

# TECNOCIENCIA Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades  
Universidad Autónoma de Chihuahua



Organic and inorganic selenium supplementation on the productive and reproductive performance of hair ewes



La improvisación como expresión creativa en la formación profesional de actores -entre lo formal y lo vivencial-



Evaluation of students' engagement with PROMES2015 as a university mobility experience

Página 1 de 1

 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

M.E. LUIS ALBERTO FIERRO RAMÍREZ  
*Rector*

M.C. JAVIER MARTÍNEZ NEVÁREZ  
*Secretario General*

M.E. ALFREDO RAMÓN URBINA VALENZUELA  
*Director de Investigación y Posgrado*

M.C. FRANCISCO MÁRQUEZ SALCIDO  
*Director Administrativo*

M.A.V. RAÚL SÁNCHEZ TRILLO  
*Director de Extensión y Difusión Cultural*

M.A. HERIK GERMÁN VALLES BACA  
*Director Académico*

M.I. RICARDO RAMÓN TORRES KNIGHT  
*Director de Planeación y Desarrollo  
Institucional*



DR. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA  
*Editor en Jefe*

DR. ÓSCAR ALEJANDRO VIRAMONTES OLIVAS  
*Editor adjunto*

M.E.S. NANCY KARINA VENEGAS HERNÁNDEZ  
*Procesos Editoriales*

PEDRO AMAYA ITURRALDE  
*Procesos Técnicos*

MTRO. IVÁN DAVID PICAZO ZAMARRIPA  
*Cuidado de la Edición*

#### EDITORES ASOCIADOS

DR. FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA

DRA. MARÍA ELENA FUENTES MONTERO

DRA. LAURA CRISTINA PIÑÓN HOWLET

DR. JAVIER TARANGO ORTIZ

DRA. GUADALUPE VIRGINIA

NEVÁREZ MOORILLÓN

DR. FRANCISCO ALBERTO PÉREZ PIÑÓN

DR. IGNACIO CAMARGO GONZÁLEZ

DRA. MARGARITA LEVARIO CARRILLO

# TECNOCIENCIA Chihuahua

## Consejo Editorial Internacional

DR. GUILLERMO FUENTES DÁVILA

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DR. VÍCTOR ARTURO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

*Colegio de Posgraduados, México*

DR. JOHN G. MEXAL

*New Mexico State University, Estados Unidos de América*

DR. ULISES DE JESÚS GALLARDO PÉREZ

*Instituto de Angiología y Cirugía Vascular, La Habana, Cuba*

DR. HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

*Universidad Autónoma de Nuevo León, México*

DRA. ELIZABETH CARVAJAL MILLÁN

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

DR. ALBERTO J. SÁNCHEZ MARTÍNEZ

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México*

DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ

*Instituto Politécnico Nacional, México*

DR. LUIS FERNANDO PLENGE TELLECHEA

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México*

DR. HÉCTOR OSBALDO RUBIO ARIAS

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DRA. ANGELA BEESLEY

*University of Manchester, Reino Unido*

DR. LUIS ALBERTO MONTERO CABRERA

*Universidad de La Habana, Cuba*

DR. RICARD GARCÍA VALLS

*Universitat Rovira I Virgili, España*

DR. LUIZ CLOVIS BELARMINO

*Faculdade Atlantico Sul, Brasil*

TECNOCIENCIA-Chihuahua. Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades. Volumen XIII, Número I. Enero-Abril 2019. Publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Editor en Jefe: Dr. César Humberto Rivera Figueroa. ISSN: 1870-6606. ISSN Difusión Vía Red de Cómputo: En trámite. Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2018-070312595700-203. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 11441. Clave de registro postal PP08-0010. Domicilio de la publicación: Edificio de la Dirección de Investigación y Posgrado, Ciudad Universitaria s/n. Campus Universitario I. C.P. 31170, Chihuahua, Chihuahua, México. Oficina responsable de la circulación: Dirección de Investigación y posgrado, Ciudad Universitaria, Campus Universitario I. C.P. 31170. Imprenta: Carmona Impresores. Tiraje: 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar en Chihuahua: \$60.00 Costo de la suscripción anual: México, \$200 (pesos); EUA y América Latina, \$35 (dólares); Europa y otros continentes, \$40 (dólares). La responsabilidad del contenido de los artículos firmados es de sus autores y colaboradores. Puede reproducirse total o parcialmente cada artículo citando la fuente y cuando no sea con fines de lucro.

Teléfono: (614) 439-1500 (extensión 2209), e-mail: [tecnociencia.chihuahua@uach.mx](mailto:tecnociencia.chihuahua@uach.mx) Página web: <http://tecnociencia.uach.mx> Nuevo portal: [vocero.uach.mx](http://vocero.uach.mx)

## Contenido

<b>Definición de la revista</b>	I
<b>Editorial</b>	II
<b>El científico frente a la sociedad</b>	
La improvisación como expresión creativa en la formación profesional de actores –entre lo formal y lo vivencial– <i>Luis Heraclio Sierra Soto</i>	1
<b>Alimentos</b>	
Organic and inorganic selenium supplementation on the productive and reproductive performance of hair ewes <i>Luis H. Díaz-García Felipe Rodríguez-Almeida Gwendolyne Peraza-Mercado Francisco Castillo-Rangel Oscar Ruiz-Barrera Leonardo Carlos-Valdez</i>	9
<b>Salud y deporte</b>	
Concentraciones y movilidad relativa de isoformas de titina después de tres distintos entrenamientos de flexibilidad <i>Estélio Henrique Martin-Dantas Eliane Gomez da Silva-Borges Gabriel Gastélum-Cuadras Maura Lourenço-Fernandes Renato Ramos-Coelho</i>	15
<b>Educación y Humanidades</b>	
Evaluation of students' engagement with PROMES2015 as a university mobility experience <i>César Eduardo Gutiérrez-Jurado Fidel González-Quiñones Luis Alberto Fierro-Ramírez Juan D. Machin-Mastromatteo</i>	24
<b>Medio ambiente y Desarrollo sustentable</b>	
Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el estado de Aguascalientes, México <i>Manuel higinio Sandoval-Ortega María Elena Siqueiros-Delgado</i>	40
Declinamiento y muerte de los encinos ( <i>Quercus</i> spp.) en México, estado actual del conocimiento <i>María Dolores Uribe-Salas Víctor Rocha-Ramírez Rosario Gregorio-Cipriano Sylvia Patricia Fernández-Pavía Dionicio Alvarado-Rosales</i>	50

## Definición

**TECNOCIENCIA Chihuahua** es una publicación científica arbitrada de la Universidad Autónoma de Chihuahua, fundada en el año 2007 y editada de forma cuatrimestral. Está incluida en los siguientes índices y directorios:



- Catálogo de revistas científicas de México e Iberoamérica que cumplen con criterios internacionales de calidad editorial.



- La base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



- La base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencias sociales y humanidades.

## ► Objetivo

Servir como un medio para la publicación de los resultados de la investigación, ya sea en forma de escritos científicos o bien como informes sobre productos generados y patentes, manuales sobre desarrollo tecnológico, descubrimientos y todo aquello que pueda ser de interés para la comunidad científica y la sociedad en general.

También pretende establecer una relación más estrecha con su entorno social, para atender a la demanda de los problemas que afectan a la sociedad, expresando su opinión y ofreciendo soluciones ante dicha problemática.

La revista **TECNOCIENCIA Chihuahua** se publica cuatrimestralmente para divulgar los resultados de la investigación en forma de avances científicos, desarrollo tecnológico e información sobre nuevos productos y patentes.

La publicación cubre las siguientes áreas temáticas:

Alimentos, Salud y deporte, Ingeniería y tecnología, Educación y humanidades, Economía y administración, Medio ambiente y Desarrollo sustentable, Creatividad y desarrollo tecnológico.

## ► Visión

Mejorar de manera continua la calidad del arbitraje de los artículos publicados en la revista, proceso que se realiza en forma anónima bajo el sistema de doble ciego. Conformar el Consejo Editorial Internacional y cada Comité Editorial por área del conocimiento de la revista, incorporando como revisores a investigadores del país y del extranjero adscritos a instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, que son reconocidos como académicos y científicos especializados en su campo.

## ► Tipos de artículos científicos

En la revista se publican las siguientes clases de escritos originales: artículos científicos en extenso, notas científicas, ensayos científicos y artículos de revisión.

## ► A quién se dirige

A científicos, académicos, tecnólogos, profesionistas, estudiantes y empresarios.



# Editorial

La improvisación es un recurso ampliamente utilizado por los actores y constituye una parte fundamental de su formación actoral en todos los niveles. La expresión creativa del actor es un lugar al cual solo se puede llegar con un entrenamiento formal y continuo; es la base para la construcción del oficio del actor. En "La improvisación como expresión creativa en la formación profesional de actores -entre lo formal y lo vivencial-", el autor discute la importancia de la improvisación en la formación actoral entre la escuela formal de Diderot y el paradigma vivencial de Stanislavsky.

El objetivo del estudio "Organic and inorganic selenium supplementation on the productive and reproductive performance of hair ewes" fue evaluar el efecto de la suplementación con selenio orgánico e inorgánico sobre el desempeño productivo y reproductivo en ovejas de pelo. Una dieta con selenio orgánico, el cual es un mineral esencial en ovinos, mejoró los parámetros reproductivos como la prolificidad, pero no los productivos como la ganancia diaria de peso en 40 ovejas de raza Pelibuey, en comparación con la dieta de selenio inorgánico.

La concentración de titina en los músculos esqueléticos es un factor que determina la flexibilidad muscular. En el artículo "Concentraciones y movilidad relativa de isoformas de titina después de tres distintos entrenamientos de flexibilidad" se detalla un estudio con 51 individuos entrenados, en los cuales fueron comparadas las concentraciones de titina después de 16 semanas de entrenamiento con diferentes ejercicios de flexibilidad. Los ejercicios de elongación no implicaron modificación de los parámetros de isoformas de titina, mientras que la flexibilización activa promovió mayor aumento de movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina.

El artículo "Evaluation of students' engagement with PROMES2015 as a university mobility experience" tiene como propósito describir la opinión de los estudiantes sobre su experiencia en el proceso de intercambio y la calidad académica de las universidades de destino, en

el marco del programa de intercambio de la Universidad Autónoma de Chihuahua. A partir de los resultados, los autores evidencian una correlación fuerte entre la forma en que los estudiantes valoran su desarrollo académico y la calidad de las instalaciones en las universidades destino, así como con la calidad de sus programas educativos.

México es el país con la mayor diversidad de especies de *Quercus* (encinos o robles) en el mundo. Los autores del estudio "Declinamiento y muerte de los encinos (*Quercus* spp.) en México, estado actual del conocimiento", llevaron a cabo una revisión de literatura sobre el estado del arte en materia de salud, concluyendo que en México el entendimiento de la etiología del declinamiento y muerte del encino aún es incipiente, y que la colaboración entre los diferentes actores que tienen a su cargo el cuidado, estudio y manejo de los bosques es fundamental para reducir la pérdida de esta riqueza natural.

Finalmente, en el artículo "Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el estado de Aguascalientes, México", los autores determinaron cuántas especies de la familia Amaranthaceae son utilizadas en Aguascalientes y cuáles se comercializan. En entrevistas con pobladores de 13 comunidades de este estado, encontraron que 11 de las 29 especies reportadas en Aguascalientes, son utilizadas como comestibles y medicinales. De estas, únicamente siete son comercializadas y cuatro especies fueron consideradas con algún uso potencial.

PH. D. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA  
EDITOR EN JEFE

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.329>



# La improvisación como expresión creativa en la formación profesional de actores –entre lo formal y lo vivencial–

Improvisation as a creative expression in the professional training of actors –between the formal and the experiential–

LUIS HERACLIO SIERRA SOTO\* †

## Resumen

La improvisación es un recurso ampliamente utilizado por los actores y constituye una parte fundamental de su formación actoral en todos los niveles. Representa un recurso invaluable, pero su esencia se ha devaluado en muchos sentidos. No se debe confundir: no se improvisa el actuar, sino que al actuar se improvisa. Para aprovechar este recurso, el actor debe recurrir a una preparación continua, un constante entrenamiento para mantener vivo el medio de expresión que representa su herramienta de trabajo: su cuerpo. Sin embargo, la expresión creativa del actor es un lugar al cual solo se puede llegar con un entrenamiento formal y continuo; es la base para la construcción del oficio del actor. Es necesario que se propicien espacios para la formación y desarrollo de teatro en todos los niveles de educación en nuestro país, con propuestas concretas que abonen a la formación de actores y a la generación de actividades artísticas. El objetivo de este artículo es exponer la importancia de la improvisación en la formación actoral entre la escuela formal de Diderot y el paradigma vivencial de Stanislavsky y, a partir de ello, desarrollar una propuesta de que permita integrar los elementos actuales y su relevancia en la formación de hacedores de teatro en instituciones de educación superior en México.

