACYT por la estancia posdoctoral-CIATEJ-998816. Al proyecto FOMIX YUC-2017-01-01 “Plataforma tecnológica pulpo maya para el desarrollo de productos de alto valor agregado”. Al Dr. Humberto Hernández (Laboratorio de Biotecnología de Alimentos, IPN) por la donación de *L. plantarum*.

**Bibliografía.** 1. Cudennec, B., Caradec, T., Catiau, L., Ravallec, R. (2012). Adv. Food Nutr. Res. 65: 479-494.  
2. Rosas, C., Cuzón, G., Pascual, C., Gaxiola, G., Chay, D., López, N., Domingues, P. M. (2007). Mar Biol. 152(2): 371-381. 3. González-Olivares, L. G., Jiménez-Guzmán, J., Cruz-Guerrero, A., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M. (2011). Rev Mex Ing Quím. 10(2): 179-188. 4. Xiao, F., Xu, T., Lu, B., & Liu, R. (2020). Food Frontiers. 1(1): 60-69.  
5. NCSS (2022). Data Analysis & Graphic

## APLICACIÓN DE TÉCNICAS CLÁSICAS DE MICROSCOPIA Y BASADAS EN ADN PARA EL ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES DE MICROORGANISMOS Y CIANOBACTERIAS DEL SEDIMENTO EN EL EMBALSE RINCÓN DEL BONETE- URUGUAY

María Teresa Federici<sup>1</sup>, Natalia Rigamonti<sup>2</sup>, Pablo Rovira<sup>1</sup>, Pablo Torres<sup>1</sup>, Sofía Martínez<sup>1</sup>, Graciela Ferrari<sup>2</sup>, Claudia Simón<sup>1</sup>, Luis Aubriot<sup>3</sup>, Verónica Ciganda<sup>1</sup> <sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria- INIA, Uruguay [mfederici@inia.org.uy](mailto:mfederici@inia.org.uy) <sup>2</sup> Laboratorio Tecnológico del Uruguay- LATU, Uruguay <sup>3</sup> Universidad de la República- Uruguay

**Keywords:** cianobacterias, qPCR, ARNr

**Introducción.** Las cianobacterias pueden producir cianotoxinas altamente tóxicas para la salud humana y animal. Si bien éstas se asocian al período estival, en Uruguay en los últimos años se han registrado durante todo el año, especialmente en los cuerpos de agua lénticos como lagunas, tajamares y embalses (Bonilla y col., 2021). Muchas especies pueden mantenerse en colonias o formas de resistencia asociadas al sedimento (Chorus, 2021).

El objetivo de este trabajo fue el estudio de las poblaciones de cianobacterias y microorganismos asociados al sedimento utilizando 3 metodologías distintas: microscopía óptica, secuenciación del gen 16S ARNr, y qPCR

**Métodos.** Se tomaron muestras de sedimento en 4 sitios del embalse próximos a distintos usos de suelo predominante: forestal, agrícola y campo natural (campo natural), y un monte nativo. Se extrajo ADN (kit DNAeasy PowerSoil- Qiagen) a partir de dichas muestras, y se realizó la secuenciación del gen 16S ARNr en la empresa Macrogen, Inc. (República de Corea). Por otro lado, se utilizó qPCR para detectar los genes 16S ARNr, *mycE/ndaF* (microcistinas), saxitoxinas (*sxtA*) y cilindrospermopsina (*cyrA*), utilizando el kit CyanoDTECT (Phytoxigen), así como microscopía óptica para el recuento de células e identificación taxonómica de cianobacterias.

### Resultados y discusión.

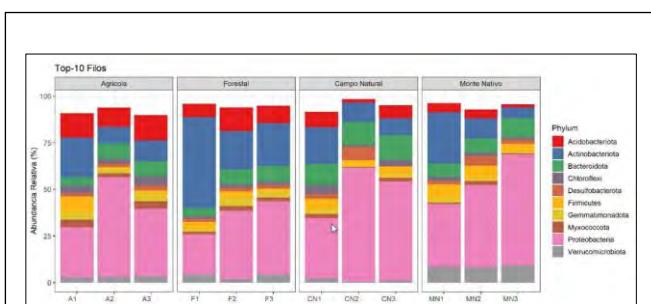


Fig. 1 Composición relativa de los 10 filos más abundantes en el sedimento de los sitios: A: Agrícola, CN: Campo natural, F: Forestal, MN: monte nativo

Los filos predominantes en todas las muestras fueron Proteobacteriota, Actinobacteriota, Acidobacteriota y Bacteroidota. El filo Cianobacteria tuvo una baja representación (1,4%): 0,51, 0,39, 1,31 y 1,75% de los microbiomas del sitio agrícola, campo natural, sitio

forestal y monte nativo, respectivamente.

Cianobacteria	Microscopía óptica (cel/ml)	Campo natural	Monte nativo	Forestal	Agrícola
<b>Cianobacterias: especies</b>					
<i>Komayphonor crassum</i>		105,00			231,00
<i>Phormidium ornatum</i>		4449,00	689	74,00	
<i>Plankolyngbya limnetica</i>			23,00		
<i>leptolyngbya cf vaderiana</i>					
Densidad total en 250g	0,00	4554,00	712,00	305,00	
Densidad total en gramos	0,0	18,2	2,8	1,2	
<b>qPCR - gen 16S ARNr (n'copias/gr.)</b>	6,39E+05	6,43E+06	6,77E+06	8,07E+06	

Fig. 2 Derecha: abundancia relativa del filo Cianobacteria por sitio de muestreo A: agrícola; CN: sitio campo natural; F: Forestal, MN: monte nativo. Izquierda: resultados de microscopía óptica y de qPCR (gen 16S ARNr).

La abundancia relativa de las cianobacterias fue mayor en los sitios próximos al uso forestal y monte nativo, que en el sitio agrícola y campo natural. A través de microscopía óptica se lograron identificar distintas especies en todas las muestras menos en las de campo natural, sin embargo, se logró detectar cianobacterias totales mediante la amplificación del gen 16S ARNr en todos los sitios. Asimismo, se amplificaron los genes de *sxtA* y *cyrA*, indicando la presencia de cianobacterias potencialmente tóxicas, o la persistencia de ADN en el sedimento de algunos sitios.

**Conclusiones.** A través de la secuenciación del gen 16S ARNr se observaron diferencias en la diversidad y composición del microbioma del sedimento en el embalse, en enero de 2021, encontrándose una baja representación de las cianobacterias en todos los sitios de muestreo. La técnica qPCR fue efectiva para la detección de cianobacterias totales, recomendándose como screening primario, de forma complementaria a la identificación taxonómica mediante microscopía óptica, o secuenciación del gen 16S ARNr, técnica más sensible e informativa.

**Agradecimientos.** A los Institutos INIA y LATU con sus respectivas autoridades por la cofinanciación del Proyecto: “Desarrollo y Aplicación de nuevas herramientas moleculares y espectrales para el estudio de las comunidades de cianobacterias en aguas continentales: estudio de caso Embalse Rincón del Bonete”, proyecto marco del trabajo aquí presentado.

### Referencias.

- 1.Bonilla,S. (2021). Toxic cyanobacterial blooms compromise the use of the Río Negro water. INNOTEC N°22 (e577):1-27
- 2.Chorus, I. & Welker, M. (2021). Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. CRC Press. WHO Sec. Ed.

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
BIOTECNOLOGÍA Y  
SOSTENIBILIDAD  
DE SISTEMAS  
PRODUCTIVOS**

## RNAi para el control de *Piezodorus guildinii* en soja

Claudia Schvartzman<sup>1</sup>, Pablo Fresia<sup>2</sup>, Sara Murchio<sup>1</sup>, Valentina Mujica<sup>3</sup>, Marco Dalla Rizza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Biotecnología, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Canelones, Uruguay

<sup>2</sup>Unidad Mixta Pasteur + INIA (UMPI), Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay

<sup>3</sup>Unidad de Protección Vegetal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Canelones, Uruguay

schvartzman@inia.org.uy; mdallarizza@inia.org.uy

*Keywords:* control de plagas, RNA de interferencia, biotecnología

### Introducción

*Piezodorus guildinii* (Hemiptera:Pentatomidae) causa pérdidas económicas en el cultivo de soja, reduciendo su productividad, afectando el tamaño y calidad, contenido de aceite y poder germinativo de los granos [1]. El control se basa en piretroides y neonicotinoides que impactan en enemigos naturales, el ambiente y favorecen la aparición de resistencia [2]. La interferencia por RNA (RNAi) es un proceso conservado de regulación génica en eucariotas desencadenado por RNA doble cadena con homología de secuencia a RNA mensajero. Si el blanco de la interferencia es un gen esencial, puede generar en el organismo la muerte, inhibición de la reproducción, fenotipos no viables en la descendencia, entre otros, haciendo que el RNAi, sea una potencial técnica biosegura para combinar con estrategias de manejo integrado [3]. Nuestra hipótesis de trabajo es que la administración de RNA con homología a genes esenciales puede desencadenar silenciamiento génico y tener un efecto insecticida en *P. guildinii*. En este trabajo, evaluamos el efecto in vivo de la administración de dsRNAs por inyección e ingestión en la viabilidad de *P. guildinii* como posible estrategia de control.

### Métodos

Se seleccionaron once genes blanco y para cada uno se diseñaron y sintetizaron dsRNAs entre 300 y 500 pb y una secuencia de 496bp del gen GFP control negativo. Se evaluó la inyección de 1,2 µg de dsRNA en adultos de acuerdo a [4] mientras que la evaluación por ingestión se realizó utilizando 1µg de dsRNA. Se siguió la mortalidad por 14 días y se determinó el nivel de expresión de los genes blanco por qRT-PCR según [4].

### Resultados y discusión.

Se evaluó la sobrevida a 14 días post inyección de los once interófagos diseñados observándose diferencias significativas (Log-Rank test  $\chi^2=170$ , df=12 P <0.0001). De estos, los 3 interófagos que mostraron mayor mortalidad acumulada superaron el 76% (P<0.001, corrección Bonferroni). De forma consistente, los niveles de expresión evaluados por RT-qPCR de los mismos fueron significativamente menores respecto al control a las 24, 48 y 72h post inyección llegando a una expresión del 62%, 36% y 0.01% respecto al grupo control, demostrando así que el efecto de silenciamiento

está relacionado a la mortalidad observada. De forma adicional, en los genes dcr-2 y ago-2 se observó una sobreexpresión a las 48hs de 1.8 veces (P=0.04) de dcr-2 mientras que para ago-2, un aumento en la expresión relativa a las 24hs y 48hs de 1.8 veces respecto al grupo control (P=0.02). Se seleccionaron los tres interófagos que mostraron mejor respuesta por inyección para su evaluación por ingestión. Se observó que la mortalidad fue significativa respecto al grupo control llegando al 46% (P <0.0004).

### Conclusiones.

Estos resultados muestran que *P. guildinii* es sensible al uso de RNAi hacia genes esenciales, con un efecto significativo en la viabilidad. Esta tecnología podría representar una nueva estrategia para el manejo integrado de este insecto.

### Agradecimientos.

Este proyecto fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) FSA\_1\_2018\_1\_151855 y por INIA con una beca de doctorado.

### Referencias.

1. Depieri, R. & Panizzi, (2011) A. Duration of feeding and superficial and in depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). Neotrop. Entomol. 40,197–203
2. Sosa-Gómez,D.R. et al (2020) Prevalence, damage management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera:Pentatomidae) in commodity crops. Agric. For. Entomol.22,99–118
3. Svoboda, P. (2020). Key Mechanistic Principles and Considerations Concerning RNA Interference. Front. Plant.Sci. 11,1-13
4. Schvartzman C. et al (2022) RNAi in *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae): Transcriptome Assembly for the Development of Pest Control Strategies. Front Plant Sci. 13,1-10

## TOLERANCIA A SEQUÍA EN YUCA (*Manihot esculenta*, Crantz): DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE FENOTIPADO Y CONSTRUCCIÓN DE MAPA GENÉTICO

Laboratorio de genética de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

María Alejandra Bedoya-Moreno<sup>1</sup>, Adriana Bohorquez-Chaux<sup>1</sup>, Vianey Barrera-Enríquez<sup>1</sup>, Xiaofei Zhang<sup>1</sup> y Luis Augusto Becerra Lopez-Lavalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alliance of Bioversity International and CIAT – Palmira, Colombia

<sup>2</sup> International Center for Biosaline Agriculture – Dubai, United Arab Emirates  
Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia [m.bedoya@cgiar.org](mailto:m.bedoya@cgiar.org)

Keywords: fenotipado, sequía, mapa genético

### Introducción

El fenómeno de sequía actualmente es una de las principales problemáticas climáticas que afecta a todo tipo de cultivos alrededor del mundo. La yuca es un cultivo de gran importancia en el trópico debido a que juega un papel relevante en la seguridad alimentaria y en procesos industriales; por lo tanto, conocer la tolerancia a fenómenos abióticos como sequía permite generar programas de mejoramiento para la obtención de genotipos resistentes. Además de identificar rasgos particulares que pueden desarrollar las plantas sometidas a déficit hídrico y relacionar este tipo de resultados con información genética (Alves et al., 2000) La familia tolerante a sequía (CTS) fue desarrollada por parte del equipo de genética de yuca en CIAT y se caracteriza por tener al parental COL1734 procedente de la zona norte de Colombia la cual presenta altas temperaturas y pocas precipitaciones anuales, a diferencia de VEN77 el cual crece en la zona oriental del país, donde el ambiente es predominantemente húmedo y con mayor frecuencia de precipitaciones. El objetivo principal de esta investigación es generar una metodología de fenotipado para plantas en invernadero sometidas a sequía y realizar un mapa genético de la familia CTS.