**Palabras clave:** creatividad, formación actoral, teatro, comunicación.

## Abstract

Improvisation is a resource widely used by actors and it is an essential aspect of their acting training at all levels. It represents an invaluable resource, but its essence has been devalued in many ways. It should not be confused: performance is not improvised, but performance is improvised. To take advantage of this resource, the actor must come to continuous preparation, a constant training to keep alive the means of expression that represents his tool of work: his body. However, the creative expression of the actor is a place that can only be reached with a formal and continuous training; it is the basis for the construction of the actor's trade. It is necessary that space for the formation and development of theater be promoted at all levels of education in our country, with concrete proposals that pay for the training of actors and the generation of artistic activities. The objective of this article is to expose the importance of improvisation in the acting education between the formal school of Diderot and Stanislavsky's existential paradigm and, from that, to develop a proposal that allows integrating the current elements and their relevance in the training of theater makers in higher education institutions in Mexico.

**Keywords:** creativity, acting training, theater, communication.

## Introducción

La improvisación es un recurso ampliamente utilizado por los actores y constituye una parte fundamental de su formación actoral. Desde el punto de vista amateur o no profesional, sobre todo en el teatro experimental y, por supuesto, en el ámbito universitario, hasta los niveles profesionales, se improvisa para buscar una forma de expresión propia a través del conocimiento del sujeto mismo que ejerce la actuación.

\* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Artes. Ave. Universidad s/n, col. Magisterial, Chihuahua, Chih., México. C. P. 31170. Tel: (01 614) 439-1850.

Como un recurso importante en la profesión del actor, resulta pertinente hacer una revisión sobre los orígenes de la improvisación -desde la época renacentista- hasta nuestros días, para evaluar la concepción, el desarrollo y la aplicación que se le da en la actualidad, e implementar -si es preciso- las nuevas formas de apropiación del conocimiento en la formación del actor.

La improvisación es una habilidad actoral que se ha transmitido en su mayor parte de generación en generación, vía oral y con el sustento manifiesto, bien definido, de la experiencia que poseen y comparten quienes están al frente de un grupo de aspirantes a la formación como actor.

Hablando de entrenamiento, se entiende que la actividad actoral requiere de una preparación específica, lo que invalida la añeja postura del recurso de la inspiración y el talento, no solo en la actividad teatral, sino que se extiende hacia cualquier manifestación artística. El actor se debe a una preparación continua, un constante entrenamiento para mantener vivo el medio de expresión que representa su herramienta de trabajo: su cuerpo.

El cuerpo de un actor no solo se compone de una apariencia externa, está implicada también su voz y sus sentimientos más profundos, sus emociones, su propia experiencia de vida y bagaje cultural; estos elementos posibilitan al actor responder creativamente ante escenarios variados. En suma, un actor es un ser humano que debe prepararse para llevar a escena a otro ser humano, desprenderse de sí mismo y lograr entrar en la vida de otros para recrear el punto de vista de un personaje cualquiera, que muchas veces poco o nada tiene que ver con la vida del mismo intérprete.

La improvisación es un aspecto fundamental para la formación de actores en todos los niveles. Representa un recurso invaluable, pero su esencia se ha devaluado en muchos sentidos. No se debe confundir, no se improvisa *el* actuar, sino que *al* actuar se improvisa, es decir, que la improvisación es *parte de* la formación y no *consecuencia de*. No es lo mismo un actor *que* improvisa a un actor *se* improvisa.

Si bien es cierto que no existe una receta para el aprendizaje y desarrollo actoral, son innumerables las propuestas para ello, desde la postura formal ofrecida por Denis Diderot en Francia, hasta el método

vivencial de Stanislavsky en Rusia. Derivados de estos paradigmas, surgieron una importante cantidad de autores que desarrollaron diversos métodos y técnicas que articularon esfuerzos sistemáticos para entrenar a un actor.

El objetivo de esta contribución es exponer la importancia de la improvisación en la formación actoral entre la escuela formal de Diderot y el paradigma vivencial de Stanislavsky y, a partir de ello, desarrollar una propuesta de que permita integrar los elementos actuales y su relevancia en la formación de hacedores de teatro en instituciones de educación superior en México.

## El teatro, un fenómeno de comunicación

Los estudiosos coinciden en señalar que el teatro se origina en Grecia como una fiesta, una reunión de la comunidad para presenciar una representación. Siendo el griego un pueblo agrícola, la fiesta se celebraba tres veces al año para festejar el levantamiento de la cosecha como una especie de rito para agradecer a los dioses. En un inicio, la representación constaba de un coro que elevaba sus cantos en la celebración, eventualmente se integró a la rutina un solista cuya función era contestar al coro. Ese solista representaba al dios en que «los griegos personificaban a todas las fuerzas misteriosas, bienhechoras y aterradoras de la naturaleza».

Siguiendo a Aristóteles, la mayoría de los manuales de historia del teatro hacen nacer la tragedia del *ditirambo* o de los solistas del *ditirambo*, y la comedia de los *himnos fálicos*. (...) En los ditirambos se invita generalmente a los dioses a que descendan a la tierra para presenciar el canto del Coro, en el que se va a agasajar muy particularmente a uno de esos dioses, Dionisos (Oliva y Torres, 1997, p. 17).

Surge así el diálogo y en consecuencia el *primer actor*. La personificación del primer actor, dicen Oliva y Torres (1997), *se le atribuye tradicionalmente al mítico actor y autor trágico Tespis*. Recordemos que del coro de la tragedia surge el *corifeo*, solista que responde al coro o realiza su propia reflexión sobre los hechos en escena. Tal esquema, el coro y el corifeo, persiste hasta nuestros días no solo en los textos trágicos que se conservan desde la antigua Grecia, sino en una forma de adopción y adaptación hacia la manera de decir la poesía en grupo: la *poesía coral*.

Deducimos en este primer acercamiento, que la necesidad de comunicarse entre los individuos es tan grande que se inventan formas y lenguajes específicos, que la comunidad griega requería de una forma de expresión precisa y los llevó a legarnos el espectáculo teatral, la representación escénica, con carácter ritual y mítico, que derivó en una representación artística.

El hombre es un ente social que precisa de la comunicación con sus semejantes. En la vida cotidiana el individuo recurre a diversos códigos para identificarse, para definir su pertenencia a determinado grupo o para lograr la aceptación de sus integrantes. El ser humano, desde la infancia, aprende los códigos para agenciarse algún bien; ejemplo es la *congratulación con*, la *aceptación de* los demás miembros de la familia, el reconocimiento. Esta necesidad de reconocimiento la manifestamos todos en un grupo determinado.

Nos atrevemos a decir que aquí podríamos visualizar una primera manifestación teatral, una representación que intenta cautivar a un público reducido, pero del que se espera el primer aplauso, el ansiado reconocimiento. Es una manifestación primaria que se reduce a una reproducción de modelos aprendidos en el ámbito familiar pero que constituye un modelo inicial de comunicación y se enlaza definitivamente con la expresión teatral.

En esta etapa, el individuo se vale de todos sus recursos, desde la utilización de la voz y del gesto, del cuerpo en sí, para lograr el objetivo principal: la comunicación y, a través de ella, el logro o la consecución de sus objetivos o para satisfacer una necesidad. Se trata de un proceso primitivo de comunicación sustentado en la utilización de un lenguaje básico y que tiene relación con el lenguaje utilizado por otras especies animales. Al respecto, César Oliva y Francisco Torres Monreal, en *Historia Básica del Arte Escénico*, aluden a las primitivas formas de comunicación, primero, para establecer una línea histórica del lenguaje teatral.

No nos será difícil imaginar que en un pasado ya muy lejano de nosotros, (...) el hombre sintiese la necesidad de comunicarse con sus semejantes: para pedir ayuda, para dar órdenes, para rechazar algo, para expresar sus miedos y sus afectos... Nuestros antepasados estaban inventando la comunicación. (...) Evidentemente, todo esto

no era todavía teatro, ni siquiera teatralidad. Era simplemente «diálogo», comunicación elemental y primaria. Sin embargo, todos estos elementos y códigos (basados en el gesto, el movimiento, la voz...) formarán parte del lenguaje múltiple del teatro (Oliva y Torres, 1997, p. 11).

La dinámica se reproduce en todos los niveles de desarrollo en los que, para tener acceso a determinado grupo social, un individuo habrá de mostrar facetas específicas que le obligan a utilizar distintas posturas de acuerdo con la situación que deba enfrentar: con la familia, con su pareja, en la escuela o ante un jefe en el trabajo. Para cada realidad, el individuo adopta el código convencional aprendido, transmitiendo sus ideas y necesidades con signos como recursos, en forma de inflexiones de voz, ademanes o gestos.

En el hecho teatral, el mensaje propuesto por el autor transita por caminos diversos en donde los signos son decodificados y vueltos a codificar para posteriormente ser presentados al receptor que, se pretende, posea el código preciso para descifrar el mensaje. En este caso, el autor (dramaturgo) funciona como emisor y el público como receptor; el medio o el canal por el cual transita el mensaje con sus diferentes codificaciones y decodificaciones es el actor. En el actor recae la representación, que es la expresión básica del teatro.

El arte, actividad realizada por el hombre para disfrute de sí mismo, no podría quedar fuera del fenómeno de comunicación. Cada disciplina posee su propio código organizado con signos específicos que conforman un lenguaje. Así, la música, a través de la combinación de los sonidos y el silencio con el tiempo; la pintura, a través del trazo y el color; la danza, a través del movimiento; la literatura, a través de la palabra escrita, por mencionar solo algunas áreas del quehacer artístico, proponen un sistema de comunicación que por fuerza debe ser comprendido por la mayor parte de los individuos.

Pero una obra será considerada artística solo cuando establezca ese contacto con el espectador y cumpla con las reglas establecidas que conforman el código para cada disciplina. El artista expone su visión de lo que considera una realidad en la que todos los individuos están inmersos y el espectador puede reconocer su propia naturaleza dentro de esa realidad. Otro elemento que integra el código dentro del lenguaje



teatral, es la denominada *convención*, y corresponde en gran medida al espectador. La convención empieza desde el ingreso del espectador al espacio de la representación, al teatro, y consiste en una predisposición a aceptar como tal la veracidad de lo que se verá en escena. Es así como se establece la comunicación.

El teatro, como obra de arte, cumple así su objetivo de comunicar algo al espectador y es a través de una correcta selección de signos, al manejo adecuado del código teatral, al lenguaje propio de esta expresión artística, que parte desde la concepción misma del autor hasta llegar al individuo sentado en la última butaca del recinto, quien tendrá oportunidad de presenciar, por primera y última vez, un trozo de una cierta realidad irreplicable, ya que cada función es diferente y efímera en el escenario. Esto también forma parte del lenguaje teatral, y tanto el realizador como el espectador lo saben, y comparten el hecho de acudir al momento y al lugar precisos donde la expresión artística se manifiesta en toda su magnitud creativa.

## La improvisación

En términos generales, la improvisación se refiere al hecho de *arreglárselas*, de salir del paso, de resolver situaciones de manera rápida y efectiva.

Para algunas personas, lo de improvisación no sugiere otra cosa que un arreglárselas, la necesidad de hacer frente, como sea, a un bloqueo de la mente, o a la precisión de arreglar el motor de un auto, (...) a la mayoría de la gente le encanta la habilidad que semejante cosa implica, lo malo en la mayoría de tales géneros de improvisación es que la misma sigue asociada con lo que cabe lograr y con lo deficiente (Hodgson y Richards, 1974, p. 23).

En este contexto de *lo deficiente*, en esta noción que para muchos implica la improvisación, está el germen de nuestra preocupación y motivo del trabajo que nos ocupa. La improvisación como elemento fundamental para el entrenamiento actoral se ha devaluado a tal grado que se designa, en algunos casos, como algo para salir del paso y no para la exploración, la búsqueda, el descubrimiento y reconocimiento de los medios de expresión. La improvisación debe obedecer a objetivos específicos y la planeación de actividades debe ser congruente con lo que estamos buscando. De otra manera, caeríamos en ese calificativo de deficiencia en la preparación en la formación profesional de actores.

El arte del actor es a fin de cuentas un arte de improvisación. Al artista le gusta interpretar trescientas veces un mismo papel porque dice: «El espectáculo número trescientos es para mí el primero, ya que hallé en él matices que no había encontrado en el doscientos noventa y nueve» Siempre buscan y encuentran (Meyerhold, 1998, p. 189-190).

En el terreno teatral, la improvisación es un elemento fundamental para el entrenamiento del actor. En todos los talleres y en todos los niveles se utiliza con el fin de lograr que los prospectos, alumnos o participantes en un curso, exploren sus propios medios de expresión. Es un ejercicio que busca en el actor una desenvoltura que lo lleve a desarrollar ciertas *capacidades* (imaginación, concentración, creatividad), a través de enfrentarlo a situaciones y circunstancias propuestas deliberadamente. Se busca principalmente que el actor desarrolle una espontaneidad genuina en el escenario, que sea capaz de convencer al espectador y lo mantenga inmerso en el hecho escénico, en la representación de la que es copartícipe.

Recordemos que el trabajo en el escenario es una representación, por lo que es necesario aclarar que la espontaneidad de que hablamos posee tal carácter. Es decir, que el actor debe *representar* la espontaneidad. Entenderemos mejor esto si tomamos en cuenta que, para lograr una correcta interpretación, el actor ha participado ya en varios ensayos, ha expuesto su personaje una y otra vez a la misma relación con los otros personajes en la misma situación, lo que por fuerza eliminaría toda posibilidad de lo espontáneo. Sin embargo, a los ojos del público, debe parecer que el personaje se enfrenta por primera vez a una situación determinada. De ahí la veracidad del hecho escénico y que ya hemos mencionado con anterioridad y, a su vez, la convención teatral.

## La expresión creativa

En párrafos anteriores hemos mencionado la palabra *expresión* y le hemos añadido *teatral* y damos por hecho que el término es comprensible en todos los niveles. Se habla de expresión facial y se entiende que hablamos del lenguaje de los gestos; se habla de expresión corporal y se entiende que nos referimos al lenguaje del movimiento, a la utilización del cuerpo;

se habla de expresión oral y se entiende que nos referimos al lenguaje articulado, a la utilización de la voz. Los mencionados aquí de manera individual o por separado, son parte del lenguaje utilizado por el actor.

El factor principal que desde el escenario influye en el espectador, la carga interna que le debemos de proporcionar, el núcleo central del que hemos debido hablar es naturalmente, el pensamiento, la idea, el contenido. (...) Pero el hecho es que cuando queremos que nuestro pensamiento se comunique a la sala, que la idea llegue al espectador y que este aferre su contenido, tenemos que perfeccionar, afilar y hacer dúctiles y verdaderamente eficaces nuestros medios de expresión. (...) el espectáculo no tendrá vida si no sabemos expresar, si no sabemos manifestar esa idea (Meyerhold, 1998, p. 173).

Lo más complicado en términos de expresión es la *materialización* de una idea, en su traducción a signos conocidos dentro del código elegido para lograr la comunicación. De ahí la preocupación de Meyerhold en cuanto a perfeccionar los medios expresivos, y que es el tema central de lo que nos ocupa. Entendemos entonces que el actor debe expresar, decir a través de su cuerpo, su cara, su voz. Pero al hablar de *expresión teatral* nos referimos no solo a los medios que utiliza el actor para lograr su cometido, sino al todo; en primer término, a todos los elementos que integran la escena y que corresponden al lenguaje conformado por los decorados, la iluminación, el sonido o simplemente el espacio escénico y, en seguida, al trabajo del actor que debe utilizar correctamente todos sus medios de expresión.

Al respecto, Hilda Elola comenta:

(...) La expresión debe ser considerada como el término final de un proceso, y no como un medio o un instrumento al servicio del enriquecimiento de las habilidades comunicativas. Serían éstas, en cambio, instrumento de la expresión, ya que el producto final, cualquiera sea el lenguaje de comunicación elegido (corporal, verbal, gráfico, etc.) no es un simple medio de comunicación, sino un modo de ser y de realizarse típico del hombre (Elola, 1999, p. 27).

A fin de cuentas, si no se utiliza adecuadamente el lenguaje dentro del código establecido, el mensaje será desvirtuado y generará confusión en el espectador. Añade Elola:

El hombre se expresa mediante signos verbales y no verbales. La codificación de estos signos en un cierto lenguaje (de acción en nuestro caso) y la transmisión de los mismos, se conjugan en un hecho humano comprobable, tangible: en una conducta. La expresión es propia de todo tipo de comportamiento humano y consiste en la producción y uso de signos (Elola, 1999, p. 27).

Esta cita explica en un lenguaje más académico lo que ya habíamos expresado en párrafos anteriores. Pero lo importante es que la expresión o los medios de expresión requieren de un perfeccionamiento, de un adiestramiento que posea un sustento teórico y práctico, para no dejar toda la responsabilidad a la musa de la inspiración creadora.

Cuando hablamos de utilizar el ejercicio de la improvisación para que el actor logre el desarrollo de ciertas capacidades, mencionamos entre paréntesis algunas de ellas. En realidad, dichas capacidades las poseen todos los seres humanos y lo que hay que demostrar es eso, que se posee cierta capacidad. La creatividad está en los renglones superiores.

Decimos y exigimos que cualquier individuo que incursiona en el hecho artístico debe ser creativo, debe ser capaz de inventar algo nuevo con lo ya existente y explicamos esto, por ejemplo, con la labor de un poeta. El lenguaje ya existe, la palabra con sus significados, con su estructuración signica, pero es el poeta quien proporciona un nuevo modo de decir las cosas. Así es el lenguaje en el arte en general. Los elementos ahí están y hay que reconstruir, reelaborar, reacomodar los signos para proporcionar una manera distinta de ver o de decir, de transmitir en sí un mensaje.

Recurrimos de nuevo a las definiciones de Elola:

En sentido amplio crear puede ser entendido como sacar, construir algo de la «nada», o producir, inventar, componer una forma elaborándola con elementos preexistentes. En este caso decimos que el ser humano «crea» cuando construye algo que no existía como tal antes de su acción. Esta producción que, puede ser trascendente, única dentro de la historia de la humanidad, la pueden realizar solamente los individuos con una gran dosis de capacidad creativa (Elola, 1999, p. 28).

Esta capacidad creadora está presente, insistimos, en todos los individuos que recurren a ella para resolver los enigmas que su propio entorno les crea. Pero para el actor es imperativo el demostrar que se posee dicha capacidad, de lo contrario su incursión en el escenario se reducirá a una simple presencia

inanimada, en calidad de bulto, inexpresiva y por lo tanto estorbosa para el espectador y para el resto de sus compañeros. Nuestra insistencia en cuanto a la exigencia para el actor en lo que estamos hablando obedece también a que el actor trabaja dentro de un escaparate, a la vista de todo el mundo.

Añade Hilda Elola:

(...) algunas características que se reconocen en todas las personalidades evaluadas como creativas. (...) un estudio realizado por el prof. Viktor Lowenfeld en la universidad del Estado de Pennsylvania:

1. SENSIBILIDAD: El individuo sensible creativo es sensible a los problemas, necesidades, actitudes y sentimientos de los otros (...).

2. FLUIDEZ: Esta se refiere a la capacidad de sacar permanentemente ventaja de la situación que se está desarrollando, de utilizar cada paso terminado como una nueva posición desde la cual evaluar el problema para seguir adelante.

3. FLEXIBILIDAD: La gente que tiene gran capacidad creadora se adapta rápidamente a las situaciones nuevas y a los cambios (...).

4. ORIGINALIDAD: Esta se explica a sí misma. (...) Diversidad de soluciones aportadas.

5. CAPACIDAD DE REDIFINICION. La gente creativa tiene una capacidad poco común para reacomodar ideas, conceptos, gente y cosas, para transponer las funciones de los objetos y utilizarlos de maneras nuevas.

6. CAPACIDAD DE ABSTRACCION: (...) Supone la capacidad de analizar los componentes de un proyecto y de comprender las relaciones entre esos componentes, es decir, extraer detalles del «todo».

7. CAPACIDAD DE SINTESIS: esto es lo opuesto a la capacidad de analizar. Significa la capacidad de combinar varios componentes para llegar a un «todo».

8. COHERENCIA DE ORGANIZACIÓN: la capacidad de organizar un proyecto, expresar una idea o crear un diseño de modo tal que nada sea superfluo. En otras palabras, obtener el máximo de lo que se tiene para trabajar (Elola, 1999, p. 29).

Para tratar de enlazar o relacionar este apartado de la creatividad con la expresión y el ejercicio de improvisación, recordaremos que la improvisación permite al individuo desarrollar sus propios medios (de expresión) y le permite hacerlo con eficacia, sensibilidad, fluidez, flexibilidad y originalidad, además de demostrar una gran capacidad de abstracción, redefinición y síntesis (creatividad).

## La formación profesional

En el ánimo popular, la palabra *profesional* implica o sugiere una suerte de ser superdotado, de individuo fuera de serie, de otra dimensión, de un ser intocable e inalcanzable. Nos referimos al ámbito del espectáculo. Para el común de la gente, actores profesionales son los que *salen en la tele* o en el cine. Llegan a creer y a decir que son *artistas*, concepto bastante desvirtuado en la actualidad.

El teatro, para nuestra comunidad todavía provinciana, prácticamente no existe. Por ignorancia, lo decimos sin intenciones peyorativas - tal vez deberíamos decir por desconocimiento-, el posible público para el teatro en nuestra comunidad desdeña el trabajo local por considerarlo de poca calidad y falta de profesionalismo. O sea que un actor de teatro en nuestro entorno, para ellos no es gran cosa.

En un ambiente donde la actividad artística es considerada un espacio para la ociosidad, es verdaderamente difícil destacar o validar la actividad creadora de los hacedores de teatro. Es un asunto de educación.

Desde hace siglos, la actividad artística estaba contemplada como un recurso para ocupar el tiempo libre y eran las señoritas de sociedad quienes se acercaban a la pintura, la música e incluso la danza, pero era mal visto que se acercaran al teatro. En el imaginario colectivo se asoció el quehacer teatral con los malos hábitos, con la disipación, en fin, con la *mala vida*. En el último de los casos, quien se atreviera a participar en el espectáculo seguramente era alguien de dudosa reputación.

Por desgracia, durante siglos, ninguna persona «decente» podía dedicarse al teatro sin renunciar a su reputación y a su posición social. En consecuencia, los grandes actores del siglo XVIII, y aún del siglo XIX, eran, en el mejor de los casos, estudiantes que habían abandonado su carrera, o hijos de buena familia que se habían fugado de su hogar, animados de gran voluntad, pero sin ninguna preparación técnica (Wagner, 1986, p. 5).

Esa percepción ha llegado hasta nuestros días. Un pintor, un músico o un actor no pasa de ser, para el común de la gente, un holgazán, un vago o alguien de moral sospechosa. Se asocia la actividad artística incluso con el libertinaje.

Por otro lado, el ánimo popular también manifiesta una actitud muy arraigada de *malinchismo*. Permea la idea de que todo lo que proviene de fuera es siempre de mejor calidad. Esto no es exclusivo para la actividad artística. En todos los ámbitos, como seres humanos, deseamos siempre lo que, en apariencia, no tenemos. Aquí valdría la opinión de la psicología para entender este tipo de conducta inconforme, aunque nuestra intención no es hacer un análisis psicológico de ese tipo de conducta, sino establecer que la actividad artística es quizá la que más padece del desdén de la mayoría de la población. A esto hay que agregar otro tipo de factores que van de lo económico, a lo político y lo social.

En el actual sistema educativo no se ha valorado la importancia de las actividades artísticas, prácticamente inexistentes. El resultado es que termina como encargado de la asignatura quien menos preparado está para ello. El alumno está en un proceso de formación, aprende actitudes y si el maestro no demuestra interés, -por desconocimiento o ignorancia- tomará la materia como algo sin sentido, para pasar el tiempo únicamente, una materia de relleno. Esta es una de las razones por las que ha prevalecido, a pesar de todas las reformas educativas, la sensación de que el arte es algo extraño, que no nos beneficia en nada, que no es productivo y que sirve para matar el tiempo.

Es cierto que una de las funciones del arte es la que se refiere al entretenimiento, pero debemos de reconocer, en el teatro, por ejemplo, que los actores trabajan mientras los demás descansan. Explicamos esto: las funciones de teatro son, por lo general, en espacios de tiempo que permitan al espectador asistir después de haber cumplido su jornada laboral. Además, el espectador asiste a la representación para contemplar un producto terminado.

Nunca o muy pocas veces, el espectador es consciente del trabajo previo o del proceso que se originó con la idea del dramaturgo, la materialización de la idea en un texto dramático, la selección, previa lectura, del texto por algún productor o director de teatro, la selección del reparto y del equipo de producción, las primeras lecturas, el trabajo de mesa consistente en el análisis del texto y de los personajes, los primeros bosquejos del trazo escénico, la memorización, pruebas de vestuario, ensayos con iluminación, ensayos con intenciones, ensayo técnico y los interminables ensayos, hasta llegar al ensayo

general con todos los elementos de la producción y, por último, la función de estreno a la prensa y al público en general.

Desde nuestra perspectiva, el profesional es aquel individuo que, simple y sencillamente, hace las cosas bien. El que se compromete con su trabajo y disfruta haciéndolo. Pero profesional, en el sentido literal de la palabra, tiene que ver con profesión y esta es la ocupación u oficio que requiere estudios especiales. Entonces, el ejercicio de la actuación realizado por un actor, no puede ser de calidad si no hay una capacitación previa, un entrenamiento específico.

(...) Estos artistas se habían formado, naturalmente, en el propio teatro, durante las representaciones, más bien gracias a sus fracasos que a sus éxitos; y sostenían con orgullo que el actor sólo se forma sobre las tablas y frente al público, es decir, siguiendo el largo camino del autodidacta. ¡Cuánto tiempo habrían ahorrado esos actores, cuántos vicios habrían dejado de adquirir, cuánto más habrían logrado si alguien les hubiera enseñado a tiempo los elementos básicos de la actuación! (Wagner, 1986, p. 6).

La formación actoral exige un estudio serio y formal, lo mismo que se espera de cualquier profesional.


## Conclusiones

El actor debe entrenar a su cuerpo porque es la herramienta que ha de conducirlo como el medio de expresión creativa, creador de situaciones en la actuación. Así como el cuerpo, la improvisación requiere formación y entrenamiento; improvisar es arte y es ciencia que habilita al actor a soltar amarras en el escenario. El actor, con inteligencia y creatividad, usa su cuerpo, en toda su expresión creativa, para lograr una improvisación creíble que impacte al público.