### Métodos



Fig. 1. Metodología de fenotipado de familia CTS basada en Okogbenin y colaboradores (2013) con modificaciones.

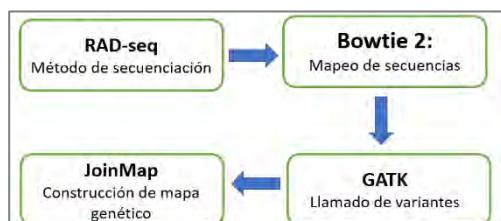


Fig. 2. Metodología para la construcción de mapa genético de la familia CTS basada en Langmead y Salzberg, (2012) con modificaciones.

### Resultados y discusión

Se obtuvieron resultados preliminares de la evaluación en invernadero de 4 de los 107 genotipos donde se pudo observar el crecimiento de las plantas durante tres semanas (Fig. 3.). Este ensayo preliminar se realizó con la finalidad de determinar si los tratamientos de 10, 20 y 30 cc ocasionan algún estrés morfológico o fisiológico a las plantas y adicionalmente se realizó la estandarización del proceso de fenotipado de las plantas en invernadero.

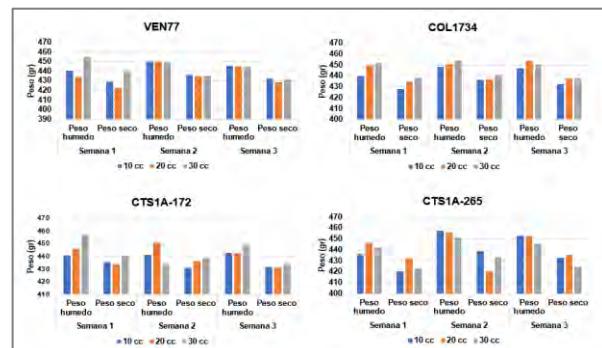


Fig. 3. Resultados preliminares de la ganancia de peso de los genotipos CTS-172 y CTS-165 y de los parentales VEN77 y COL1734.

### Perspectivas

Se realizará una caracterización fenotípica completa de la familia, para así poder realizar una asociación de datos genotípicos y fenotípicos y poder encontrar regiones asociadas a QTLs, para poder a futuro seleccionar genotipos de interés.

### Conclusiones

1. Se realizó un ensayo preliminar donde se estableció cuáles tratamientos de agua eran los adecuados para inducir a los genotipos a un estrés por sequía.

2. A partir de datos genotípicos se desarrolló una metodología para la construcción del mapa genético de la familia CTS, utilizando diferentes herramientas bioinformáticas.

### Referencias

1. Alves A, Setter T. (2000). Response of cassava to water deficit: Leaf area growth and abscisic acid. *Crop Science*, 40:131–137.
2. Okogbenin E, Setter TL, Ferguson M, Mutegi R, Ceballos H, Olasanmi B, Fregene M. (2013) Phenotypic approaches to drought in cassava: review. *Front Physiol* 4:1–15
3. Langmead, B., & Salzberg, S. L. (2012). Fast gapped-read alignment with Bowtie 2. *Nature methods*, 4: 357-359.

## CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA Y ANÁLISIS DE LA RESPUESTA A ESTRÉS POR ALTA TEMPERATURA EN *CARICA PAPAYA* CV. MARADOL Y SILVESTRE.

Tiffany Cevallos-Vilatuña, Gabriela Fuentes, Jorge M. Santamaría.

Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología, Calle 43 No. 130, entre 32 y 34. Colonia Chuburná 0de Hidalgo, CP 97205, Mérida, Yucatán, México.

[tiffis-giselle@outlook.com](mailto:tiffis-giselle@outlook.com), [gfuente611@gmail.com](mailto:gfuente611@gmail.com), [jorgesm@cicy.mx](mailto:jorgesm@cicy.mx)

Keywords: Fotosíntesis, conductancia, transpiración.

**Introducción.** Las altas temperaturas junto con la disponibilidad de agua son los principales factores abióticos que provocan efectos adversos en la fisiología y desarrollo de plantas que, a su vez, afecta su rendimiento y con ello la red alimentaria. Sin embargo, las plantas han desarrollado mecanismos de respuesta que son el resultado de cambios evolutivos a nivel morfológico y fisiológico que les ha permitido sobrevivir en condiciones adversas (Box, 2016). Papaya es el tercer cultivo tropical con mayor producción a nivel mundial, por lo que representa uno de los más importantes desde el punto de vista económico y social (Chávez-Pesqueira & Núñez-Farfán, 2017).

Ante la importancia agronómica de *Carica papaya* y el creciente interés por atenuar el impacto del cambio climático, se propuso evaluar el efecto de la exposición a estrés por alta temperatura en dos genotipos de *C. papaya* (Maradol y Silvestre) a nivel fisiológico.

**Métodos.** Plantas jóvenes de *C. papaya* cv Maradol y Silvestre repartidas en tres repeticiones biológicas se expusieron a 25°C/2h (control) y 50°C/2h dentro de una cámara térmica, en ambos casos se evaluó su recuperación por 168h a 25°C.

La tasa fotosintética de las hojas, así como, conductancia estomática, CO<sub>2</sub> intercelular y transpiración se determinó utilizando un sistema portátil de análisis de gases en el espectro infrarrojo (IRGA), LICOR LI 6400. La eficiencia del aparato fotosintético (Fv/Fm) e índice de rendimiento (Pl<sub>abs</sub>) se midieron utilizando un fluorómetro de clorofila (FMS 2 Hansatech Instruments Ltd, Norfolk, UK). Para medir el potencial hídrico ( $\Psi_H$ ) en hoja se utilizó un equipo WP4C Dewpoint potentialMeter©. Finalmente, el porcentaje de fuga de electrolitos se midió según la conductividad (uS/cm) basado en el protocolo de Bajji et al., (2002) con modificaciones.

### Resultados y discusión.

La figura 1 indica el efecto de la alta temperatura sobre diferentes parámetros fisiológicos en *C. papaya* Maradol y Silvestre. Se puede observar que el genotipo silvestre responde de diferente manera durante el periodo de estrés, que, en la mayoría de los parámetros incrementa su tolerancia al calor.

Esto sugiere que, el genotipo comercial, durante el proceso de domesticación perdió parte de la tolerancia a altas temperaturas que si estaban presentes en variedades silvestres.

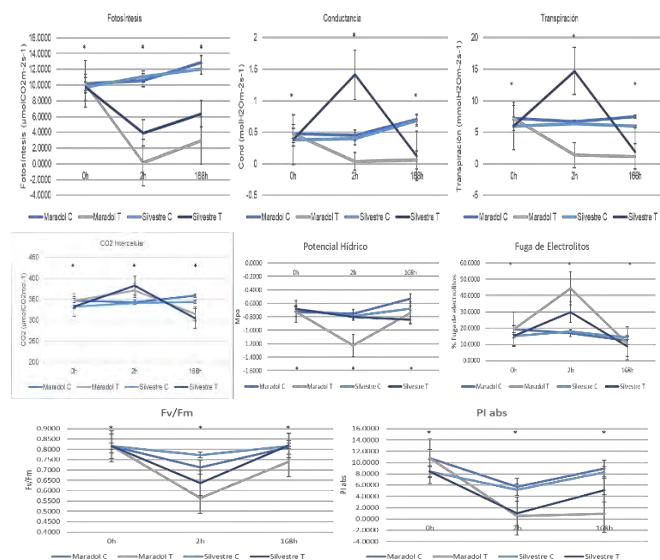


Fig. 1 Respuesta fisiológica (fotosíntesis, conductancia, transpiración, CO<sub>2</sub> intercelular, potencial hídrico, fuga de electrolitos, Fv/Fm y Plabs) de *C. papaya* Maradol y Silvestre ante estrés por alta temperatura ( $p<0.5$ ) a tiempo 0 (25°C), tiempo de exposición 2h (25°C y 50°C) y tiempo de recuperación 168h (25°C).

**Conclusiones.** Los datos recolectados corroboran la respuesta adaptativa del genotipo silvestre ante factores climáticos adversos al presentar una respuesta fisiológica que aumenta su tolerancia ante alta temperatura tanto en el tratamiento de estrés como, en el periodo de recuperación.

En este momento nos encontramos realizando estudios moleculares de expresión de genes que codifican Heat Shock Protein en ambos genotipos.

**Agradecimientos.** Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada con número de CVU: 1150026.

### Referencias.

1. Box, E. O. (2016). Vegetation Structure and Function at Multiple Spatial, Temporal and Conceptual Scales. In World Bioclimatic Zonation (pp. 3–52). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21452-8>
2. Chávez-Pesqueira, M., & Núñez-Farfán, J. (2017). Domestication and genetics of papaya: A review. *Frontiers in ecology and evolution*, 5. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00155>
3. Bajji, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2002). The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 36(1), 61–70. <https://doi.org/10.1023/A:1014732714549>

**RESÚMENES  
PÓSTERS  
BIOTECNOLOGÍA Y  
SOSTENIBILIDAD  
DE SISTEMAS  
PRODUCTIVOS**

## OVEREXPRESSION OF HERBIVORE-RESPONSIVE GENES IN HUSK TOMATO (*Physalis philadelphica*)

Carla Sánchez Hernández<sup>1</sup>, Paola Palmeros Suárez<sup>1</sup>, Martha Lucia Orozco-Cárdenas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CUCBA Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco, <sup>2</sup> Plant Transformation Research Center, University of California Riverside, 900 University Ave. Riverside

[carla.shernandez@academicos.udg.mx](mailto:carla.shernandez@academicos.udg.mx), [paola.palmeros@academicos.udg.mx](mailto:paola.palmeros@academicos.udg.mx), [martha.orozco-cardenas@ucr.edu](mailto:martha.orozco-cardenas@ucr.edu)

**Keywords:** Herbivory, plant defense, *Physalis*

### Introduction.

Plants respond to insect herbivory through a complex and diverse defense system, involving physical barriers, toxic chemicals, proteins and recruitment of natural enemies. Insect herbivory response in *Physalis philadelphica* resembled the systemin/JA signaling pathway present in tomato and is represented by two insect resistance genes coding for a threonine deaminase (*PpTD*) and a leucine aminopeptidase (*PpLAP*). In tomato, both proteins regulate diverse stages of defense signaling by modulating levels of defense proteins that deter herbivore growth and development. They also have a direct antinutritive effect on insect pests (1). Since LAPs and TDs are crucial enzymes in plant-insect interactions, the aim of this study was 1) to isolate and clone full-length cDNAs of *PpTD* and *PpLAP* in plasmid transformation vectors, and 2) the constitutive overexpression of *PpTD* and *PpLAP* genes in *P. philadelphica* as a strategy to understand their functional significance and contribution to the herbivore defense response in husk tomato.

### Methods.

Isolation of the full-length cDNA was performed by RACE using PSMARTer RACE 5'/3' (Clontech), according to the manufacturer's instructions using specific primers designed from EST obtained previously by SSH libraries. The coding region of *PpTD* and *PpLAP* was cloned into the pCR8/GW/TOPO TA vector (Invitrogen). Homology search of sequences was carried out using BLAST (NCBI) and ExPASy tools. Multiple sequence alignment was performed employing CLUSTALW. The *PpTD* and *PpLAP* cDNAs were cloned in the Gateway plasmid transformation vector pB7WG2D (2), and independently transformed in *P. philadelphica* by Agrobacterium-mediated transformation (3).