La expresión creativa del actor es un lugar al cual solo se puede llegar con un entrenamiento formal y continuo; es la base para la construcción del oficio del actor, fortaleciendo su capacidad creativa y memoria individual y colectiva. La creatividad se concibe como una construcción corporal y vocal que surge de forma natural luego de que el actor alcanza la perfección anhelada; es ahí precisamente cuando el actor se permite buscar otras rutas, nuevas estructuras y nuevas propuestas creativas en su interpretación.

Es necesario que se propicien espacios para la formación y desarrollo de teatro en todos los niveles de educación en nuestro país, con propuestas concretas que abonen a la formación de actores y a la generación de actividades artísticas. La formación actoral exige un estudio serio y formal, lo mismo que se espera de cualquier profesional de otras disciplinas.

## Bibliografía

- Oliva, C. & F. Torres Monreal. 1997. Historia Básica del Arte Escénico, Ediciones Cátedra, S.A., Madrid. ISBN: 84-376-0916-X. <https://bit.ly/3DXbsXQ>
- Hodgson, J. y Richards, E. 1986. Improvisación (Arte / Teoría teatral) Editorial Fundamentos, Madrid, España. ISBN 10: 8424503201 / ISBN 13: 9788424503208
- Meyerhold, V.E. 1998. El Actor Sobre la Escena: Diccionario de Práctica Teatral. pp.189-190. Editorial Escenología. ISBN 9789687155241
- Elola, H. 1989. Teatro para maestros : el juego dramático para la expresión creadora. p.27. Editorial Marymar, Buenos Aires. <https://bit.ly/3Cci8A5>
- Wagner, F. 1986. Teoría y técnica teatral. Editores Mexicanos Unidos, p. 5. 

---

Este artículo es citado así:

Sierra-Soto, L. H. 2019. La improvisación como expresión creativa en la formación profesional de actores -entre lo formal y lo vivencial- *TECNOCIENCIA Chihuahua* 13(1):1-8.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.207>

# Organic and inorganic selenium supplementation on the productive and reproductive performance of hair ewes

Suplementación con selenio orgánico e inorgánico sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas de pelo

LUIS H. DÍAZ-GARCÍA<sup>1</sup>, FELIPE RODRÍGUEZ-ALMEIDA<sup>2</sup>, GWENDOLYNE PERAZA-MERCADO<sup>3</sup>, FRANCISCO CASTILLO-RANGEL<sup>2</sup>, OSCAR RUIZ-BARRERA<sup>2</sup> Y LEONARDO CARLOS-VALDEZ<sup>2,4</sup>

Recibido: Septiembre 10, 2018

Aceptado: Febrero 25, 2019

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with organic and inorganic selenium on the productive and reproductive performance of ewes and their offspring. Selenium (Se) is an essential mineral for sheep, studies have found its intestinal absorption and bioavailability in the animal is greater when it comes from an organic source. A total of 18 multiparous and 22 nulliparous ewes Pelibuey breed were used in this study, averaging  $54.8 \pm 9.4$  kg and  $39.7 \pm 5.6$  kg of body weight (BW). The experimental units were blocked by the number of parturitions (none or more than one). Then randomly assigned to one treatment: basal diet +1.2 ppm of organic Se (OSe, Sel-Plex®) or basal diet +1.2 ppm inorganic Se (ISe). Using the linear model PROC MIXED, BW changes were measured in ewes and average daily gain (ADG) in offspring. Fisher's test, chi-squared test and *t* test were used for analyzing reproductive rates and production efficiency. No differences ( $P > 0.05$ ) were found for BW changes, productive efficiency, and pregnancy rate between treatments. Prolificacy was higher ( $P < 0.05$ ) for primiparous ewes in the OSe group vs the ISe group (66.7 vs 18.2 %). No differences ( $P > 0.05$ ) were found for birth weights of lambs. The ADG was higher ( $P < 0.05$ ) for the offspring of ISe vs OSe ewes. This indicates that the OSe supplementation improves reproductive parameters, but not the productive such as ADG.

**Keywords:** organic e inorganic selenium sources, sheep behavior, hair ewes.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con selenio orgánico e inorgánico sobre el desempeño productivo y reproductivo en ovejas de pelo. El selenio (Se) es un mineral esencial en ovinos; estudios han encontrado que su absorción intestinal y biodisponibilidad dentro del animal es mayor cuando proviene de una fuente orgánica (EFSA, 2014). Dieciocho ovejas multíparas y 22 nulíparas de raza Pelibuey con  $54.8 \pm 9.4$  kg y  $39.7 \pm 5.6$  kg de peso vivo fueron utilizadas para formar bloques, considerando número de partos (0 o 1 en adelante); luego asignadas aleatoriamente a un tratamiento: dieta basal +1.2 ppm Se orgánico (OSe, Sel-Plex®) o dieta basal +1.2 ppm Se inorgánico (ISe). Fue usado un modelo lineal PROC MIXED para cambios de peso en ovejas y ganancia diaria de peso (GDP) en crías; y las pruebas de Fisher, chi-cuadrada y *t* para parámetros reproductivos y eficiencia de producción. No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) para cambios de peso, eficiencia productiva, porcentaje de preñez entre tratamientos. La prolificidad fue mayor ( $P < 0.05$ ) para nulíparas bajo OSe vs ISe (66.7 vs 18.2 %). No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) para pesos al nacimiento en corderos. La GDP fue mayor ( $P < 0.05$ ) para corderos hijos de borregas bajo ISe vs OSe. Es concluyente que el Ose mejora parámetros reproductivos, pero no los productivos como las GDP.

**Palabras clave:** selenio orgánico e inorgánico, comportamiento en Ovinos, ovejas de pelo.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km 31.5 carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo, colonia Enrique Estrada, Gral. Enrique Estrada, Zacatecas, México. C.P. 98500

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km. 1, Chihuahua, Chih., México, 31453. Tel. (614) 434-1448.

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Ave. Plutarco Elías Calles #1210, Colonia Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. C.P. 32310

<sup>4</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: lcarlos@uach.mx

## Introduction

**S**elenium (Se) is an essential trace mineral for living organisms, and its importance is mainly related to the glutathione peroxidase enzyme (Libién-Jiménez *et al.*, 2015). This element could be an effective strategy to improve animal performance and reduce the negative effects of nutrient restriction to improve oxidative stress (Mousaie *et al.*, 2017).

Selenium supplementation has been reported to enhance productive and reproductive ewe lamb performance (Mousaie *et al.*, 2014). In general, Se fed diet has a positive effect for growth, reproduction, milk synthesis, and immune system functions in sheep. The Food and Drug Administration (FDA) regulations of the EU had authorized the Sel-Plex as a nutritional additive; produced by *Saccharomyces cerevisiae* cultures (EFSA, 2014). The FDA recommend that Se be supplemented in feed by 0.3 mg/kg (Hall *et al.*, 2012). However, this recommendation does not consider the Se source, which is usually classified as inorganic and organic. The inorganic element is typically administered through commercial mineral premixes or injected as Na-selenite or Na-selenate. Organic Se is associated with the amino acids methionine and cysteine, which are found in Se-yeast and make it highly digestible (Stewart *et al.*, 2012; EFSA, 2014). Therefore, new alternatives for the supplementation of this mineral are being studied to improve and enhance animal performance. Sel-Plex (*Saccharomyces cerevisiae* cultures) has been demonstrated to have a higher digestibility compared with inorganic selenium as feeding additive in animal performance. However, these are still contradictory results because the accelerated lambing system demands high nutritional levels and also the ewes are under continuing nutritional and management stress. The objective of this study was to evaluate the effect of feeding inorganic and organic Se on the productive and reproductive performance of hair ewes and their offspring's.

## Materials and methods

All procedures involving animals were approved by local official techniques for animal care (NOM-051-ZOO-1995: Humanitarian care of animals during mobilization of animals; NOM-024-ZOO-1994: Animal health stipulations and characteristics during transportation of animals). Forty Pelibuey non-pregnant ewes were used in the study (n = 22 nulliparous ewes, and n = 18 multiparous, with one

or more parturitions; averaging  $39.7 \pm 5.6$  and  $54.8 \pm 9.4$  kg of initial body weight [BW], respectively). Prior to the start of the experiment, all sheep received 1 mL/50 kg BW of Dectomax (0.2 mg/kg BW of doramectin; Zoetis) and 2.5 mL of Bobact-8® (MSD). All experimental units were blocked by the number of parturitions and randomly assigned to one of two treatments, resulting in two groups of nulliparous and multiparous ewes. Doses of 1.2 ppm of inorganic Se (ISe) or organic Se (OSe) Sel-Plex50<sup>MR</sup> were added to the basal diet of each group. The basal diet was prepared every week and consisted of 57% forage (alfalfa hay and oat hulls) and 43% concentrate composed of mainly alfalfa and steam-rolled corn grain to cover nutritional requirements (NRC, 2007; Table 1).

**Table 1.** Composition of experimental diets and chemical analysis.

Ingredients	Gestation	Lactation
Corn flakes, kg	21.3	18.2
Oat hulls, kg	17.4	18.5
Alfalfa hay, kg	57.2	57.4
Soybean meal, kg	-	3.0
Molasses, kg	3.6	2.5
Mineral premix <sup>1</sup> , kg	0.3	0.3
Salt, kg	0.1	0.1
OSe or ISe, ppm	1.2	1.2
Chemical analysis (kg kg <sup>-1</sup> )		
DM	93.4	93.4
OM	89.7	89.6
CP	14.7	15.6
ADF	29.4	28.9
NDF	36.6	46.1
EE	6.3	7.2

<sup>1</sup> Commercial mineral premix, each 100 g contains: 1.4% Mg, 0.26% S, 0.12% Fe, 0.048% Cu, 0.003% Co, 0.072% Mn, 0.42% K, 0.12% Zn, 0.003% I, 3.936% Na, 6.064% Cl, 14% Ca, and 8% P. DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, ADF = acid detergent fiber, NDF = neutral detergent fiber, EE = ether extract.

Source: Author's own elaboration.

The study was performed at the Facultad de Zootecnia of the Universidad de Chihuahua, from July 1<sup>st</sup> of 2006 through April 30<sup>th</sup> of 2007. It began with the selenium supplementation to the ewes; six weeks before the breeding season, all through the gestation period and continued 90 days postpartum until weaning time. Pregnancy rate, prolificacy, production efficiency, and postpartum BW changes were evaluated for the ewe lambs and ewe groups. The average daily gain (ADG) of the offspring was also estimated. The pregnancy rate was determined by ultrasound imaging using an Aloka SSD-500V with a 3.5 MHz transabdominal probe 60 days after the end of the breeding period. Prolificacy was determined after lambing was completed by dividing the total number of offspring born per group by the number of ewes lambing within each treatment group. Productive efficiency was measured by the formula: (weaned lamb kg/ewe kg) \* 100. Body weight changes in ewes were determined from the beginning of the experiment using an electronic scale to weigh individuals every 14 days. The offspring were also weighed every 14 days from birth to weaning day (at 90 days of age).

Continuous variables of BW changes in ewes and ADG in offspring were analyzed with PROC MIXED using a linear model that included treatment, age, treatment by age, type of lambing, and type of birth by age (SAS®). The random effects in the model were the ewes, lambs within treatments, and rams. Fisher's and Chi-square test were used to analyze pregnancy rates and prolificacy, respectively. A *t* test for independent samples was used for production efficiency to observe the effect of treatment on these variables.

## Results and discussion

Pregnancy rate was not different ( $P > 0.05$ ) by treatment (OSe vs ISe) among the four groups (81.8% vs 77.7%; and 72.7% vs 66.6%, nulliparous and multiparous, respectively). Although it can observe a higher pregnancy rate for OSe of nulliparous ewe compare to the multiparous group. Even when no significant differences were found between organic or inorganic Se source. Hall *et al.* (2012) demonstrated high bioavailability of OSe in supplemented ewes.

For other way, Awawdeh *et al.* (2019) recently found that multiple injections of vitamin E and Se improve the pregnancy rate but not the fertility of the ewes. Then our results are some similar to these studies; where has been demonstrated that both Se sources (organic and inorganic) have positive effects on reproductive performance in ewes. Been numerically higher when in nulliparous fed with Ose.

The prolificacy rate was higher ( $P < 0.05$ ) for the nulliparous OSe group compared with the nulliparous ISe group (66.7% vs 18.2%, respectively; Table 2). These results are similar to those of Davis *et al.* (2006) and Steen *et al.* (2008), who reported that organic Se supplementation increased Se concentrations in blood and organ tissues. With positive effects in tissue metabolism that consequently could enhance the pregnancy rate and prolificacy. Sanchez *et al.* (2008) found a positive effect with Se supplementation on estrous synchronization inside and outside the breeding season. However, Sánchez *et al.* (2008) reported high embryonic mortality caused by Se supplementation of the dam previous mating period. Contrary to our findings fed diet OSe increases the number of lambs per lambing in the nulliparous ewes. There were also no differences ( $P > 0.05$ ) found between OSe and ISe treatments in the multiparous groups. These results can be support with Awawdeh *et al.* (2019), whom reported increase in prolificacy in ewes with multiple injections of vitamin E and Se, pre- and post-mating. Showing that inorganic or organic Se have a positive effect on prolificacy rate.