### Results and discussion.

*Physalis* TD and LAP full-length cDNAs were successfully isolated. *PpTD* had an open reading frame (ORF) of 1788pb coding for a 595 amino acid protein, whereas *PpLAP* had an ORF of 1785 bp, coding for a 594 amino acid protein.

The molecular mass and IEP of the predicted proteins were 65.21 kDa and 5.24, and 62.6 kDa and 5.53, for TD and LAP, respectively. The deduced amino acid sequences of both proteins show high homology (over 80%) to other orthologous proteins in the Solanaceae family. *PpLAP* shows the highest homology with the tomato LAP (*Solanum lycopersicum*), and *PpTD* was closest to a TD from *Nicotiana attenuata*. Putative transgenic plants have been regenerated from cotyledon explants treated with the *Agrobacterium* strain Aglo1 transformed with the binary vector pB7WG2D containing the *PpTD* and *PpLAP* cDNAs under the regulation of the 35S constitutive promoter, and the *bar* gene for Basta resistance. The presence of the transgenes and selection marker gene in T<sub>0</sub> plants have been reconfirmed by PCR. We have started harvesting fruits, collecting T<sub>1</sub> seed, and the screening of T<sub>1</sub> seedlings planted in soil for resistance after spray with the Basta herbicide. The expression levels of the *PpTD* and *PpLAP* transgenes in the positive transformants will be analyzed by RT-qPCR. Plants with higher constitutive levels of expression will be selected for future feeding experiments with *Manduca sexta* larvae.

### Conclusions.

*Physalis* TD and LAP full-length cDNAs have been successfully isolated and transformed in *P. philadelphica* plants for constitutive overexpression to evaluate their protective roles against herbivory.

### Acknowledgements.

UC-Mexus colaborative grant CN-19-123

### References.

1. Felton GW. 2005. Indigestion is a plant's best defense. Proc Natl Acad Sci USA 102:18771-18772.
2. Karimi M, Inze D, Depicker A. 2002. GATEWAY vectors for Agrobacterium-mediated plant transformation. Trends Plant Sci., 7:193-195
3. Garcia, D., Narváez-Vásquez, J., Orozco-Cárdenas, M.L. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum*). In, Kan Wang (ed.), Agrobacterium Protocols: Volume 1, Methods in Molecular Biology, vol. 1223, DOI 10.1007/978-1-4939-1695-5\_28, Springer Science + Business Media, New York.

## EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE CHÍA (*Salvia amarissima*) EN LA RESISTENCIA AL CÁNCER BACTERIANO EN TOMATE.

Elda Mireya Rodríguez-González<sup>1</sup>, Irma G López-Muraira<sup>2</sup>, Héctor Flores-Martínez<sup>2</sup>, Isaac Andrade-González<sup>2</sup>, Vania Farías-Cervantes<sup>2</sup>, Héctor Silos-Espino<sup>2</sup>, Ángel G Alpuche-Solís<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica- IPICYT. Camino a la Presa San José 2055. Col. Lomas 4 sección CP. 78216. San Luis Potosí S.L.P. 2 TecNM-Instituto Tecnológico de Tlajomulco, km 10 Carretera a San Miguel Cuyutlán, CP 45640.  
E-mail: [elda.rodriguez@ipicyt.edu.mx](mailto:elda.rodriguez@ipicyt.edu.mx), [alpuche@ipicyt.edu.mx](mailto:alpuche@ipicyt.edu.mx)

**Keywords:** *Salvia*, extractos vegetales, *Clavibacter michiganensis*.

**Introducción.** La estrategia en el manejo de enfermedades en agricultura depende en gran medida en la aplicación de productos químicos para evitar pérdidas en calidad y rendimiento (1). En las últimas décadas, la producción de tomate en México se ha visto mermada por la presencia de plagas y enfermedades lo que ha incrementado el uso de dichos productos para controlarlas o erradicarlas, sin embargo siguen participes en la crisis ambiental actual (2). En años recientes, se ha incrementado la búsqueda de antimicrobianos de origen natural, específicamente aquellos que provienen de plantas (3) ya que poseen compuestos activos potentes, pero menos tóxicos que los productos sintéticos que podrían ayudar a controlar los problemas ambientales, de salud y mejorar en el rendimiento de la producción de hortalizas y erradicación de enfermedades en el cultivo (4).

El objetivo de la presente investigación consistió en evaluar la efectividad del extracto de *S. amarissima* a diferentes concentraciones en el cultivo de tomate para el manejo y control fitosanitario, específicamente contra *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*).

**Métodos.** En el presente trabajo se evaluaron 7 tratamientos con 10 repeticiones, que consistió en un extracto total procedente de *S. amarissima* y dos compuestos puros previamente identificados por Bautista *et al.*, 2019 (Tabla 1). La aplicación de estos tratamientos se realizó mediante aspersión; una primera aplicación se efectuó de manera preventiva cuando las plantas de tomate tenían 48 ddg. Dos días después se sometieron a la inoculación de  $1 \times 10^{-8}$ UFC del fitopatógeno *Cmm*; posterior a ello se realizó una aplicación por semana hasta la cosecha del fruto y se monitoreó la progresión de la enfermedad en las plantas.

Las variables medidas fueron:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de ramas afectadas}}{\text{Número de ramas totales}} * 100$$

**Severidad:** mediante una escala de uno (planta sana) a cinco ( $\geq 10\%$  planta afectada): Se empleó un diseño completamente al azar y la información obtenida en las fases *in vivo* se sometieron a análisis estadístico mediante el programa S.A.S. (Statistical Analysis System). Dentro de este se realizaron pruebas de Anova y comparación de medias Tukey.

**Resultados y discusión.** Los tratamientos del extracto total de *S. amarissima* y la fracción B mostraron una mejor protección a las plantas de tomate contra *Cmm*, esto se ve reflejado en los % de incidencia y severidad mostrados en la Tabla 1. Mientras que el control químico no presentó diferencia significativa con la fracción A, sin embargo la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron después de los primeros 7 días después de inoculadas las plantas. El control solvente no muestra diferencias significativas con el control positivo, lo que indica que, en efecto, los compuestos activos de procedentes de *S. amarissima* tienen un control positivo sobre el fitopatógeno *Cmm*.

**Tabla 1.** Incidencia y severidad de síntomas asociados a cáncer bacteriano en plantas de tomate (*S. lycopersicum*)

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad (%)
T1 Control negativo (medio 802)	0 d	0 d
T2 Extracto total de <i>S. amarissima</i> (500 ug/mL)	70.0 a	1.97 a
T3 Fracción A (20 ug/mL)	86.6 b	3.05 b
T4 Fracción B (20 ug/mL)	73.4 a	1.84 a
T5 Testigo positivo (medio 802 + <i>Cmm</i> )	98.8 c	4.20 c
T6 Testigo químico (Oxicloruro de Cu 3/L)	85.1 b	4.77 c
T7 Testigo solvente (acetona 20 uL/mL)	96.8 c	4.18 c

\*Promedios con igual letra en la misma columna son estadísticamente iguales. Diferencias de medias Tukey ( $p > 0.05$ )

**Conclusiones.** Los extractos de *S. amarissima* son una alternativa viable para el control de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en cultivos de tomate, ya que muestran una eficacia superior a la producida por los productos químicos tradicionales.

### Referencias.

1. Mekam, P. N., Martini, S., Nguefack, J., Tagliazucchi, D., Mangoumou, G. N., & Stefani, E. (2019). Activity of extracts from three tropical plants towards fungi pathogenic to tomato (*Solanum lycopersicum*).
2. Hernández-Járez, A., Cepeda-Siller, M., Gallegos-Morales, G., Chacón-Hernández, J. C., Ordaz-Silva, S., & González-Ruiz, A. (2015). Actividad nematicida de productos orgánicos comerciales, contra *Ditylenchus dipsaci* (Tylenchida: Anguinidae) bajo condiciones de laboratorio. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(SPE11), 2247-2252.
3. Blando, F., Russo, R., Negro, C., De Bellis, L., & Frassineti, S. (2019). Antimicrobial and antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus* of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Cladode polyphenolic extracts. *Antioxidants*, 8.
4. Jiménez-Reyes, M. F., Carrasco, H., Olea, A. F., and Silva-Moreno, E. 2019. Natural compounds: A sustainable alternative to the phytopathogens control. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 64(2), 4459–4465.

## PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA CÁSCARA DE TUNA (*Opuntia ficus indica L.*)

Yuridia B. Mendieta González, María del Carmen Robles Ramírez

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Calle Wilfrido Massieu S/N, C.P. 07700, Mexico City, Mexico. yurip1920@gmail.com; mcroblesr@ipn.mx

**Keywords:** Cáscara de tuna, compuestos fenólicos, actividad antioxidante.

**Introducción.** Actualmente, las enfermedades crónico-degenerativas se han convertido en un problema de importancia mundial, por lo que hay un interés creciente en el desarrollo de alimentos que, además de aportar nutrientes, presenten compuestos con potenciales beneficios para la salud (1). La tuna es un fruto cuyo aprovechamiento genera una importante cantidad de desperdicios, ya que la cáscara y las semillas representan aproximadamente el 50% del fruto. Aunque hay algunos estudios sobre el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la tuna, es escasa la información que se tiene sobre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de la cáscara. El objetivo del trabajo fue el de evaluar las propiedades antioxidantes y el contenido de polifenoles de la cáscara de tuna blanca, la variedad más consumida en México.

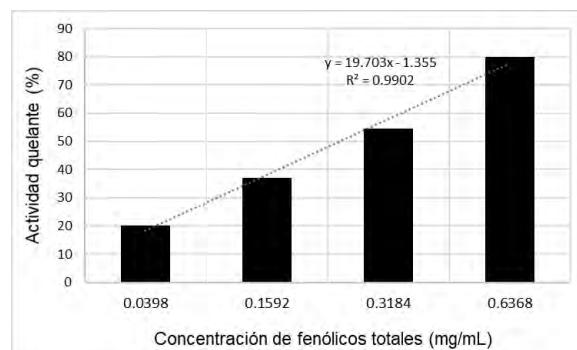
**Métodos.** Cáscaras de tunas blancas maduras se deshidrataron a 50°C y se molieron hasta obtener harina. Se obtuvieron los extractos utilizando metanol al 80% en proporción 1:10 (g de harina/mL de disolvente), con agitación, durante 8 h y posterior filtración a través de papel filtro Whatman #4. Para determinar compuestos fenólicos totales en los extractos se utilizó el reactivo de Folin-Ciocalteu a pH básico y lectura de absorbancia a 765 nm. Para determinar el contenido de flavonoides se siguió el método basado en la reacción de los iones aluminio con los flavonoides, en medio alcalino y lectura a 415 nm. La actividad antioxidante de las muestras se evaluó determinando su capacidad para capturar radicales ABTS y DPPH, su poder reductor de iones Fe<sup>3+</sup> (FRAP) y su actividad quelante de iones Fe<sup>2+</sup> (método de la ferrozina).

**Resultados y discusión.** En el Cuadro 1 se observa el alto contenido de polifenoles y capacidad para capturar radicales DPPH y ABTS, así como el alto poder reductor de la cáscara de tuna. En general, estos resultados fueron similares o mayores que los reportados en otros estudios, incluso con tunas rojas (2). Hubo una alta correlación entre la actividad antioxidante y los compuestos fenólicos ( $r = 0.99$ ) y flavonoides ( $r = 0.96$ ), lo que resalta la importancia de estos compuestos. En la Figura 1 se observa que la actividad quelante de los extractos aumentó de manera proporcional a su concentración de polifenoles, alcanzando aproximadamente 80% de actividad a los 0.64 mg/mL. La actividad quelante de iones metálicos juega un papel significativo en el mecanismo antioxidante, ya que reduce la concentración de los metales de transición que catalizan la oxidación de los lípidos y favorecen la formación de especies reactivas de oxígeno (3). El IC<sub>50</sub> fue de 0.28 mg/mL, menor al de la quercetina, un

flavonoide con demostradas propiedades quelantes, antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas, cardioprotectoras y neuroprotectores (3).

*Tabla 1. Fenólicos totales, flavonoides totales y actividad antioxidante de extractos metanólicos de cáscara de tuna*

Determinación	Concentración
Fenólicos totales (mg EAG/100 g BS)	1281.1 ± 6.65
Flavonoides totales (mg EQ/100 g BS)	121.43 ± 5.56
<b>Capacidad antioxidante (μmol Trolox/g BS)</b>	
ABTS	110.80 ± 2.93
DPPH	26.67 ± 1.16
FRAP	72.24 ± 4.06



*Fig. 1. Actividad quelante de compuestos fenólicos extraídos de la cáscara de tuna*

**Conclusiones.** La cáscara de tuna es una importante fuente de polifenoles con capacidad antioxidante. Su uso en la elaboración de alimentos, no solo reduciría los daños al medio ambiente, sino que contribuiría a mejorar la salud de los consumidores.

### Referencias

- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance--a review. *Appetite*, 51:456–467.
- Yescas Zamudio, G. (2021). Elaboración y evaluación de un panqué funcional adicionado de cáscara y semilla de tuna (*Opuntia ficus indica*). [Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional].
- Dai, J. y Mumper R.J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15:7313-7352.

## Volátiles bacterianos que inhiben el crecimiento micelial de *Rhizopus stolonifer*, patógeno de hortalizas y frutos maduros.

Cecilia Pérez-González<sup>1</sup>, Lidia Esmeralda García-Díaz<sup>2</sup>, Ricardo Carreño López<sup>1</sup>, Lucía Soto Urzúa<sup>1</sup>, Vianey Marín-Cevada<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, <sup>2</sup>Centro de Química, Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio, Cd. Universitaria, Puebla, Puebla.

vianey.marin@correo.buap.mx

Palabras clave: COV bacterianos, Actividad antifúngica.

**Introducción.** *Rhizopus stolonifer* uno de los principales agentes causales de la pudrición de numerosas frutas y hortalizas postcosechadas. Perjudica a los productos envasados en pocos días mediante hidrólisis por su habilidad de destrucción de tejidos (Camacho *et al.*, 2017). Se ha evidenciado la actividad antagónica de algunas especies del género *Burkholderia sensu lato* contra hongos fitopatógenos (Tenorio-Salgado y col., 2013). En este trabajo se evaluó el efecto antagónico de los compuestos orgánicos volátiles (COV) producidos por bacterias género *Burkholderia sensu lato* contra *Rhizopus stolonifer*.

**Métodos.** La actividad antagónica de los COV producidos por bacterias pertenecientes al género *Burkholderia sensu lato* se determinó mediante un sistema de doble placa (Wu *et al.*, 2020). Alícuotas de 100 µl se distribuyeron en placas petri con medio mínimo MM9 (glicerol, xilosa y fructosa en diferentes concentraciones y por separado). Y se colocaron 0,5 cm de agar micelial de *R. stolonifer* en el centro de la placa PDA. Ambas placas se unieron con Parafilm y se incubaron a 26°C durante 96 h.

**Resultados y discusión.** Se observaron los efectos antagónicos de las cepas con diferente fuente de carbono en el medio. Las cepas GA02β y D336 mostraron el mayor porcentaje de inhibición, 53.25% con fructosa (2%); y 57.27% con glicerol (3%), respectivamente. La cepa GB42 presentó una actividad antagónica del 46.46% utilizando xilosa (2%) a las 96h de exposición.

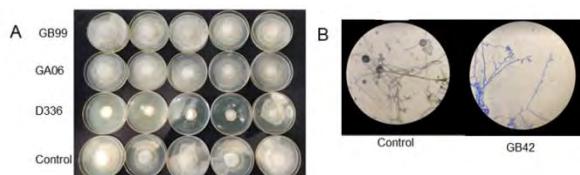


Fig. 1. (A) Crecimiento micelial de *Rhizopus stolonifer*

expuesto a compuestos volátiles producidos por cepas género *Burkholderia sensu lato* a las 96 h después de la inoculación (B) Alteraciones morfológicas en el micelio de *R. stolonifer* observada al microscopio con el lente de 10x.

Cepas	Fuente de carbono	Inhibición micelial (%)
GB42	Xilosa (2%)	46.46 ± 3.80
	Glicerol (3%)	40.10 ± 2.45
D336	Fructosa (1%)	20.59 ± 1.30
	Glicerol (3%)	57.27 ± 1.50
GA02β	Fructosa (2%)	53.25 ± 2.80
	Glicerol (3%)	38.06 ± 2.08

Tabla 1. Porcentaje de inhibición a las 96h después de exposición de COVs producidos por cepas pertenecientes al género *Burkholderia sensu lato*.

**Conclusión.** Las cepas de *Burkholderia sensu lato* producen COV que inhiben el crecimiento *Rhizopus stolonifer* en medio mínimo y su efecto antagónico depende de la fuente de carbono utilizada.

**Agradecimientos.** Agradecemos a la VIEP por el financiamiento otorgado. Pérez-González, agradece la beca CONACYT de estudios de posgrado.

### Referencias.

- Camacho Téllez, G. E., & Nieto Gómez, K. V. (2017). Evaluación de la capacidad antifúngica del extracto de champa sobre *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* en mora (*Rubus glaucus*).  
 Tenorio-Salgado, S., Tinoco, R., Vazquez-Duhalt, R., Caballero-Mellado, J., & Perez-Rueda, E. (2013). Identification of volatile compounds produced by the bacterium *Burkholderia tropica* that inhibit the growth of fungal pathogens. Bioengineered, 4(4), 236-243.  
 Wu, F., Tong, X., Zhang, L., Mei, L., Guo, Y., & Wang, Y. (2020). Suppression of *Rhizopus* fruit rot by volatile organic compounds produced by *Paenibacillus polymyxa* CF05. Biocontrol Science and Technology, 30(12), 1351-1364.

## BIOSYNTHESIS OF ZnO NANOPARTICLES FROM *SPIRULINA SUBSALSA* EXTRACT AND ITS CHARACTERIZATION.

Antia Ivett Alvarez Bernabe<sup>2</sup>, Amira Jacqueline Maldonado Ortiz<sup>1</sup>, Gregorio Fernández Lambert<sup>2</sup>, Gregorio Guadalupe Carbajal Arizaga<sup>3</sup>, Sanghamitra Khandual\*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>The Center for Research and Assistance in Technology and Design of the State of Jalisco, AC (CIATEJ), Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270 Guadalajara, Jal., México. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Campus Misantla.<sup>3</sup>Universidad de Guadalajara.

Corresponding author: Sanghamitra Khandual\*<sup>1</sup>, Email: mita@ciatej.com

Keywords: Biosynthesis, Nanoparticles, Microalgae.

**Introduction.** Nanobiotechnology made a great contribution to science through the biosynthesis of nanomaterials from microalgae, which is an alternative process with less energy consumption and ecofriendly. Zinc oxide draws attention because it has huge applications in various areas, such as optical, piezoelectric, magnetic and gas sensing. In addition, the ZnO nanostructure exhibits high catalytic efficiency, strong adsorption capacity, and is increasingly used in sunscreen manufacturing, ceramic and rubber processing, wastewater treatment, and as a fungicide. In this research, we specifically plan to generate ZnO bio nanoparticles from microalgae *Spirulina subsalsa* extract and their characterization. Additionally, it was studied due to its nontoxic nature among other metal oxide nanoparticles. (Zeng et al.,2011) [1].

**Methods:** Nanoparticle Synthesis was done by method of (Ahmed et al., 2016) [2] using a proportion of 50% algae extract with two *S. subsalsa* strains and 50% prepared solution of ZnSO<sub>4</sub> and Zn(NO<sub>3</sub>) at 1 mM with 3 different the pH values 8,9 y 10 .Characterization of bio nanoparticles done by spectrophotometry, to observe the peaks obtained and an optical density value, Scanning Electron Microscope SEM (Girão et al., 2017) [3] using FE-SEM microscope (TESCAN, model MIRA 3 LMU) with an acceleration voltage of 15kV and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) (Dutta, 2017) [4].

**Results and discussion.** We found that the 50% algal extract was effective ZnO nanoparticle synthesis at pH10 which was confirmed by absorption spectra at the wavelength 440nm. Both the salts like ZnNO<sub>3</sub> and ZnSO<sub>4</sub> demonstrated nearly same optical density values like 0.38±.001 and 0.37±.001 Since we use fresh biomass, it is possible that the reducing enzymes responsible for the generation of nanomaterials. The microscopy images show that the particles synthesized from ZN(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> have the shape of rods (A) mixed with other irregular ones (B. C). The size of these particles was with a wide dispersion from 50 to 500nm. The particles prepared with ZnSO<sub>4</sub> are completely irregular, they aggregate but the population of particles smaller than 200nm predominates.

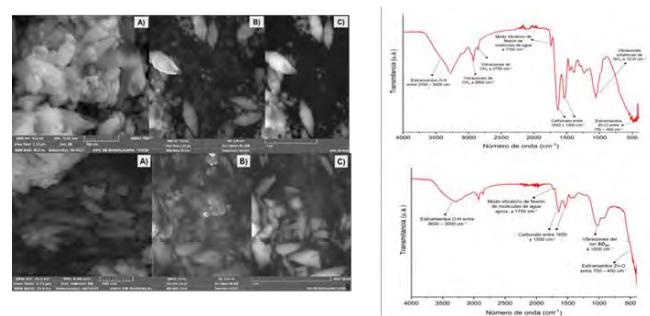


Figure. 1. (left): SEM image of ZnO nanoparticles synthesized from *S. subsalsa* z15 using ZnNO<sub>3</sub> (up) Y. ZnSO<sub>4</sub> (down). FT-IR spectra (right) of ZnO Nanoparticles synthesized from *S. subsalsa* CIB100 using ZnNO<sub>3</sub> (up)and ZnSO<sub>4</sub> (down).

**Conclusions.** ZnO nanoparticles obtained from strain *S. subsalsa* Z15 only with ZnNO<sub>3</sub> salt. On the other hand, the synthesis of ZnO nanoparticles from the *S. subsalsa* CIB100 strain works with both salts (ZnSO<sub>4</sub> and ZnNO<sub>3</sub>) showing a more intense signal. The FTIR results confirmed the most efficient reaction to obtain ZnO nanoparticles was the synthesis from *S. Subsalsa CIB100* using ZnSO<sub>4</sub>.

**Acknowledgements.** Our thanks to COCYTJAL project no. 8697that granted funds to carry this investigative work.

### References.

- Zeng, S., Yong, K. T., Roy, I., Dinh, X. Q., Yu, X., & Luan, F. (2011). A review on functionalized gold nanoparticles for biosensing applications. *Plasmonics*, 6(3), 491-506.
- Ahmed, S., M. Ahmad Saifullah, B.L. Swami & S Ikram. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles using Azadirachta indica aqueous leaf extract. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9(1),1–7.
- Dutta, A. (2017). Fourier Transform Infrared Spectroscopy. In *Spectroscopic Methods for Nanomaterials Characterization* (Vol. 2, pp. 73–93). Elsevier.
- Girão, A. V., Caputo, G., & Ferro, M. C. (2017). Application of Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS). *Comprehensive Analytical Chemistry*, 75, 153–168.

## PHYCOCYANIN PURIFICATION BY COLUMN CHROMATOGRAPHY AND CHARACTERIZATION BY SDS-PAGE FROM *S. PLATENSIS* 1TEX COLLECTED IN MEXICO.

Felipe de Jesús Bonilla-Ahumada<sup>1</sup>, Jorge Alberto García-Fajardo<sup>1</sup>, Rosa María Camacho-Ruiz<sup>1</sup>, Jose Daniel Padilla-de la Rosa<sup>1</sup>, Sanghamitra Khandual<sup>\*1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Unidad de Biotecnología Industrial, Camino al Arenero #1227, Col. El Bajío Arenal, 45019 Zapopan, Jalisco. Mexico,

Corresponding author: Sanghamitra Khandual\*, Email: mita@ciatej.mx

*Keywords:* Phycocyanin, Spirulina, Purification.

**Introduction.** Spirulina commercially known name of the dried biomass of two major strains: *Arthrospira platensis* and *A. maxima*, a cyanobacterium found worldwide in fresh and marine waters. This alga is an important diet supplement and has been used as a source of protein and vitamin in humans since ancient times (Jubie & Dhanabal, 2015) [1]. It is rich in (up to 70%) protein, it also contains vitamins such as B12, provitamin A ( $\beta$ -carotenes) and it produces phycocyanin (20% dw) which is a pigment with a potent antioxidant activity. It is also rich in phenolic acids, tocopherols and gamma linolenic acid (GLA) (Sajilata et al., 2008) [2]. The growing demand on green extraction procedures and purification processes leads to adopt sustainable technologies that can be used for the manufacture of fine chemicals and pharmaceuticals simultaneously with biofuels and protein rich biomass for animal feed.