No differences ( $P > 0.05$ ; Table 2) in BW changes were found between treatments for nulliparous and multiparous groups. Similarly, Awawdeh *et al.* (2019) reported no positive BW changes in ewes and their lambs under multiple injections of vitamin E and Se. Kumar *et al.* (2009) reported a positive effect on ADG in feed lot lambs supplemented with Se, been higher for those receiving organic Se compare to the inorganic fed. Also, Awadeh *et al.* (1998) reported that cows supplemented with Se did not increase their BW during the experimental period. Most studies report OSe benefits for reproduction parameters and immune system, but no improvement in ADG. All these studies support our results with no positive effect of Se fed diet on BW changes.



**Table 2.** Productive and reproductive performance in Pelibuey ewes supplemented with organic selenium (OSe) or inorganic selenium (ISe).

Parameter	Nulliparous		Multiparous	
	OSe	ISe	OSe	ISe
Production efficiency (%)	68.3 ± 6.8	65.3 ± 4.5	72.0 ± 7.7	77.6 ± 5.6
Prolificacy (%)				
Lambing singles	33.3 <sup>a</sup>	72.7 <sup>b</sup>	11.1	33.3
Lambing twins	66.7 <sup>a</sup>	18.2 <sup>b</sup>	55.6	66.7
Lambing triplets	0.0 <sup>a</sup>	9.1 <sup>b</sup>	33.3	0.00
Pregnancy (%)*	81.8	72.7	77.7	66.6

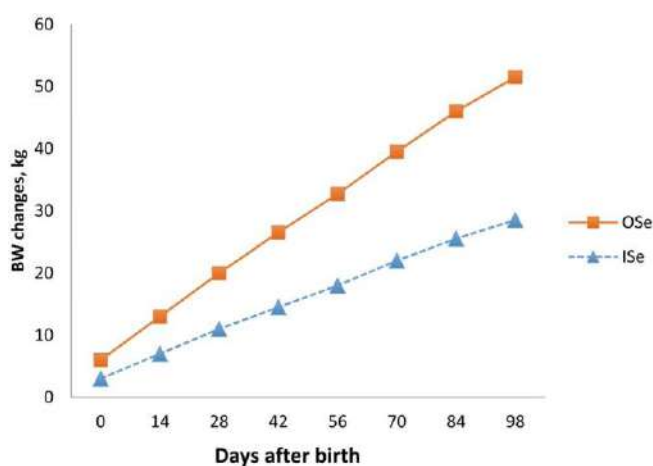
<sup>a,b</sup> Different literals between columns indicate differences ( $P < 0.05$ ) between treatments.

\* Evaluated within the time of the experiment. OSe = basal diet plus 1.2 ppm organic selenium (Sel-Plex), ISe = basal diet plus 1.2 ppm inorganic selenium.

Source: Author's own elaboration.

Offspring birth weights were not different ( $P > 0.05$ ) between treatments. However, ADG was higher ( $P < 0.05$ ) for the offspring of nulliparous supplemented with ISe compared with those receiving OSe (Figure 1) with regression coefficients of  $3.68 \pm 0.75$  and  $3.21 \pm 0.72$ , respectively. While no differences ( $P > 0.05$ ) were found by ADG for the offspring of multiparous ewes. We believe that the maximum ADG present in the offspring of ISe nulliparous group was because had a higher of single births. Due to the fact that single birth lambs have a greater advantage ( $P < 0.05$ ) over twins because they do not have competition for suckling milk, which usually results in better performance during the lactation period. Davis *et al.* (2006) reported Se placental transfer from the ewe to the fetus, and Stewart *et al.* (2012) reported benefits in ADG for the offspring of ewes supplemented with supranutritional Se concentrations. Also, Hefnaway *et al.* (2008) reported that subcutaneous or oral sodium selenite have a positive relationship between maternal plasma, milk and lamb plasma; improving the body weight gain of the newborn lambs. Kumar *et al.* (2009) reported improved growth rate of lambs fed Se supplemented diets; being higher when lambs were under OSe fed diet. Fed Se supplementation diets has been demonstrated to improve weight gain and

gain:feed (Mahima, 2006). Studies have shown that OSe is better absorbed and utilized in ruminants when compared to ISe source (Kumar *et al.*, 2009). These studies reported a positive effect over ADG of new born lambs from organic and inorganic Se supplemented ewe's pre-parturition and post-partum. The results for the present study is similar body weight gain; although single births could have a potential effect for this rate.



**Figure 1.** Body weight (BW) changes of the offspring from nulliparous ewes.

Source: Author's own elaboration.


## Conclusions

Supplementation of 1.2 ppm of OSe at least six weeks before the breeding season had favorable effects on pregnancy rates and prolificacy in nulliparous Pelibuey ewes. However, no beneficial effects were found on postpartum BW changes. More studies about OSe supplementation are therefore recommended because even though there have been some reports, the results remain inconsistent. Probably due to the way OSe is supplied, the doses and source of Se supplementation. We also recommend measurement of glutathione peroxidase activity, which is the best indicator of Se metabolic status which could be associated with animal performance results.

## Acknowledgements

This research was partially supported by Facultad de Zootecnia y Ecología and by Alltech de Mexico. We thank Ing. Tabuada, who provided insight and expertise that greatly assisted in the research. Also, we thank Robert Tafanelli for assistance as a reviewer and their comments on earlier version of the manuscript.

## Literature Cited

- AWADEH, F. T., R. L. Kincaid, and K. A. Johnson. 1998. Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves. *Journal of Animal Science* 76:1204-1215.
- AWAWEH, M. S., A. H. Eljarah, M. M. Ababneh. 2019. Multiple injections of vitamin E and selenium improve reproductive performance of estrus-synchronized Awassi ewes. *Tropical Animal Health and Production*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30706332>. Consulted, 15<sup>th</sup> of March of 2019.
- DAVIS, P. A., L. R. McDowell, N. S. Wilkinson, C. D. Buergelt, R. Van Alstyne, R. N. Weldon, and T. T. Marshall. 2006. Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentrations of lambs. *Small Ruminant Research* 65:14-23.
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Scientific Opinion on Safety and efficacy of Sel-Plex® (organic form of selenium produced by *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060) for all species. *EFSA Journal* 2014;9(4):2110. [52 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.2110. Available online: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)
- GUYOT, H, P. Spring, S. Andrrieu, F. Rollin. 2007. Comparative responses to sodium selenite and organic selenium supplements in Belgium Blue cows and calves. *Livest. Sci.* 111:259-263.
- HALL, J. A., R. J. Van Saun, G. Bobe, W. C. Stewart, W. R. Vorachek, W. D. Mosher, T. Nichols, N. E. Forsberg, and G. J. Pirelli. 2012. Organic and inorganic selenium: I. Oral bioavailability in ewes. *Journal of Animal Science* 90:958-576.
- HEFNAWY, A. E., R. López-Arellano, A. Revilla-Vázquez, E. Ramírez-Bribiesca and J. Tortora-Pérez. 2008. Effect of pre- and postpartum selenium supplementation in shee. *J. of Animal and Veterinary Advances* 7:61-67.
- KOYUNCU, M. and H. Yerlikaya. 2007. Effect of selenium-vitamin E injections of ewes on reproduction and growth of their lambs. *South African Journal of Animal Science* 37:233-236.
- KUMAR, N., A. K. Garg, R.S. Dass, V. K. Chaturvedi, V. Mudgal, V. P. Warshney. 2009. Selenium supplementation growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 153:77-87.
- MOUSAIE, A., R. Valizadeh and M. Chamsaz. 2017. Selenium-methionine and chromium-methionine supplementation of sheep around parturition: impacts on dam and offspring performance. *Archives of Animal Nutrition* 71:134-149.
- MOUSAIE, A., R. Valizadeh, A. A. Naserian, M. Heidarpour, H. Kazemi-Mehrerd. 2014. Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status and physiological response to transportation stress of Baluchi ewe lambs. *Biol Trace Elem Res.* 162:113-123.
- LIBIÉN-JIMÉNEZ, Y., M. D. Mariezcurrena-Berasain, J. Lugo de la Fuente, A. Z. M. Salem, A. E. Kholif, R. Vaca-Paulin and M. A. Mariezcurrena-Berasain. 2015. Effect of organic selenium supplementation in the diets of finishing sheep on meat color and pH during shelf life. *Indian J. Anim. Res.* 49:652-657.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington, D.C., USA. National Academy Press.
- SÁNCHEZ, J., A. Jiménez, S. Regodón, and S. Andrés. 2008. Inhibitory effect of selenium supplementation on the reproductive performance in synchronized Merino sheep at range conditions in a selenium-deficient area. *Reproduction of Domestic Animals* 43:328-332.
- STEEN, A., T. Strøm, and A. Bernhoft. 2008. Organic selenium supplementation increased selenium concentrations in ewe and newborn lamb blood and in slaughter lamb meat compared to inorganic selenium supplementation. *Acta Veterinaria Scandinavia* 50:1-6.
- STEWART, W. C., G. Bobe, W. R. Vorachek, G. J. Pirelli, W. D. Mosher, T. Nichols, R. J. Van Saun, N. E. Forsberg, and J. A. Hal. 2012. Organic and inorganic selenium: II. Transfer efficiency from ewes to lambs. *Journal of Animal Science* 90:577-584. 

Este artículo es citado así:

Díaz-García, L. H., F. Rodríguez-Almeida, G. Peraza-Mercado, F. Castillo-Rangel, O. Ruiz-Barrera y L. Carlos-Valdez. 2019. Organic and inorganic selenium supplementation on the productive and reproductive performance of hair ewes. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(1):9-14. DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.303>

## Resumen curricular del autor y coautores

**LUIS HUMBERTO DÍAZ GARCÍA.** Terminó su licenciatura en el año 2000, año que le fue otorgado el título de Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Realizó su Maestría en Producción Animal con Área Mayor en Nutrición en la Universidad Autónoma de Chihuahua, obteniendo el grado de Maestro en Ciencias en 2004. Desde 2003 a la fecha es Docente Investigador Asociado C en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es perfil PRODEP de 2011 a la fecha. Ha dirigido más de 23 tesis de licenciatura y 3 de maestría. Es autor y coautor de 5 artículos científicos y más de 25 ponencias, de las cuales más de 10 han sido por invitación en congresos y eventos nacionales e internacionales. Cuenta con más de 30 memorias en extenso en congresos nacionales e internacionales y la publicación de un manual en producción de ovinos. Su área de especialización es la Nutrición de Rumiantes y Parasitología Veterinaria. Ha dirigido un proyecto financiado con recursos externos.

**FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA.** Es Ingeniero Zootecnista (1988) y Maestro en Ciencias en Producción Animal con área mayor en Reproducción y Genética por la Universidad Autónoma de Chihuahua (1990). Obtuvo su doctorado en la Universidad de Nebraska-Lincoln (1994) en el área de Mejoramiento Animal, su disertación se orientó al desarrollo de modelos para la evaluación genética de bovinos carne en poblaciones multirraciales. Su trabajo de investigación en México lo ha enfocado principalmente al desarrollo de evaluaciones genéticas nacionales, la evaluación de cruza para la producción de carne de ovino y bovino, con énfasis especial en la eficiencia biológica y los factores que influyen en la misma, y la incorporación de la genética molecular y la genómica en los programas de mejora genética de ovinos en México. Es autor y coautor de más de 45 artículos en revistas indexadas y arbitradas, tres capítulos en libro, y más de 60 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales. Se ha desempeñado como académico en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua desde 1990 y ha sido Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1993 (Candidato 1993-1996, Nivel I 1996-2002, 2008-2022).

**GWENDOLYNE PERAZA MERCADO.** Terminó la licenciatura en Química Industrial en 1997, título otorgado por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Realizó su posgrado en Yucatán, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos en 2000 por la Universidad Autónoma de Yucatán, y el grado de Philosophy Doctor in Animal Production en el área de Ciencias de la Carne en 2010 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde 2001 labora en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Su área de especialización son los alimentos de origen animal y vegetal, y la tecnología de alimentos. Ha participado con más de 30 trabajos de investigación en congresos nacionales e internacionales, como autor principal y coautor. Ha dirigido 7 proyectos de investigación financiados por fuentes externas y fondos propios. Tiene más de 24 publicaciones científicas arbitradas, así como capítulos de libros. Actualmente es Secretaria del Comité Institucional de Ética y Bioética de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y es Quinto Vocal de la Mesa Directiva del CONAECQ (Consejo Nacional para la Evaluación de Programas de Ciencias Químicas) de COPAES. En cuanto a lenguas extranjeras, posee un 100% de inglés y español y 85% en francés e italiano.

**FRANCISCO CASTILLO RANGEL.** Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Médico Veterinario Zootecnista por la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Nutrición Animal en 2007 por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), y el grado de Doctor in Philosophia también en el área de nutrición animal, en 2011 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde diciembre de 2013 labora en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH y posee la categoría de Académico titular B. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde enero de 2019 a la fecha. Su área de especialización se basa en el uso de aditivos en los sistemas de alimentación animal y su impacto ambiental. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura y 2 de maestría. Es autor de más de 15 artículos científicos, ha participado en 2 ponencias en congresos internacionales, y ha sido coautor de 1 libro; además ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Ha fungido como evaluador PRODEP en los últimos dos años. Es árbitro de una revista científica de circulación internacional.

**OSCAR RUIZ BARRERA.** Es Ingeniero Zootecnista por la Universidad Autónoma de Chihuahua (Chihuahua, México), Maestro en Ciencias (Forrajes) por el Colegio Superior de Agricultura Tropical (Tabasco, México) y doctorado (Nutrición Animal) por La Universidad de Reading (Berks, Inglaterra). Es el maestro decano de la Facultad de Zootecnia y Ecología, con una antigüedad de 43 años y posee la categoría de Académico Titular C. Ha titulado 10 estudiantes de doctorado, 5 de maestría y 10 de licenciatura. Es el coordinador del Cuerpo Académico consolidado CA-1 (UACH). Desde el año 2000 ha publicado 60 artículos científicos como autor y coautor en revistas indexadas nacionales e internacionales, 4 capítulos de libros y más de 70 ponencias en congresos nacionales e internacionales. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (CONACYT) Nivel I y evaluador acreditado del CONACYT (RCEA).

**LEONARDO CARLOS VALDEZ.** Terminó su licenciatura en 1995, año en que le fue otorgado el título de Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal en 1998 por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), y el grado de Philosophy Doctor en el área de nutrición animal en 2009 por Oklahoma State University. Desde 1998 labora en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH. Su área de especialización es la nutrición y reproducción de ovinos. Ha participado con más de 20 trabajos de investigación en congresos nacionales e internacionales, como autor principal y coautor. Ha dirigido más de 4 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Tiene más de 12 publicaciones científicas arbitradas y memoria en extenso en congresos internacionales y nacionales.

# Concentraciones y movilidad relativa de isoformas de titina después de tres distintos entrenamientos de flexibilidad

Concentrations and relative mobility of titin isophorms after three different flexibility trainings

ESTÉLIO HENRIQUE MARTIN-DANTAS<sup>1,2,5</sup>, ELIANE GOMES DA SILVA-BORGES<sup>1</sup>,  
GABRIEL GASTÉLUM-CUADRAS<sup>3</sup>, MAURA LOURENÇO-FERNANDES<sup>1</sup> Y RENATO RAMOS-COELHO<sup>4</sup>

*Recibido: Enero 17, 2018*

*Aceptado: Marzo 3, 2019*

## Resumen

La flexibilidad muscular es un importante componente de aptitud física y está relacionada con el desempeño de actividades diarias y deportivas. Es determinada por factores intrínsecos y extrínsecos. En el caso de los intrínsecos, se destaca la concentración de titina en los músculos esqueléticos. El objetivo de este estudio fue comparar las concentraciones y la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina después de 16 semanas de entrenamiento con diferentes ejercicios de flexibilidad. Para ello, 51 individuos entrenados, del sexo masculino con edades entre los 19 y 26 años, y con por lo menos 6 meses de entrenamiento físico, fueron divididos en tres grupos: elongación, flexibilización activa y flexibilización pasiva. La elongación no implicó ninguna modificación que pueda desvirtuar los porcentuales y la movilidad de las isoformas de titina. Los grupos que realizaron flexibilización presentaron disminución porcentual de la isoforma T1 y aumento porcentual de la isoforma T2, además del aumento de la movilidad relativa de estas dos isoformas de titina. La flexibilización pasiva implicó en mayores alteraciones en los porcentuales de las isoformas T1 ( $\Delta\%$  = -11.30% para  $p < 0.05$ ) y T2 ( $\Delta\%$  = 21.45% para  $p < 0.05$ ). La flexibilización activa promovió mayor aumento de movilidad relativa de las isoformas T1 ( $\Delta\%$  = 26.53% para  $p < 0.05$ ) y T2 ( $\Delta\%$  = 10.96% para  $p < 0.05$ ) de titina.

**Palabras clave:** elongación, flexibilización activa, flexibilización pasiva, proteínas musculares.

## Abstract

Flexibility is an important component of physical fitness, is important to the performance of daily life and sports activities. Intrinsic and extrinsic factors determine flexibility and Titin is a very important intrinsic factor due to concentrations of its isoforms and its mobility. The objective of this study was to compare the concentration amounts and the relative mobility of Titin T1 and T2 isoforms after the execution of elongation and active and passive stretching techniques. To do it, 51 male subjects with age varying to 19 to 26 years and at least 6 months of physical training were divided into three groups: elongation, active stretching, and passive stretching. Elongation did not cause any significant changes in the percentages and in the mobility of Titin isoforms. Stretching decreased T1 isoform, augmented T2 isoforms, and give more relative mobility to Titin T1 and T2 isoforms. Passive stretching altered more Titin isoforms concentration of T1 ( $\Delta\%$  = -11.30% to  $p < 0.05$ ) and T2 ( $\Delta\%$  = 21.45% to  $p < 0.05$ ). Active stretching improves more relative mobility of T1 ( $\Delta\%$  = 26.53% to  $p < 0.05$ ) and T2 ( $\Delta\%$  = 10.96% to  $p < 0.05$ ) Titin isoforms.

**Keywords:** elongation, active stretching, passive stretching, muscle proteins.

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO). Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Enfermagem e Biociências (PpgEnfBio). Rua Xavier Sigaud, 290, sala 203, Praia Vermelha. Rio de Janeiro, RJ, 22290-180. Tel (55 21) 2542-6018.

<sup>2</sup> UNIVERSIDADE TIRADENTES (UNIT). Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente (PSA). Aracaju, Brasil.

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. C. Escorza, 900, Col. Centro. Chihuahua, México, 31000.

<sup>4</sup> UNIVERSIDADE DE TIRADENTES (UNIT). Laboratório de Biociência da Motricidade Humana. Rua Murilo Dantas, 3000, Farolândia. Aracaju, SE, 49032-490.

<sup>5</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: estelio.dantas@unirio.br

## Introducción

La flexibilidad es un importante componente de aptitud física y está relacionada con el desempeño de actividades de vida diaria y deportivas (Pereira *et al.*, 2011). Esta cualidad física es determinada por factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los intrínsecos, se destaca la concentración de titina en los músculos esqueléticos (Dantas, 2018).

Dicha proteína es gigante, pues se extiende del Disco Z a la línea M donde se conecta al filamento grueso de miosina; se relaciona con el retorno de largo de los sarcómeros después de su contracción o estiramiento (Friedrick *et al.*, 2012). Debido a esta característica anatómica, aunque hay duda acerca de su resistencia mecánica (Li *et al.*, 2018), la titina es la principal responsable de la tensión pasiva y para orientar la hipertrofia longitudinal del músculo (Brynnel *et al.*, 2019). Esto sucede porque la titina mantiene la integridad de los sarcómeros en descanso y actúa en el mantenimiento del correcto posicionamiento de la miosina durante la contracción muscular. Además de esto, se le atribuye una acción similar a un sensor de fuerza activo que ayuda en el control de la contracción y en el mantenimiento de la tensión muscular durante el estiramiento (Lemke y Schnorrer, 2017).

Como hay un gen responsable de la síntesis de la titina, sus isoformas son diferenciadas por el empalme celular (Linke y Hamdany, 2014). Del mismo modo, la presencia de estas isoformas varía en los músculos de acuerdo con el tipo de fibra muscular que contienen, lo que indica la especificidad de cada isoforma de titina (Cornachione *et al.*, 2016). Pero, independiente de la isoforma, la titina puede ser degradada en cualquier proceso que involucre el daño muscular y sus fragmentos pueden ser encontrados tanto en muestras de orina (Rouillon *et al.*, 2014) como en biopsias musculares (Cornachione *et al.*, 2016).

Entre los factores extrínsecos capaces de actuar sobre la flexibilidad muscular se destacan los ejercicios específicos para la ganancia de esta cualidad física. Por lo que se dividen los ejercicios de flexibilidad en dos grupos: elongación y flexibilización. Las técnicas de elongación aseguran el mantenimiento de los niveles de flexibilidad y tienen que hacer parte del entrenamiento físico de individuos sanos. Las técnicas de flexibilización, por su parte, logran el aumento de la longitud muscular a través del aumento secuencial de la cantidad de sarcómeros (Dantas, 2018).

Debido a la mayor intensidad con que se realizan las técnicas de flexibilización, se cree que este ejercicio puede influir en las isoformas proximales (T1) y distales (T2) de la titina (Pereira *et al.*, 2011). De este modo, el presente estudio tiene como objetivo comparar las cantidades porcentuales y la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de la titina, después de la aplicación de un programa de elongación y de flexibilización activa y pasiva. Para ello, se ha adoptado como hipótesis nula (H0) el caso en que no haya diferencias significativas en las cantidades y porcentuales y en la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de la titina, después de la ejecución de técnicas de elongación y de flexibilización activa y pasiva.

## Materiales y métodos

### *Universo de muestreo.*

Se han utilizado 51 individuos del sexo masculino (17 en cada grupo) con edades entre los 19 y 26 años, con por lo menos 6 meses de entrenamiento físico. Otra característica de los sujetos seleccionados es que nunca habían hecho uso de esteroides anabolizantes, hormona de crecimiento o cualquier tipo de droga para mejora de su rendimiento. No así, los que usaban de vitaminas, minerales o suplementos naturales. Cada uno de los sujetos respondió a un cuestionario médico que evaluó las condiciones y contraindicaciones de participación en el estudio. Todos ellos presentaban algún nivel de acortamiento muscular del cuádriceps, medido a través del protocolo LABIFIE de goniometría en la intensidad definida por la escala PERFLEX (Dantas *et al.*, 2008).

### *Biopsia muscular.*

Se realizaron dos biopsias musculares, en la semana 0 y en la semana 16, utilizándose una técnica de biopsia percutánea de aguja con succión (Dubowitz *et al.*, 2013). Las muestras de tejido fueron obtenidas de un tercio de largo, a partir del epicóndilo lateral hasta la espina ilíaca anterior superior, en el músculo

vasto lateral anterior al tracto iliotibial (Chen *et al.*, 2019). Aproximadamente 60-75 mg de músculo esquelético de los atletas fueron recolectados y congelados para su análisis posterior.

#### *Análisis de la titina.*

Las muestras fueron seccionadas en serie, con espesura de 40 mm, utilizándose criostato y puestas en un tampón de lisina, que contenía 10% de glicerol (w/v), b-mercaptoetanol (50 g/l), 2% SDS (w/v), y 0.1% bromofenol azul en un 0.5 M Tris-HCl (pH 6.8). Posteriormente, las muestras fueron puestas a 60 °C por 1 min. El procedimiento de SDS gel poliacrilamida electroforesis (PAGE) se usó como procedimiento patrón. Las muestras (5 ml) fueron dispuestas y aceleradas utilizándose un sistema de electroforesis Mini-proteína II (Bio-Rad, Hércules, CA), utilizando el 2% de gel SDS-PAGE, reforzados con agarosa para la separación de las bandas de titina. Se utilizó un tampón patrón. La aceleración electroforética fue realizada con 7 mA/2 placas por 30 min, seguido de 15 mA/2 placas entre 2 a 3 h en temperatura ambiente (24 °C). Todo el gel fue marcado con un colorante coloidal, el marcador azul patrón de ICN Pharmaceuticals INC. (ICN, Costa Mesa, CA). El procesamiento de la imagen fue hecho usándose un escáner liso (ScanJet 4C, Hewlett Packard, Palo Alto, CA) y una macro representación gráfica del gel (ScionImage, Versión Beta 2, Frederick, MD), que posibilita el cálculo de áreas de pico integradas para cada banda, expresada en relación al área total (Dubowitz *et al.*, 2013).

#### *Western blotting.*

La identificación inicial de las cantidades porcentuales y de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina se hizo por patrones de migración, basándose en 2% de gel de poliacrilamida, reforzados con agarosa. Adicionalmente, con una proteína patrón se marcó la localización de la miosina en 205 Kd (Kaleidoscope Prestarined Standard, Bio-Rad). La inmunotransferencia fue usada para certificar la identificación de las bandas de titina y la transferencia por electroforesis para la membrana PtVDF se hizo a 30 V en un tampón con 192 mM de glicina, 25 mM Tris, y 20% metanol con temperatura ambiente por 12 h, usando una Mini-proteína II TransBlotCell. Se utilizó el anticuerpo primario monoclonal titin clone. La visualización de la inmunoreactividad se hizo por

medio de un anticuerpo secundario IgGgoatantimouse y un reactivo con cloro peroxidasa, 4 cloro-1-naftol horseradisch de la BioRad (Mahmood y Yang, 2012).

#### *Programas de entrenamiento de flexibilidad.*

Esta investigación se fundamenta en un estudio de tipo longitudinal de 16 semanas que engloba tres grupos, ya mencionados. Dos grupos realizaron flexibilización en los niveles 61 a 80 de la escala PERFLEX (Nodari *et al.*, 2012). El primero de ellos realizó tres series de 10 repeticiones de flexibilización activa; el segundo, tres series con 10 s de flexibilización pasiva; y el tercero se constituyó como grupo control, realizando 3 series, 3 veces en la semana de elongación activa, con 4 insistencias de 4 s de duración, en los mismos niveles de la escala PERFLEX utilizados por Soares *et al.* (2016). El intervalo entre las series de elongación fue de 4 s (Dantas, 2018). Los sujetos fueron distribuidos en los grupos, de acuerdo con la flexibilidad de los cuádriceps, asegurándose que el promedio de cada grupo no tuviera diferencias significativas.