**Methods.** *Spirulina* cultivation was made using Zarrouk's medium in a photoautotrophic bioreactor with constant agitation and 24 Hrs illumination, after 25 days the biomass was collected and dried in 60°C, 24 Hrs. The phycocyanin extraction was performed following the Khandual et al., (2021) [3] protocol with 30 min sonication and cold water agitation to release the phycocyanin. Partial purification process was carried out using  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  to promote phycocyanin precipitation and the accrued phycocyanin was purified through the Flash Protein Liquid Chromatography (FPLC) using a DEAE-cellulose column to extract the phosphate buffer elution with different NaCl concentrations (0-0.5 M) according to Safaei et al., (2019) [4] purification procedure. Then the different extractions were compared to confirm the phycocyanin presence using the Sodium dodecyl-sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE).

**Results and discussion.** The phycocyanin (C-PC) extract after FPLC, with 0.4M NaCl buffer was  $0.94 \pm 0.01$ , the extract that presented the best purity and statistically different value (Table 1). Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) here we found similar band size with the commercial phycocyanin standard used which is the pure one with purity value 4, in all of the type of extracts obtained. It has shown two bands approximately within 15 to 20kD as mentioned in the standard C-PC (Fig. 1).

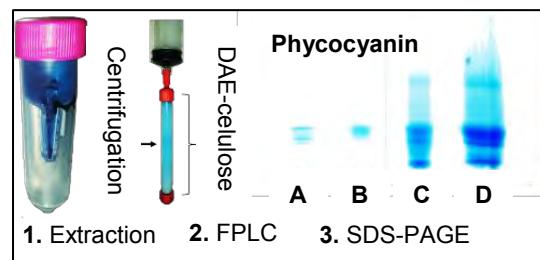


Figure 1. A) Pure phycocyanin standard. B) Crude extract ( $\text{H}_2\text{O}$ ). C) Extract  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . D) Ultracentrifuge.

Table 1. C-PC absorbance and purity with elution buffer.

Buffer	A620	A280	% Purity
NaCl 0 M	$0.04 \pm 0.01$	$1.99 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.01$ a
NaCl 0.2 M	$0.47 \pm 0.02$	$2.08 \pm 0.03$	$0.45 \pm 0.04$ b
NaCl 0.4 M	$1.05 \pm 0.01$	$2.23 \pm 0.01$	$0.94 \pm 0.01$ c
NaCl 0.5 M	$0.22 \pm 0.01$	$2.05 \pm 0.01$	$0.22 \pm 0.01$ d

Different letters in the columns show that there is a significant difference between the treatments.

**Conclusions.** We found similar band size (15k-20kD) with the commercial standard phycocyanin, in all of the type of extracts obtained. Further purification process to obtain purity 4 value through FPLC is required.

**Acknowledgements.** Our thanks to CIATEJ for providing the lab facilities to perform this research and to CONACYT and COCYTJAL that granted funds as fellowship for students to carry this investigative work.

### References.

1. Jubie, S. J., Dhanabal, S. P., & Chaitanya, M. V. N. L. (2015). Isolation of methyl gamma linolenate from spirulina platensis using flash chromatography and its apoptosis inducing effect. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 15(1): 2-8 pp.
2. Sajilata, M. G., Singhal, R. S., & Kamat, M. Y. (2008). Fractionation of lipids and purification of  $\gamma$ -linolenic acid (GLA) from Spirulina platensis. *Food Chemistry*. 109(3): 580–586 pp.
3. Khandual, S., Sanchez, E. O. L., Andrews, H. E., & de la Rosa, J. D. P. (2021). Phycocyanin content and nutritional profile of *Arthrospira platensis* from Mexico: efficient extraction process and stability evaluation of phycocyanin. *BMC Chemistry*. 15(1): 2-13 pp.
4. Safaei, M., Maleki, H., Soleimanpour, H. et al. (2019). Development of a novel method for the purification of C-phycocyanin pigment from a local cyanobacterial strain Limnothrix sp. NS01 and evaluation of its anticancer properties. *Sci Rep*. 9 (9474):1-16 pp.

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
APORTES  
BIOTECNOLÓGICOS  
AL USO DE  
HERBICIDAS Y SU  
IMPACTO**

## Evaluación *in vitro* de compuestos con potencial herbicida.

Guardado-Fierros Beatriz G., Hernández-Mikery Shirley G., Vallejo-Cardona Alba A., Velázquez-Fernández Jesús B., Rodríguez-Campos Jacobo, Contreras-Ramos Silvia Maribel\*. Av. Normalistas 800, Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, México. [smcontreras@ciatej.mx](mailto:smcontreras@ciatej.mx)

**Keywords:** Alcaloides, Glifosato, Herbicida.

### Introducción

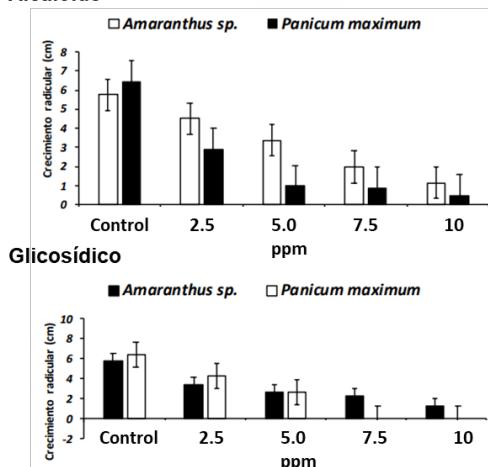
En México, en 2020 se decretó la prohibición y disminución paulatina del uso del glifosato<sup>1</sup>. Actualmente se realizan diferentes investigaciones para encontrar alternativas al uso del glifosato. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro* compuestos con potencial herbicida.

**Métodos.** Fueron utilizadas semillas de amaranto silvestre (*Amaranthus retroflexus*) y un pasto arvense (*Panicum maximum*), se realizó un proceso de desinfección de semillas utilizando cloro comercial, posteriormente se realizaron enjuagues con agua estéril.

Dos compuestos, un alcaloide y un compuesto glicosídico ambos obtenidos de plantas fueron evaluados a las siguientes concentraciones 2.5, 5, 7.5 y 10 ppm. Como control negativo se utilizó agua y control positivo, estándar del alcaloide. Semillas de *Amaranthus sp.* y *Panicum maximum*, fueron germinadas en cajas Petri, utilizando papel filtro con 1 mL de cada concentración de compuestos y fueron cubiertas con papel aluminio, se incubaron a 30°C. a los 5 días se determinó crecimiento y % de germinación.

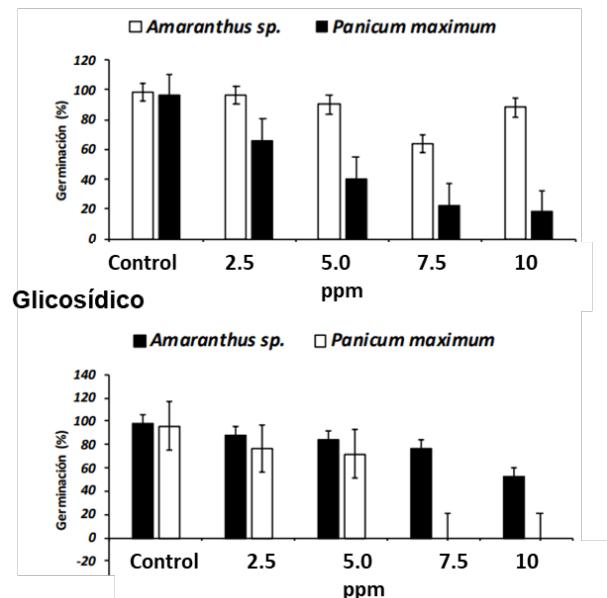
**Resultados y discusión.** Las concentraciones de extractos de compuestos glicosídicos que tuvieron un mayor efecto en 7.5 y 10 ppm. Se observó que ambos compuestos tuvieron la mayor inhibición en el crecimiento radicular de las semillas comparadas con el control (Grafica 1).

### Alcaloide



Grafica 1. Crecimiento radicular de *Amaranthus sp.* y *Panicum maximum* *in vitro* con diferentes concentraciones de los compuestos: alcaloide y glicosídico.

### Alcaloide



Grafica 2. Porcentaje de germinación de *Amaranthus sp.* y *Panicum maximum* *in vitro* con diferentes concentraciones de los compuestos: alcaloide y glicosídico.

El alcaloide en la concentración de 10 ppm tuvo la mayor inhibición en la germinación de las semillas, mientras que el compuesto glucosídico tuvo mayor inhibición en 7.5 y 10 sin diferencias significativas entre estas concentraciones, pero sí contra el control.

**Conclusiones.** Se observó que los compuestos evaluados tienen potencial en la inhibición de germinación en plantas arvense, para utilizarse como herbicidas.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo en el Proyecto 315994.

### Referencias

- (1) DOF - Diario Oficial de la Federación. (2020). [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020).

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
MARCOS Y DESARROLLO  
REGULATORIO EN  
BIOÉTICA,  
BIOSEGURIDAD Y  
DERECHOS HUMANOS  
(BIOTECNOLOGÍA Y  
SOCIEDAD)**

## LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN EL MARCO DE LA CONVERGENCIA TECNOLÓGICA

Mónica Anzaldo y Michelle Chauvet  
CONACYT-EI Colegio de San Luis y UAM-A  
[monica.anzaldo@colsan.edu.mx](mailto:monica.anzaldo@colsan.edu.mx); [ecs@azc.uam.mx](mailto:ecs@azc.uam.mx)

*Keywords:* Responsabilidad social; biotecnología agrícola e inclusión social.

**Introducción.** Desde la primera reunión en Asilomar (1975), ha sido una preocupación de la comunidad científica la evaluación de riesgo y regulación de la biotecnología, sin embargo, las consideraciones socioeconómicas han tenido una menor atención, lo que lleva a que no sea una evaluación integral. De ahí el interés por profundizar en ese problema bajo el concepto de responsabilidad social de la innovación. A partir de las aportaciones de Jonas (1995) y de Stilgoe et al (2013), el concepto de responsabilidad social se entiende como el compromiso de aquellos actores sociales implicados en el diseño, desarrollo, utilización y regulación de las tecnologías de deliberar sobre las dimensiones sociales, éticas y ambientales de sus decisiones, sobre todo las relacionadas con las etapas tempranas del desarrollo tecnológico, a fin de anticipar o, en su caso, mitigar las consecuencias no deseadas de sus elecciones tecnológicas.

Este enfoque aplicado a la biotecnología agrícola ofrece ciertos límites para ser apropiado por la evaluación de riesgo, si lo enmarcamos dentro de la convergencia tecnológica que se configura en el concurso de la nanotecnología, la robótica, el internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial, entre otras tecnologías. En el trabajo se desarrollan las cuatro dimensiones de la responsabilidad social: anticipación, reflexibilidad, inclusión y capacidad de respuesta.

El **objetivo** del trabajo es reflexionar sobre los alcances y limitaciones de la responsabilidad social de la biotecnología agrícola al interactuar con una diversidad de actores privados, públicos y sociales

**Métodos.** Se realizó un estudio de benchmarking, o estudio comparativo de casos de aplicación de los principios y valores de la responsabilidad social a casos reales de evaluación de nuevas tecnologías (e.g. agronanotecnología, biotecnología). El uso generalizado de esta metodología es para comparar el desempeño de políticas, organizaciones o experiencias respecto a los líderes en la materia, a fin de generar indicadores o recomendaciones para alcanzar las mejores prácticas de desempeño (UNCTAD, 2017)

**Resultados y discusión.** Los desarrollos de la biotecnología agrícola no han alcanzado las metas de resolver el problema alimentario y se han enfocado en los problemas agronómicos de los productores de los países desarrollados y ciertamente sus productos no

son accesibles para los pequeños productores de los países pobres, lo que ha traído como consecuencia la exclusión social (Chauvet, 2015).

Con la convergencia tecnológica la evaluación de riesgo y la regulación son más complejas. Las grandes compañías digitales se apropián de los datos que les arrojan las aplicaciones que ofrecen de manera gratuita a los agricultores y ellas obtienen ventajas en los mercados a futuro. Esta información también les permite redireccionar financiamientos, promover productos y hasta políticas que les beneficien; o por el contrario, frenar desarrollos de la biotecnología agrícola que no sirvan a sus intereses.