#### *Procedimientos estadísticos.*

A través de la prueba t Student pareado (SPSS 22.0) se determinó la diferencia entre los promedios del porcentual de las isoformas T1 y T2 de titina, la diferencia entre las alteraciones porcentuales de las isoformas de titina, a causa de cada uno de los entrenamientos de flexibilidad utilizados. Así como las diferencias de los promedios de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina y las modificaciones porcentuales en la movilidad relativa de titina en cada grupo, antes y después del entrenamiento de flexibilidad propuesto. La prueba t Student independiente se usó para verificar la diferencia entre el efecto de cada uno de los entrenamientos de flexibilidad propuestos, sobre los promedios de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina. Admitiendo un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo que el rechazo de  $H_0$  se dio siempre que p-valor < 0.05.

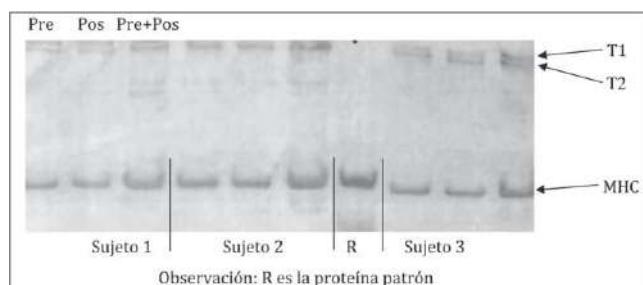
#### *Ética del estudio.*

El estudio fue realizado en la Universidad Federal del Estado de Rio de Janeiro (UNIRIO), en el mes de marzo de 2015 y fue aprobado por el Comité de Ética de dicha institución el 30 de noviembre de 2014, de acuerdo con el dictamen 1.846.335.

## Resultados

La Figura 1 muestra los resultados del gel de electroforesis de poliacrilamida al 2% reforzado con agarosa para separar la titina del tipo 1 del tipo 2. En la línea superior se ve los dos tipos de titina separadamente y, en la inferior, la cadena pesada de miosina.

**Figura 1.** Gel de electroforesis de poliacrilamida al 2% reforzado con agarosa para separar las bandas de titina.



La identificación inicial de las cantidades porcentuales y de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina se hizo por patrones de migración, basándose en 2% de gel de poliacrilamida, reforzados con agarosa. Adicionalmente, con una proteína patrón se marcó la localización de la miosina en 205 Kd (Kaleidoscope Prestarined Standard, Bio-Rad). La inmunotransferencia fue usada para certificar la identificación de las bandas de titina y la transferencia por electroforesis para la membrana PtVDF se hizo a 30 V en un tampón con 192 mM de glicina, 25 mM Tris, y 20% metanol con temperatura ambiente por 12 h, usando una Mini-proteína II TransBlotCell. Se utilizó el anticuerpo primario titina monoclonal. La

visualización de la inmunoreactividad se hizo por medio de un anticuerpo secundario IgGoatantimouse y un reactivo con cloro peroxidasa, 4 cloro-1-naftol horseradisch de la BioRad (Mahmood y Yang, 2012).

Las características de los sujetos de cada uno de los grupos experimentales prueban la homogeneidad de la muestra en cada uno de ellos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características iniciales de los grupos.

Variables	Flexibilización activa	Flexibilización pasiva	Elongación
Edad (años)	22.5 ± 2.7	21.4 ± 2.3	22.8 ± 2.9
Altura (cm)	179.9 ± 9.4	181.9 ± 7.6	180.2 ± 8.2
Peso (kg)	83.7 ± 10.2	84.3 ± 12.4	83.9 ± 13.2

Tras la realización de los procedimientos ya mencionados, se obtuvieron los resultados, con las comparaciones de las concentraciones de acuerdo a promedios porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina antes y después de las 16 semanas de entrenamiento de flexibilidad. Así como la comparación entre los promedios porcentuales de isoformas T1 y T2 de titina antes y después del entrenamiento de flexibilidad para cada una de las técnicas de entrenamiento utilizadas (Cuadro 2 y 3).

Como se puede apreciar, los tres tipos de entrenamiento provocan modificaciones en las concentraciones de las isoformas T1 y T2. Se observa que T1 disminuyó en porcentaje con los entrenamientos, mientras T2 aumentó. Este cambio fue estadísticamente significativo para flexibilización pasiva y activa, pero sin significancia para los sujetos sometidos a técnicas de elongación (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comparación de los promedios porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina antes (pre) y después (pos) 16 semanas de entrenamiento de flexibilidad.

Variables	$\bar{x} \pm s$		Delta	SE <sub>D</sub>	t	P	Δ%	
	Pre	Pos						
T1	Flexibilización activa	67.3 ± 3.5	62.6 ± 3.4	4.7	1.18	3.98	< 0.05 *	-6.98
	Flexibilización pasiva	65.5 ± 4.0	58.1 ± 4.4	7.4	1.43	5.17	< 0.05 *	-11.30
	Elongación	56.5 ± 4.3	55.6 ± 6.3	0.9	1.84	0.48	> 0.05	-1.59
T2	Flexibilización activa	32.7 ± 3.5	37.4 ± 3.4	4.7	1.18	-3.98	< 0.05 *	14.37
	Flexibilización pasiva	34.5 ± 4.0	41.9 ± 4.4	7.4	1.43	-5.17	< 0.05 *	21.45
	Elongación	43.5 ± 4.3	44.4 ± 6.3	0.9	1.84	-0.48	> 0.05	2.07

**Nota:**  $\bar{x} \pm s$  (promedio ± desviación estándar); SE<sub>D</sub> (error estándar de la diferencia); t (test-t Student); \* (diferencia significativa entre el promedio antes y después del entrenamiento de flexibilidad); Δ% (delta porcentual).

Por otro lado, en el grupo que realizó el ejercicio de flexibilización pasiva, en relación con el grupo que lo realizó activamente, hubo disminución en el porcentual de la isoforma T1 y aumento porcentual de la isoforma T2, ambas puntuaciones significativas (Cuadro 3).

Pero no se encontraron diferencias significativas en la disminución porcentual de la isoforma T1, tampoco en el aumento de la isoforma T2, entre los promedios de los grupos que realizaron la flexibilización pasiva y elongación. Además, los integrantes de este último grupo presentaron valores porcentuales discrepantes en relación con los demás grupos, incluso en la semana 0 (Cuadro 3).

Entre los grupos de flexibilización activa y de elongación hubo diferencias significativas, los sujetos de este último grupo presentaron tanto disminución porcentual de la isoforma T1 como aumento porcentual de la isoforma T2 (Cuadro 3).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos (Cuadro 4) antes y después de las 16 semanas de entrenamiento de flexibilidad para la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina. Así como los resultados obtenidos (Cuadro 5) entre la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina antes y después del entrenamiento de flexibilidad, para cada una de las técnicas de entrenamiento utilizadas.

**Cuadro 3.** Comparación de los promedios porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina antes y después de cada uno de los métodos de entrenamiento de flexibilidad.

Variables	$x \pm s$		SE <sub>D</sub>	T	P	Δ%
	Pre	Pos				
Flexibilización activa-pasiva	62.6 ± 3.4	58.1 ± 4.4	1.33	3.38	< 0.05 *	-7.19
<b>T1</b> Flexibilización activa-elongación	62.6 ± 3.4	55.6 ± 6.3	1.72	4.06	< 0.05 *	-11.18
Flexibilización pasiva-elongación	58.1 ± 4.4	55.6 ± 6.3	1.86	1.34	> 0.05	-4.30
Flexibilización activa-pasiva	37.4 ± 3.4	41.9 ± 4.4	1.34	-3.35	< 0.05 *	12.03
<b>T2</b> Flexibilización activa-elongación	37.4 ± 3.4	44.4 ± 6.3	1.72	-4.06	< 0.05 *	18.72
Flexibilización pasiva-elongación	41.9 ± 4.4	44.4 ± 6.3	1.85	-1.35	> 0.05	5.97

**Nota:**  $x \pm s$  (promedio ± desviación estándar); SE<sub>D</sub> (error estándar de la diferencia); t (test-t Student); \* (diferencia significativa entre el promedio antes y después del entrenamiento de flexibilidad); Δ% (delta porcentual).

**Cuadro 4.** Comparación de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 antes y después de 16 semanas de entrenamiento de flexibilidad.

Variables	$x \pm s$		Delta	SE <sub>D</sub>	T	P	Δ%
	Pre	Pos					
Flexibilización activa	0.49 ± 0.02	0.62 ± 0.04	0.13	0.009	-14.44	< 0.05 *	26.53
<b>T1</b> Flexibilización pasiva	0.48 ± 0.02	0.52 ± 0.03	0.04	0.008	5.00	< 0.05 *	8.33
Elongación	0.52 ± 0.03	0.53 ± 0.02	0.01	0.008	-1.25	> 0.05	1.92
Flexibilización activa	0.73 ± 0.02	0.81 ± 0.05	0.08	0.012	6.66	< 0.05 *	10.96
<b>T2</b> Flexibilización pasiva	0.71 ± 0.02	0.79 ± 0.04	0.08	0.008	-10.00	< 0.05 *	11.27
Elongación	0.79 ± 0.06	0.80 ± 0.04	0.01	0.016	-0.62	> 0.05	1.27

**Nota:**  $x \pm s$  (promedio ± desviación estándar); SE<sub>D</sub> (error estándar de la diferencia); t (test-t Student); \* (diferencia significativa entre el promedio antes y después del entrenamiento de flexibilidad); Δ% (delta porcentual).



**Cuadro 5.** Comparación de los promedios de movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 titina antes y después de cada uno de los métodos de entrenamiento de flexibilidad.

Variables	$\bar{x} \pm s$		SE <sub>D</sub>	T	P	Δ%	
	Pre	Pos					
	Flexibilización activa-pasiva	0.62 ± 0.04	0.52 ± 0.03	0.011	10.00	< 0.05 *	-16.13
T1	Flexibilización activa-elongación	0.62 ± 0.04	0.53 ± 0.02	0.009	10.00	< 0.05 *	-14.52
	Flexibilización pasiva-elongación	0.52 ± 0.03	0.53 ± 0.02	0.008	-1.25	> 0.05	1.92
	Flexibilización activa-pasiva	0.81 ± 0.05	0.79 ± 0.04	0.03	0.66	> 0.05	-2.47
T2	Flexibilización activa-elongación	0.81 ± 0.05	0.80 ± 0.04	0.03	0.33	> 0.05	-1.23
	Flexibilización pasiva-elongación	0.79 ± 0.04	0.80 ± 0.04	0.01	-1.00	> 0.05	1.27

**Nota:**  $\bar{x} \pm s$  (promedio ± desviación estándar); SE<sub>D</sub> (error estándar de la diferencia); t (test-t Student); \* (diferencia significativa entre el promedio antes y después del entrenamiento de flexibilidad); Δ% (delta porcentual).

Los resultados obtenidos muestran que la isoforma T1 de titina tuvo su movilidad relativa aumentada, de forma estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), por el entrenamiento de flexibilización activa, cuando fueron comparadas la flexibilización pasiva y la elongación. Pero no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) en la movilidad relativa de la isoforma T1 en respuesta a los ejercicios de flexibilización pasiva de elongación (Cuadro 5).

De igual forma, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) entre el promedio de la movilidad relativa de la isoforma T2 de titina después de los entrenamientos de flexibilización activa o pasiva, los entrenamientos de flexibilización activo y elongación, así como en los entrenamientos de flexibilización pasiva o elongación utilizados en este estudio (Cuadro 5).

De este modo, los resultados pueden resumirse de la siguiente forma: el entrenamiento de flexibilización se mostró más efectivo ( $p < 0.05$ ) que el de elongación para la disminución porcentual de la isoforma T1 y para el aumento de la isoforma T2; así mismo, fue más efectivo para el aumento de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina. El entrenamiento de elongación no presentó resultados positivos ( $p > 0.05$ ) para alteración de los porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina, ni para el aumento de la movilidad de estas. La flexibilización pasiva se implicó en mayores alteraciones en los porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina ( $p < 0.05$ ). Por último, la flexibilización activa fue el entrenamiento de mejor resultado ( $p < 0.05$ ) para el aumento de la movilidad relativa de la isoforma T1 y T2 de titina.

## Discusión

En este estudio se utilizó la escala PERFLEX para definir la intensidad de los ejercicios de flexibilidad propuestos sobre la respuesta de las diferentes isoformas de titina, evaluada a través de la biopsia muscular y de la técnica Western blotting (WB). La escala arriba mencionada ha sido validada por Dantas *et al.* (2008) para la valoración de la intensidad necesaria para promover alteraciones en las diferentes isoformas de titina.

Rouillon *et al.* (2014), al estudiar fragmentos de isoformas de titina en la orina de pacientes con distrofia muscular de Duchenne, analizadas por el Western blotting (WB), verificaron que seres humanos representan dos isoformas (T1 y T2), lo que corresponde al resultado de las biopsias del presente estudio, también analizados con este protocolo, de acuerdo con Lemke y Schnorrer (2017). La diferencia entre las técnicas de análisis de titina, biopsia y fragmentos en la orina, correspondieron a la naturaleza del estudio de Rouillon *et al.* (2014), en el que verificaron el uso de los fragmentos de titina en la orina como marcador de degeneración muscular.