No obstante, el estudio comparativo de casos reales hizo evidente las dificultades que se presentan para realizar innovaciones de acuerdo a las dimensiones de la innovación responsable, tales como: barreras materiales y financiamiento; baja disposición a erradicar prácticas existentes; ambigüedad en la delimitación de responsabilidades, incertidumbre en la regulación a largo plazo y la confrontación de intereses divergentes o incluso contradictorios.

**Conclusiones.** Las cuatro dimensiones de la responsabilidad social son un camino para pasar de la exclusión a la inclusión social, pero es un camino por construir. En cuanto a la regulación hay que establecer responsabilidades diferenciadas porque no se tiene el mismo poder entre los diversos actores.

La participación de diversos sectores de la sociedad debidamente informados garantiza una evaluación de riesgo integral.

### Referencias.

- 1.- Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica.* Herder Editorial, S. L. Barcelona.
- 2.- Stilgoe, J., Owen, R. y Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy.* 42:1568-1580.
- 3.- Lavarello, P., Bil, D., Vidosa, R., Langard, F. (2019). Reconfiguración del oligopolio mundial y cambio tecnológico frente a la agricultura 4.0: implicancias para la trayectoria de la maquinaria agrícola en Argentina. *Ciclos en la historia, econ. y soc.* 30(53), 163-193.
- 4.- Chauvet, M. (2015). *Biotecnología y sociedad.* Ed. UAM. 208 pp.
- 5.- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2017). Módulo 2 formulación y evaluación de políticas de CTI. Manual del participante, UNCTAD. 502 pp.

# **RESÚMENES PRESENTACIONES ORALES CANNABIS**

## FORMULACIÓN Y OBTENCIÓN DE NANOEMULSIONES DE ACEITE DE CBD COMERCIAL PRODUCIDAS POR HOMOGENIZACIÓN A ALTA PRESIÓN

Daniela Robles-Vences<sup>1</sup>, Ángela Suárez-Jacobo<sup>2</sup>, Jorge Alberto García-Fajardo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CIATEJ subsede Noreste, Autopista Mty-Aeropuerto, Vía de la Innovación 404, Parque PIIT, 66628 Cd Apodaca, N.L.; <sup>2</sup>CIATEJ subsede Zapopan, Cam. Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal., danielarobles98@gmail.com

*Palabras clave:* Nanoemulsiones, CBD soluble en agua, Microfluidización.

**Introducción.** Con el paso del tiempo se han buscado alternativas a la medicina convencional para el tratamiento de diversos malestares y enfermedades (1). Se ha estudiado el uso del cannabidiol (CBD) por sus efectos antiinflamatorios, ansiolíticos y analgésicos, entre otros. La vía de administración más habitual para el CBD, es la oral por su rápida absorción, sin embargo, presenta limitaciones debido a la baja biodisponibilidad de los aceites de CBD comerciales. Se ha estudiado la manera de reducir esta problemática creando nanoemulsiones, un proceso conocido para mejorar la liberación de compuestos bioactivos lipofílicos haciéndolos más hidrosolubles (2). De esta manera, en el presente trabajo de investigación describe el procesamiento de una nanoemulsión O/W de aceite de CBD comercial usando homogeneización de alta presión (HPH, por su acrónimo en inglés).

### Métodos.



Fig. 1. Metodología empleada para la formulación y obtención de las nanoemulsiones por HPH

Se utilizó la metodología presentada en la Figura 1 para la elaboración de 4 formulaciones diferentes: cc80, ccTS20, cbdT80, cbdTS20. La composición porcentual de cada una fue 85% fase acuosa, 15% fase oleosa y 5% surfactante. La concentración de CBD (Kaneh Bioinnovations) utilizada para la formulación de las nanoemulsiones fue de 50mg/mL.

**Resultados y discusión.** Los resultados obtenidos se describen en las siguientes tablas e imágenes.

Tabla 1. Disminución del tamaño de partícula de las emulsiones observadas a 10x y 100x en un microscopio óptico

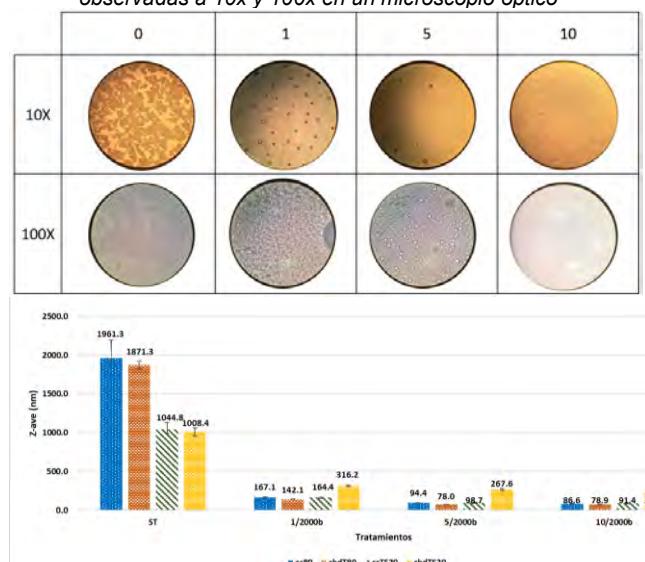


Fig. 2. Tamaño de partícula (Z-avg) dependiente de los tratamientos de HPH aplicados (ciclos 1, 5 y 10 a 200MPa) para la obtención de las nanoemulsiones. Los valores de Z-avg fueron determinados vía DLS

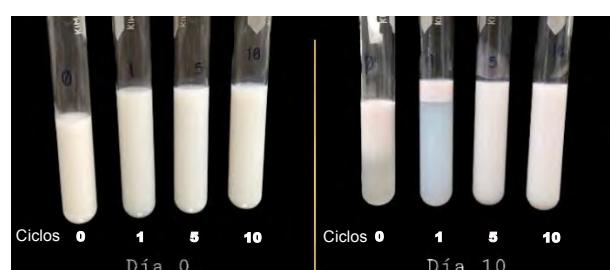


Fig. 3. Evaluación de la estabilidad de las emulsiones cbdT80 en el día 0 y el día 10

**Conclusiones.** Se demostró que es posible producir nanoemulsiones de aceite de CBD comercial (<100nm) utilizando el proceso de HPH entre 5 y 10 ciclos a una presión de 200MPa, con las formulaciones evaluadas utilizando Tween 80.

### Referencias.

1 Leibtag, S.,(2020). Cannabis extract nanoemulsions produced by high-intensity ultrasound: Formulation development *Science and Technology*, 60(August), 101953.

2 Rasera, G. B., (2021). Innovative and emerging applications of cannabis in food and beverage products. *Food Science & Technology*, 115, 31–41.

**RESÚMENES  
PRESENTACIONES  
ORALES  
BIOTECNOLOGÍA,  
MODELOS DE  
NEGOCIOS Y  
ASPECTOS  
SOCIOECONÓMICO**

**S**

## Tendencias de propiedad intelectual en el uso de fibras de Agaves.

Alejandra Barraza Morales, Jorge Arturo Domínguez Maldonado, Francisco Javier García Villalobos  
Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán; oppi@cicy.mx

*Keywords:* Agave, propiedad intelectual, cultivo in vitro.

### Introducción.

Los materiales compuestos ecológicos procedentes de recursos renovables, como las fibras naturales, pueden considerarse como una solución más eficiente, sostenible y biocompatible a las que surgen de la producción y el consumo a gran escala de materiales basados en el petróleo [1]. En este contexto, las fibras naturales utilizadas en materiales compuestos basados en polímeros han resultado ser muy atractivas y están siendo utilizadas drásticamente en las últimas décadas por varios sectores industriales ya que tienen buenas propiedades termo mecánicas, alta resistencia eléctrica, buen comportamiento de aislamiento acústico y mayor resistencia a la fractura [2], además muchas de estas fibras son consideradas como un residuo, cada año se producen más de 300 000 toneladas de residuos de fibras durante la producción de tequila [3]. Es por ello que en este estudio ofrecemos una perspectiva de la propiedad intelectual a través de un monitoreo de patentes en las cuales se utiliza la fibra de agave como producto principal.

**Métodos.** Para realizar la búsqueda de patentes se utilizó el software *Derwent Innovation*, buscador internacional de patentes con cobertura a nivel mundial; como motor de búsqueda se utilizaron las palabras clave “agave” y “fibras”, además de otras estrategias usando la clasificación internacional de patentes.

**Resultados y discusión.** En la figura 1 se muestra los resultados de las búsquedas de patentes para el uso de fibras de agave.

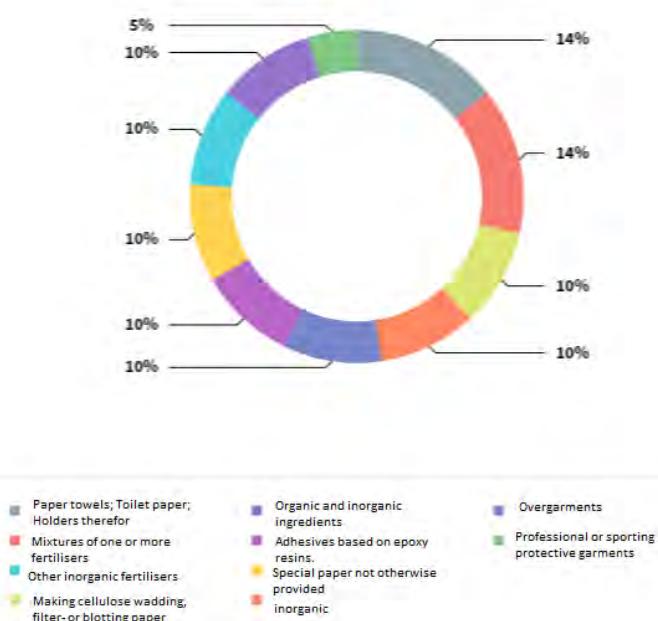


Fig. 1. Principales usos de las fibras naturales de Agave, de acuerdo a su Clasificación internacional de Patentes (CIP).

Los resultados analizados indicaron que la industria de papel y la de fertilizantes son las principales que utilizan este tipo de fibras, ya que entre las dos representan hasta un 28% de las patentes. Un dato que hay que resaltar es la participación de México como uno de los líderes en el uso de fibras de Agave, ya que figura dentro de los principales productores y consumidores (figura2).

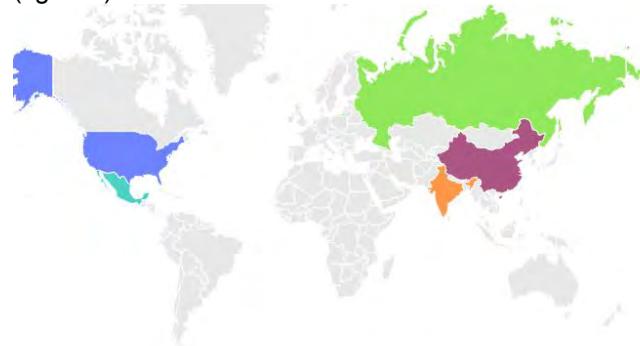


Figura 2 Principales países con patentes con el uso de fibras de agave.

### Conclusiones.

Este estudio nos brindó una valiosa información sobre las tendencias actuales en el uso de fibras de Agave, México, a pesar de que se encuentra en l top de países que utilizan la fibra de agave, debe orientar sus esfuerzos hacia la generación de tecnología y a la protección de propiedad intelectual ya que el agave es una planta que nos distingue a nivel internacional.

**Agradecimientos.** Al CONRICYT por proporcionar la base de datos Derwent Innovation®.

### Referencias.

- 1.-Huerta-Cardoso, O. et al. (2020) 'Up-cycling of agave tequilana bagasse-fibres: A study on the effect of fibre-surface treatments on interfacial bonding and mechanical properties', *Results in Materials*, 8(November), p.100158.doi:10.1016/j.rinma.2020.100158.
- 2.-Madhu, P. et al. (2020) 'A new study on effect of various chemical treatments on Agave Americana fiber for composite reinforcement: Physico-chemical, thermal, mechanical and morphological properties', *Polymer Testing*, 85, p. 106437. doi: 10.1016/j.polymertesting.2020.106437.
- 3.- Consejo Regulador del Tequila, Consumo de Agave para Tequila y Tequila 100% de Agave2014. <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb>

**RESÚMENES  
PÓSTERS  
BIOTECNOLOGÍA,  
MODELOS DE  
NEGOCIOS Y  
ASPECTOS  
SOCIOECONÓMICO**

**S**

## COLABORACIONES Y TEMÁTICAS EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

Eduardo Robles-Belmont. Universidad Nacional Autónoma de México, IIMAS, MMSS, Apdo. Postal 20-126, 04510, Coyoacán, Cd. de México. [eduardo.robles@iimas.unam.mx](mailto:eduardo.robles@iimas.unam.mx). Marcela Amaro-Rosales, Universidad Nacional Autónoma de México, IIS, Circuito Maestro Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, Cd. de México. [marcela.amaro@sociales.unam.mx](mailto:marcela.amaro@sociales.unam.mx).

*Keywords:* Biotecnología; Colaboraciones científicas; Temáticas de investigación

**Introducción.** Mapear el desarrollo y evolución de las nuevas ciencias y tecnologías es una tarea cada vez más central en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, así como en estudios sobre la gestión tecnológica y la política pública en ciencia y tecnología. Los enfoques de la bibliometría y la cienciometría proponen diversas herramientas e indicadores que aportan a estos estudios y a la toma de decisiones en diferentes niveles. La biotecnología es considerada como un área emergente clave para el desarrollo de los países<sup>1,2</sup>. En México se ha documentado el desarrollo de esta nueva tecnología<sup>3,4</sup> y se ha destacado el sector agrícola<sup>5</sup>. En este estudio se presenta un análisis de las colaboraciones científicas y las temáticas que se han desarrollado en la biotecnología en México.

**Método.** Este estudio se basa en el uso de herramientas de la bibliometría y la cienciometría con el fin de visualizar y analizar la producción científica de la biotecnología en México hasta el año 2021. La base de datos consultada es la Web of Science y concierne un total de 17733 documentos indexados en esta base de datos. La estrategia de búsqueda empleada es la propuesta por Amaro-Rosales y Robles-Belmont<sup>4</sup>. El análisis se realiza con el apoyo de la herramienta para análisis bibliométrico VOSviewer.

**Resultados y discusión.** Los resultados que nos interesa exponer son en torno a las colaboraciones científicas y las temáticas de investigación que se han desarrollado. Las redes de colaboración se han extendido y las temáticas desarrolladas son en áreas de la salud y la agricultura.

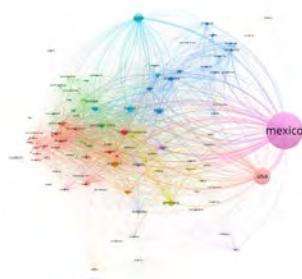


Fig. 1. Redes de colaboración a nivel país en el desarrollo de la biotecnología en México hasta el año 2021.

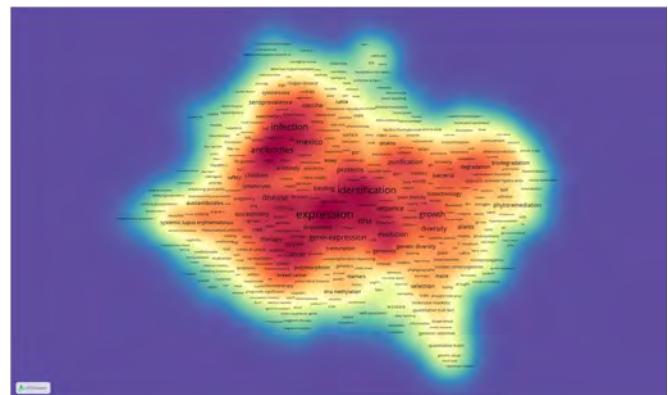


Fig. 2. Temáticas en el desarrollo de la biotecnología en México hasta el año 2021.

**Conclusiones.** La producción científica en la biotecnología no ha dejado de crecer, de hecho, constatamos su importante crecimiento en la última década. Las redes de colaboración igualmente se han extendido, así como las temáticas de investigación. Estas últimas abarcan el desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos en diversos sectores donde ha incursionado la biotecnología, principalmente en los sectores agrícolas y salud. Mapear estas características de la biotecnología permite evaluar su estado actual e identificar posibles ventanas de oportunidad en estas capacidades tecnológicas presentes en México.

**Agradecimientos.** Proyecto PAPIIT IA300620 “Capacidades tecnológicas instituciones e innovación en la biotecnología agroindustrial y farmacéutica en México”.

### Referencias.

1. Bisang R, Campi M, Cesa V. *Biotecnología y Desarrollo*; 2009. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3650-biotecnologia-desarrollo>.
2. OCDE. *The Bioeconomy to 2030*. Paris; 2009.
3. Amaro-Rosales M, Morales-Sánchez MA. Sistema sectorial de innovación biotecnológica en México: Análisis y caracterización de sus principales componentes. *REDES*. 2016;22(42):13-40.
4. Amaro-Rosales M, Robles-Belmont E. Producción de conocimiento científico y patrones de colaboración en la biotecnología mexicana. *Entreciencias*. 2013;1(2):183-195.
5. Casas R. Las capacidades de investigación biotecnológica en México en el área agroalimentaria: Tendencias durante la década de 1980. *Sociológica*. 2016;6(16):22.

## Hacia la Resistencia a mosca blanca en Yuca (*Manihot esculenta*, Crantz): Desarrollo de familias segregantes y Metodología de Fenotipado

Adriana Bohorquez Chaux<sup>1</sup>, Carmen Adriana Bolaños Chagüendo<sup>1</sup>, Maria Isabel Gomez Jimenez<sup>1</sup>, Luisa F. Leiva<sup>2</sup>, Jonathan Newby<sup>1</sup> y Luis Augusto Becerra Lopez-Lavalle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alliance Bioversity-CIAT. Km 17, Recta Cali-Palmira, 6713 Cali, Colombia. [ABOHORQUEZ@CGIAR.ORG](mailto:ABOHORQUEZ@CGIAR.ORG)

<sup>2</sup> Department of Plant Breeding, Swedish University of Agricultural Sciences, Sundsvägen 5, 230 53 Alnarp.

<sup>3</sup>Chief Scientist. International Center for Biosaline Agriculture. Dubai, United Arab Emirates.

**Keywords:** Resistencia a mosca blanca, fenotipado, cruzamientos, Nymphstar

**Introducción.** La mosca blanca (WF), *Aleurotrachelus socialis*, es una de las principales plagas de la yuca en América del Sur. Este insecto causa pérdidas de rendimiento porque se alimenta de savia del floema (Bellotti et al, 1994). Se han identificado variedades locales resistentes a esta especie, pero el fenotipado consumió mucho tiempo y trabajo. Por lo tanto, implementamos un método de fenotipado eficiente que utiliza la infestación de plantas en macetas en una carpeta de malla en invernadero y una herramienta para cuantificar automáticamente el número de ninfas de tercer y cuarto instar, como medida del nivel de resistencia de la planta. Esta herramienta llamada Nymphstar (Bohórquez-Chaux et al, 2022) se desarrolló como un complemento ImageJ, un software para el procesamiento de imágenes. La yuca silvestre y varios cultivares de *M. esculenta* originarios de Ecuador y Perú muestran una resistencia significativa al WF en el campo. Para desentrañar el mecanismo de resistencia a WF, desarrollamos dos familias F1 segregantes cuya madre fue ECU72 x COL2246 (CM8996), se muestran los resultados de esta familia. A partir de los genotipos con Resistencia superior de estas F1, se hicieron cruzamientos controlados y se obtuvo una familia F2 (individuo CM8996-199), la cual también fue fenotipada para resistencia a WF.

Objetivo: 1. Desarrollo de una metodología de fenotipado de la Resistencia a WF en yuca, usando análisis automatizado de imágenes. 2. Desarrollo de familias segregantes biparentales para el estudio genético de la Resistencia a WF en yuca.

### Métodos.

Las familias F1 y F2 fueron fenotipadas usando la metodología descrita en la Figura 1.

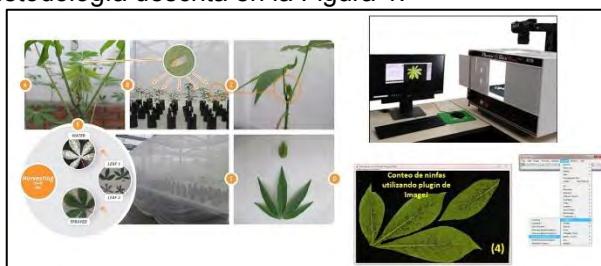


Fig.1 Metodología de fenotipado para resistencia a WF desarrollada en invernadero y utilizando análisis de imágenes con Nymphstar.

### Resultados y discusión.

Con los cruzamientos controlados realizados en los lotes del CIAT, se obtuvieron dos familias F1 cuyo progenitor femenino fue ECU72 (Figura 2), y una F2,

todas las cuales fueron fenotipadas, identificando los individuos con resistencia superior a WF (Figura 2).

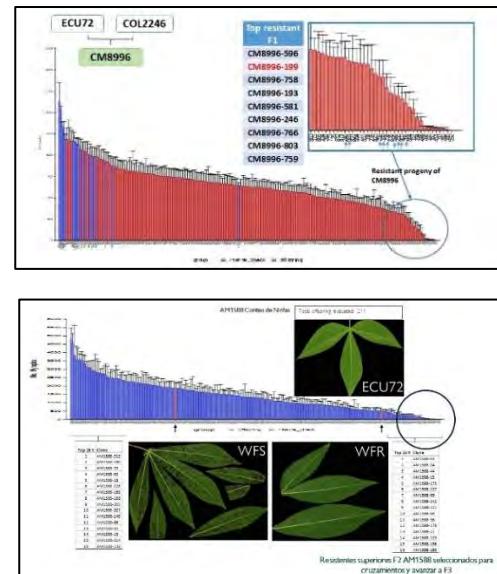


Fig. 2. Graficas de barras mostrando la distribución de los individuos de la familia F1 CM8996 (arriba) Y F2 AM1588 (abajo), según el número de ninfas por hoja (datos tomados en 7 experimentos por 7 años), fenotipados con la metodología Nymphstar. Se observa en el extremo derecho los individuos con menos número de ninfas, categorizados como los más resistentes a WF.

### Conclusiones.

-Se logró aumentar la eficiencia y acortar el tiempo en la identificación de la Resistencia a WF en cultivares de yuca con la metodología de fenotipado desarrollada Nymphstar. La Resistencia a WF es indispensable para combatir estas plagas y los virus que transmiten.

-El desarrollo de familias biparentales segregantes en yuca usando una fuente de resistencia WF, permite estudiar la genética de este rasgo y aplicar enfoques de tecnologías ómicas para desentrañar la Resistencia a WF en la yuca.

**Agradecimientos.** La investigación del Proyecto de Mosca Blanca en yuca (CIAT) es patrocinada por Bill and Melinda Gates Foundation.

### Referencias.

- Bellotti AC, Braun AR. Arias B. Castillo JA, Guerrero JM: Origin and management of Neotropical cassava arthropod pests. Afr Crop Sci J. 1994; 2:407-17.
- Bohórquez-Chaux et al, (2022). NYMPHSTAR: an accurate high-throughput quantitative method for whitefly (*A. socialis* Bondar) resistance phenotyping in cassava Research Square. (DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1247625/v1>

## LAS CAPACIDADES DE ABSORCIÓN EN LA CREACIÓN DE CIENCIA E INNOVACIONES EN BIOFARMACÉUTICA Y EN EL SOSTENIMIENTO DE VENTAJAS COMPETITIVAS: EVIDENCIA DE UN LABORATORIO CIENTÍFICO PÚBLICO MEXICANO

Ana Lilia Sánchez-Regla

Noria Alta S/N, C.P. 36050; Guanajuato, Guanajuato +521 5522603616

*Palabras clave:* capacidades de absorción, investigación pública, industria biofarmacéutica

### Introducción

Las organizaciones no pueden generar conocimiento de forma aislada (2), sino requieren del conocimiento, experiencia y habilidades de otros actores con el fin de complementar el conocimiento acumulado (3), incluso, las universidades públicas que desarrollan ciencia y tecnología que contribuyen al avance tecnológico de industrias (2). Las capacidades de absorción se definen como la habilidad de una organización para reconocer el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicarla para los fines comerciales y el desarrollo sus capacidades de innovación (4). Esta investigación se derivó de un caso de estudio basado en entrevista y se distingue por su novedad en la literatura de las CA y puede representar lecciones en sustentabilidad en las universidades.

El objetivo de esta investigación es explorar de forma empírica las CA desarrolladas por un laboratorio científico de una universidad pública en México, y a partir de ellas, analizar cómo se integra el conocimiento externo a su propio conocimiento cómo influyen en el desarrollo de ciencia biofarmacéutica.

### Método

Estudio de caso donde se realizaron 31 entrevistas semi estructuradas al interior y exterior de la unidad objeto de análisis, empleando cuestionarios diferenciados.

### Resultados

La Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos (UDIBI) del Instituto Politécnico Nacional. La UDIBI desarrolla ciencia básica y experimental para un biofármaco patentado y comercializado por IPN, pero ante la falta de empresas científicas en México, la UDIBI proporciona servicios a la industria biofarmacéutica nacional e internacional. La UDIBI auto sustenta sus operaciones, no depende presupuesto IPN. Se identificó que cada rutina tiene alcances diversos y permiten generar i) ciencia de frontera en biofarmacéutica con aplicación industrial, ii) innovaciones que comercializan en el extranjero, diseñar proyectos de anticuerpo de COVID-19 y susceptible de integrarse en un agente terapéutico; iii) definir

estrategias organizacionales, de colaboración y nuevos negocios. Se encontró que el marco institucional del IPN es el principal factor que debilita el desarrollo de las CA, y un segundo factor, es de tipo laboral-contractual. Se diseñó un modelo que relaciona las rutinas de CA y la interacción con otras, factores de influencia y los productos de la explotación del conocimiento (Fig.1).

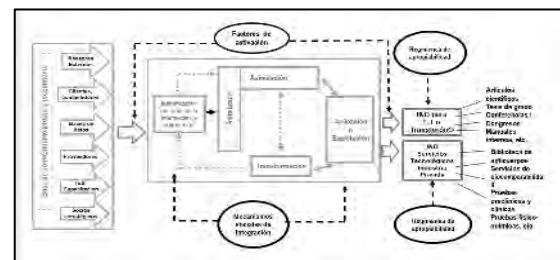


Figura 1. Modelo de Capacidades de Absorción UDIBI

### Conclusiones

Ante el limitado número de empresas tecnológicas en México, las universidades públicas, como IPN y su laboratorio UDIBI, adoptan este rol cubriendo necesidades específicas de industrias como la biofarmacéutica, reiterando la relevancia de la investigación pública y asentándose como un actor crítico en su cadena de valor. Las CA de la UDIBI han permitido incrementar y robustecer la base de su conocimiento propio, y esto mismo, y la ha hecho ser un referente científico y de servicios a nivel nacional, y sostener así una ventaja competitiva con respecto a otros laboratorios de semejante naturaleza.

- (1) Choi, J. D., Lee, J. S., & Bae, Z. T. (2019). When do firms focus on public research?: evidence from US medical device industry. *Industry and Innovation*, 26(6), 667-689;
- (2) Lane, P. J., & Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic management journal*, 19(5), 461-477;
- (3) Camisón, C., & Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. *Journal of Business Research*, 63(7), 707-715;
- (4) Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.

## ESTUDIO DE PATENTES SOBRE BEBIDAS ALCOHÓLICAS A PARTIR DE AGAVES

Jorge Arturo Domínguez Maldonado, Alejandra Barraza Morales, Francisco Javier García Villalobos  
 Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán; oppi@cicy.mx

*Keywords:* Agave, patentes, innovación.

**Introducción.** Los agaves son un grupo de plantas muy reconocidas en México por sus diversos usos, encontrándose en nuestro país 125 especies, lo que representa el 75 % del total mundial <sup>(1)</sup>. Uno de sus usos es para la preparación de bebidas alcohólicas y como es bien conocido, México posee tres denominaciones de origen ligadas a este cultivo a saber Tequila, Mezcal y Bacanora, de las cuales las dos primeras son conocidas internacionalmente.

Cada vez es más el interés por expandir los mercados de las bebidas alcohólicas a partir de algún tipo de agave, y no sólo en México sino en el mundo. En ese sentido, este trabajo busca dar un panorama general de las innovaciones que se han desarrollado para mejorar los procesos y expandir la industria de las bebidas alcohólicas a partir del agave.

La información tecnológica que encontramos en patentes es de gran importancia, sobre todo si se quiere conocer qué tecnologías han sido relevantes y protegidas por medio de una patente, con la finalidad de asegurar su explotación exclusiva y comercialización.

A través de este estudio de patentes podremos conocer las principales empresas, universidades o centros de investigación que están desarrollando tecnologías en el campo técnico, así como aquellos países que realizan esfuerzos por desarrollar la industria del agave en este ámbito; adicionalmente podremos ver dónde se centran los esfuerzos de innovación de las empresas (procesos, formulaciones, uso de nuevos microorganismos, etc), así como el uso que con este fin se está dando a otras especies de agave, como la reciente bebida creada por el IPN a partir de *A. salmiana* <sup>(2)</sup>.

**Métodos.** Para realizar la búsqueda de patentes se empleará el software Derwent Innovation®, buscador internacional de patentes con cobertura a nivel mundial; se utilizó la palabra clave “agave” y la clasificación internacional de patentes para bebidas alcohólicas (C12G).

**Resultados y discusión.** De acuerdo a los resultados obtenidos, las invenciones desarrolladas giran alrededor del mejoramiento de los procesos para incrementar el contenido de alcohol y por otra parte en la obtención de microorganismos para hacerlos más eficientes.

En la figura 1, podemos observar el comportamiento de las publicaciones de documentos de patente del campo técnico, aunque pudiera considerarse que no son muchas las invenciones generadas a través del tiempo, en los últimos años se visualiza un esfuerzo por

establecer estrategias para proteger las tecnologías mediante la modalidad de patente.

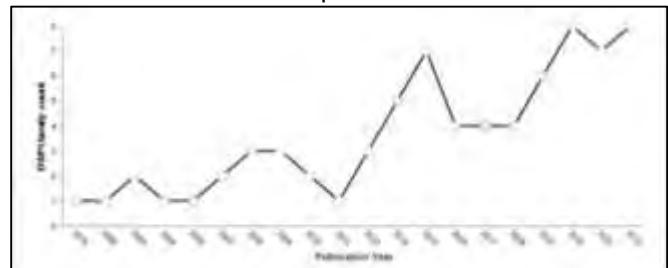


Fig. 1. Tendencias en la presentación de solicitudes de patente en el campo técnico.

**Conclusiones.** El estudio de patentes sobre invenciones en el campo técnico de bebidas alcohólicas a partir de agaves nos permitió identificar los puntos clave sobre los cuáles se están desarrollando innovaciones en torno al procesamiento de dicha planta para la producción de una bebida alcohólica. Si bien hay un comportamiento un poco austero en cuanto a la protección de las mejoras desarrolladas en el área, sí se observan esfuerzos por la generación de tecnologías. Entre otros hallazgos, la aparición de China - en donde México ha hecho notables esfuerzos por proteger la denominación de origen del tequila <sup>(3)</sup>- como uno de los principales generadores de tecnologías, nos permite tener una visión real de hacia dónde va esta creciente industria.

**Agradecimientos.** Al CONRICYT por proporcionar la base de datos Derwent Innovation®.

### Referencias.

- Chavez-Parga, M. D. C., Pérez Hernández, E. y González Hernández, J. C. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 148–164. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
- Rodríguez, Erika. (2017). Crea IPN bebida fermentada de agave. *Mi patente*. <https://www.mipatente.com/crea-ipn-bebida-fermentada-de-agave/>.
- OMPI (2012). El agave, una mina de oro líquido. Caso de estudio. <https://www.wipo.int/ipadvantage/es/details.jsp?id=2611>.

## REGISTRO DE AGAVE AMERICANA COMITECO AZUL, AGAVE GRIJALVENSIS Y AGAVE CHIAPENSIS COMO VARIEDADES CON POTENCIAL AGROINDUSTRIAL

Anahi Jobeth Borrás-Enríquez<sup>1</sup>, Jorge Luis González-Escobar<sup>1</sup>, Antonia Gutiérrez-Mora<sup>2</sup>, Lorena Moreno-Vilet<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. Avenida Instituto Tecnológico S/N, Ejido, Tecnológico, 50640 San Felipe del Progreso, Méx. <sup>2</sup>. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Av. Normalistas No. 800, Colinas de la Normal. CP 44270, Guadalajara, Jalisco MEXICO. e-mail: anahi.be@sfelipeprogreso.tecnm.mx

*Keywords:* Agave, Chiapas, agroindustrial, registro

### Introducción.

Los Agaves son plantas representativas del continente americano y principalmente de México. Existen alrededor de 166 especies muchas de las cuales han sido domesticadas para diversos usos, siendo la producción de bebidas alcohólicas el uso económico más importante desde tiempos prehispánicos (.). El registro de variedades vegetales se considera un tema de gran importancia, ya que, de no existir, cualquier entidad que cuente con un registro de propiedad puede reclamar para su provecho regalías; por tal motivo, se considera que el registro de variedades de agave debe ser un tema de importancia para México. El estado de Chiapas, cuenta con 3 variedades de Agave de interés tanto económico como socio-cultural, mismos que para su protección su incorporación Catálogo Nacional de Variedades Vegetales perteneciente al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural, sería un gran hallazgo (2).

El objetivo del presente trabajo fue el registro de las *Agave americana comiteco azul*, *Agave grijalvensis* y *Agave chiapensis* como variedades con potencial agroindustrial.

### Métodos.

Se realizó la caracterización morfológica de las 3 variedades (Fig. 1). Cada una de las variedades se localizaron en los municipios de Comitán de Domínguez, Chiapa de corzo y San Cristóbal de las Casas en el Estado de Chiapas. Dichos agaves son reconocidos por su uso en diferentes preparaciones desde comidas hasta bebidas espirituosas. Se efectuaron mediciones de 12 diferentes caracteres y posteriormente se realizaron análisis estadísticos de los datos obtenidos. Se compararon los caracteres morfológicos de los diferentes agaves.

### Resultados y discusión.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de las mediciones realizadas de los diferentes en los Agaves en estudio. Se identificó que las tres variedades presentan características diferentes entre ellas.



Fig. 1. Agaves presentes en el Estado de Chiapas con potencial agroindustrial. a) *Agave grijalvensis*, b) *Agave americana comiteco azul*, y c) *Agave chiapensis*.

Tabla 1. Caracteres pertinentes de las tres variedades de Agave presentes en el Estado de Chiapas.

	Agave Chiapensis	Agave Americana	Agave Grijalvensis
Parámetro	Rango	Rango	Rango
Altura en planta (cm)	96-151	123-194	105-165
Diámetro en roseta (cm)	115-240	240-360	225-275
No. de hojas/ roseta	27-40	23-32	10-17
Longitud de hoja (cm)	53-88	117-150	91-156
Ancho de hoja (cm)	13.5-18	24-27	11-20
Espina apical (cm)	1.6-3.5	3.2-4.2	1-3.2
Distancia entre la última lateral y La columna vertebral apical (cm)	6.5-9.5	9.1-13.2	12-16
Longitud de diente (cm)	2-3	0.4-0.8	1-2
Ancho basal del diente (mm)	3-5	0.4-0.8	1-3.2
Distancia mínima entre dientes (mm)	3-5	1-3.5	2-9
Distancia máxima entre dientes (cm)	0.7-1.6	4.5-9.8	1-7.5
No. De dientes en 10 cm	9-18	2-4	3-10
Proporción de largo /ancho	3.5-5.73	4.48-5.57	5.73-13.7

**Conclusiones.** Las tres variedades cuentan con su respectivo registro: AGA-014-191021 (Agave americana comiteco azul), AGA-013-191021 (Agave chiapensis) y AGA-015-191021 (Agave grijalvensis).

**Agradecimientos.** Este proyecto fue financiado por IDRC/CIESAS CEAR 2018-2.

### Referencias.

1. Rodríguez-Garay, B., Lomeli-Sención, J.A., Tapia-Campos, E., Gutiérrez-Mora, A., García-Galindo, J., Rodríguez-Domínguez, J.M., Urbina-López, D. and VicenteRamírez, I. (2009). Morphological and molecular diversity of Agave tequilana Weber var. Azul and Agave angustifolia var. Lineño. Ind. Crops Prod. 29:220-228
2. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. <https://www.gob.mx/snics/articulos/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-en-linea>

## Patrocinadores



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**SARTORIUS**



**Agilent**



**MARPA**  
AGRONOMÍA INTELIGENTE



**ADESUR**  
Consorcio  
Agroalimentario



**Ecosystem Beta**  
INNOVANDO AGROSOLUCIONES NATURALES



**BiASYS** BioAdvanced Systems®