El entrenamiento de flexibilización propuesto se mostró más efectivo que el de elongación para la disminución porcentual de la isoforma T1, aumento porcentual de la isoforma T2 y aumento de la movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina. Al mismo tiempo, la elongación no presentó resultados positivos, tanto para la alteración de los porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina, como para el aumento de la movilidad.

Estos resultados divergieron de lo obtenido por Apostopoulos *et al.* (2019), quienes observaron que incluso ejercicios de elongación son capaces de promover ganancias de flexibilidad muscular de extensores de rodilla. Sin embargo, en menor amplitud que la obtenida a través del entrenamiento de flexibilización. La contradicción de esto puede tener relación con el uso de una escala de valoración de la intensidad diferente de la escala PERFLEX. Estos autores tampoco verificaron si estas ganancias obtenidas por elongación se debían a cambios porcentuales o de movilidad de titina.

Además de la diferencia representada por el grupo muscular trabajado y la falta de uso de una escala de intensidad de flexibilidad, donde también hay variación de intervalo entre las series de flexibilización y elongación, el presente estudio adoptó un intervalo de 15 s para flexibilización y 4 s para elongación. Por su parte, Torres *et al.* (2008) adoptaron intervalos de 30 s entre las series de flexibilización, verificando la pérdida de la capacidad de producción de fuerza muscular en la mano, evaluada con un dinamómetro manual.

Sin embargo, este trabajo no evaluó el efecto del entrenamiento de flexibilidad o de la fuerza muscular sobre la titina. De este modo, no hay forma de establecer una relación entre los datos encontrados en el presente estudio con los eventuales efectos agudos del entrenamiento de flexibilización sobre la titina. De igual forma, no es posible verificar si la titina está relacionada a la disminución de la fuerza muscular después del entrenamiento de flexibilidad. Pero Cornachione *et al.* (2015), en su estudio con miofilamentos de conejos asociaron alteraciones de tensión estática muscular con cambios de calcio, dependientes en las propiedades de la titina que no involucrarían la interacción de la titina con la actina. Este hallazgo, sin embargo, aunque sea capaz de explicar la influencia de la titina en la pérdida de fuerza muscular tras ejercicios de flexibilidad, aún necesita ser analizado en músculos de seres humanos.

Al compararse las diferentes formas de flexibilización, se observó que este ejercicio de forma pasiva resulta en mayores alteraciones en los porcentuales de las isoformas T1 y T2 de titina. Por otro lado, la forma de entrenamiento activo ha dado

mayor resultado para el aumento de la movilidad relativa de la isoforma T1 y T2 de titina. Estos resultados corroboran en parte los observados por Medeiros y Martini (2018), quienes verificaron en su revisión diferentes efectos entre la flexibilización activa, la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), y la flexibilización pasiva, sobre la amplitud de movimiento de flexores plantares. Todas las modalidades de flexibilización mejoraron la flexibilidad, pero la activa presentó resultados inferiores a la flexibilización pasiva y la FNP. De nuevo, no se analizaron los comportamientos de las isoformas de titina, lo que no permite la comparación de dicho estudio con el presente.

Además, las diferencias en la arquitectura muscular de los músculos extensores de la rodilla, cuando son comparados con los flexores plantares como el ángulo de penetración de las fibras de los gastrocnemios y el largo del tendón de inserción en el calcáneo (Martins *et al.*, 2012), que difieren mucho del músculo vasto lateral, lo que también pueden tener influencia en las diferencias con los resultados en ese estudio.

Sin embargo, no es posible definir si esos resultados obtenidos implican en un aumento de la eficiencia de la titina para retornar el sarcómero a su estado original, tras alongarse o contraerse (Friedrich *et al.*, 2012). Nuevos estudios con este objetivo son deseables.

## Conclusiones


Los resultados indicaron que la flexibilización activa ha promovido más ganancia de movilidad relativa de las isoformas T1 y T2 de titina, lo que indica que este sea el ejercicio más recomendado para la mejora de este componente intrínseco de flexibilidad muscular.

El mayor aumento porcentual de la isoforma T1 de titina en función del ejercicio de flexibilización pasiva ha indicado que este tipo de ejercicio actúa sobre el componente intrínseco de la flexibilización muscular.

La ausencia de efecto de elongación sobre la concentración y movilidad relativa de las isoformas T1 e T2 de titina ha indicado que ese tipo de ejercicio no actúa sobre la proteína.

De ese modo, se ha verificado que, dentro de un programa de entrenamiento para una ganancia de flexibilidad muscular, los ejercicios preferenciales son la flexibilización activa, seguida de flexibilización pasiva. Si la idea central es el mantenimiento de flexibilidad muscular, el ejercicio de elongación es lo recomendado. De esa manera, cabe a los entrenadores elegir el ejercicio de flexibilidad que será utilizado en función de sus objetivos con su atleta.

## Literatura citada

- APOSTOLOPOULOS, N. C., I. M. Lahart, M. J. Plyley, *et al.* 2018. The effects of different passive static stretching intensities on recovery from unaccustomed eccentric exercise – a randomized controlled trial. *Ap Physiol Nutr Metabolism* 43(8):806-15.
- BOSCHER, J., M. Conceição, A. de Oliveira, and E. H. Dantas. 2009. Acute effects of static stretching on muscle strength. *Biomedical Human Kinetics* 1:52-55.
- BRYNNEL, A., Y. Hernandez, B. Kiss, *et al.* 2019. Downsizing the giant titin reveals its dominant roles in skeletal muscle passive stiffness and longitudinal hypertrophy. *Biophysical Journal* 116(3-S1):403A.
- CHEN, X., S. Abbey, A. Bharmal, *et al.* 2019. Neurovascular structures in human vastus lateralis muscle and the ideal biopsy site. *Scand J Med Sci Sports* 29:504-514
- CORNACHIONE, A. S., F. Leite, M. A. Bagni, and D. E. Rassier. 2016. The increase in non-cross-bridge forces after stretch of activated striated muscle is related to titin isoforms. *Am J Physiol Cell Physiol* 310:C19-C26
- DANTAS, E. H. 2018. Alongamento e Flexionamento. 6 ed. Saraiva, Rio de Janeiro.
- DANTAS, E. H., P. Teixeira, R. Gomez de Souza, R. Simao, *et al.* 2008. Escala de esfuerzo percibido em la flexibilidad (PERFLEX): ¿um instrumento adimensional para evaluarse la intensidad? *Fit Perf J.* 7(5):289-94.
- DUBOWITZ, V. C., A. Sewry, A. Oldfors, and R. Lane. 2013. *Muscle Biopsy: A Practical Approach*, 4 ed. Saunders Ltd. 592p.
- FRIEDRICH, B. M., E. Fischer-Friedrich, N. S. Gov and S. A. Safran. 2012. Sarcomeric pattern formation by actin cluster coalescence. *PLoS Comput Biol* 8(6):e1002544.
- LEMKE, S. B. and F. Schnorrer. 2017. Mechanical forces during muscle development. *Mechanism of Development* 144:92-101.
- LI, Y., A. Unger, M. Von Frieling-Salewsky, *et al.* 2018. Quantifying the Titin Contribution to Muscle Force Generation using a Novel Method to Specifically Cleave the Titin Springs in Situ. *Biophysical Journal* 114(3):645A.
- LINKE, W. A., and N. Hamdani. 2014. Gigantic business: titin properties and function through thick and thin. *Circulation Research*. 114(6):1052-1068.
- MAHMOOD, T., and P. C. Yang. 2012. Western blot: Techniques, theory and trouble shooting. *North Am J MedSci*. 4:429-434
- MARTINS, N. S. F., C. C. Peixinho, and L. F. Oliveira. 2012. Confiabilidade de medidas de arquitetura muscular do tríceps sural por ultrassonografia de imagem. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 14 (2):212-220.
- MEDEIROS, D. M., and T. F. Martini. 2018. Chronic effect of different types of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. *The Foot* 34:28-35.
- NODARI, R. J., L. A. dos Santos, C. J. Nogueira y E. H. Dantas. 2012. Comparação entre diferentes volumes de flexionamento sobre a força explosiva. *R. Bras. Ci. e Mov.* 20(3):72-78.
- PEREIRA, T., G. Weber, and S. Cavalcante. 2011. Influência da flexibilidad no desenvolvimento da força muscular. *Ver Bras Fisio Exercício* 10(3):132-6.
- ROUILLON, J., and A. Zocevic, *et al.* 2014. Proteomics profiling of urine reveals specific titin fragments as biomarkers of Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscular Disorders* 24:563-573.
- SOARES, P., V. Cabral, M. Mendes, R. Vieira, G. Avolio, and R. Gomez de Souza. 2016. Efeitos do Programa Escola de Postura e Reeducação Postural Global sobre a amplitude de movimento e níveis de dor em pacientes com lombalgia crónica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 9(1):23-28. 

Este artículo es citado así:

Martin-Dantas, E. H., E. Gomes da Silva-Borges, G. Gastélum-Cuadras, M. Lourenço-Fernandes y R. Ramos-Coelho. 2019. Concentraciones y movilidad relativa de isoformas de titina después de tres distintos entrenamientos de flexibilidad.

*TECNOCIENCIA Chihuahua* 13(1):15-23.

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.304>

## Resumen curricular del autor y coautores

**ESTÉLIO HENRIQUE MARTIN DANTAS.** Obtuvo la Licenciatura en Ciencias Militares por la Academia Militar de las Agulhas Negras (1972) y en Educación Física por la Escuela de Educación Física del Ejército (1979). Hizo Maestría en Operaciones Militares (Escuela de Perfeccionamiento de Oficiales - 1981); Educación Física (Universidad Federal de Río de Janeiro - 1985) y en Educación (Universidad del Estado de Río de Janeiro - 1986); Obtuvo el grado de Doctor en Entrenamiento Deportivo (Universidad del Estado de Río de Janeiro - 1988); Realizó tres Posdoctorados: en Psicofisiología (Universidad Gama Filho - 2001), en Fisiología (Universidad Católica San Antonio de Murcia, España - 2001) y en Biofísica (Universidad de Valencia, España - 2010). Actualmente es Profesor Catedrático del programa de Doctorado en Enfermería y Biociencias, de la Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro (UNIRIO) y del programa de Maestría y Doctorado en Salud y Ambiente (PSA) de la Universidad Tiradentes (UNIT) - Aracaju / SE. Autor de más de 500 artículos en revistas científicas, 745 trabajos en anales de congresos y dictó 833 conferencias o cursos; a lo largo de su carrera ha formado 7 post-doctores, 50 doctores y 131 maestros. Presidente de Honor de la International Human Motricity Network (IHMN).

**ELIANE GOMES DA SILVA BORGES.** Tiene Maestría en Ciencia de la Motricidad Humana. Universidad Castelo Branco, UCB/RJ, Brasil. Especialización en danza y educación, Universidad Castelo Branco. (UNIRIO). Especialización en elaboración de artículos científicos. Universidad Federal del Estado de Rio de Janeiro (UNIRIO). Labora en extensión universitaria interdisciplinaria de geriatría y gerontología (Carga horaria: 360h), Universidad Federal Fluminense. Es miembro de la Asociación Brasileña de Gerontología y Geriatría (SBGG). Sectores de actividad: Educación; Actividades Recreativas, Culturales y Deportivas. Licenciatura en Educación Física, Universidad Salgado de Oliveira, UNIVERSO, Brasil. Actualmente participa en proyecto de investigación en la Universidad Federal Fluminense teniendo como línea: la autonomía, el condicionamiento físico y la calidad de vida de adultos mayores con Alzheimer. Tiene experiencia en el área de Educación, actuando principalmente en los siguientes temas: gerontología, psicomotricidad y danza. Es miembro de la International Human Motricity Network (IHMN).

**GABRIEL GASTÉLUM CUADRAS.** Terminó sus estudios de Licenciatura en Educación Física en la Universidad Autónoma de Sinaloa en el año de 1994, reconocido como mejor promedio de esa generación. En 1995 obtuvo su titulación por promedio. Concluyó estudios de Maestría en Ciencias del Deporte (opción Psicología) con Mención Honorífica en la defensa de tesis el año de 1998, en la Universidad Autónoma de Chihuahua. En esta misma institución estudió la Maestría en Psicomotricidad. Realizó su Doctorado en Actividad Física y Salud en la Universidad de Granada, España, concluyendo sus estudios con su defensa de tesis en el 2011, en la que obtuvo mención "Cum Laude". Labora desde 2001 en la Universidad Autónoma de Chihuahua, es Tiempo Completo Titular "C" desde el 2010, impartiendo clases en todos los niveles. Actualmente es parte del Núcleo Básico del Programa Doctoral en Ciencias de la Cultura Física, con dos tesis doctorales dirigidas concluidas y tres más en proceso, con más de 30 tesis de grado de maestría. Es autor y/o coautor de al menos 20 artículos científicos, ha participado como ponente en más de 10 congresos nacionales e internacionales. Actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI, Nivel I). Es miembro activo del Consejo Mexicano para la Acreditación de la Enseñanza de la Cultura de la Actividad Física, A.C. Es Director Académico de la International Human Motricity Network (IHMN).

**MAURA LOURENÇO FERNANDES.** Tiene Maestría en Ciencia de la Motricidad Humana (2007), es Pos-graduada en Fisiología del ejercicio y sus bases nutricionales (2002) y graduada en Educación Física (2000). Actualmente es profesora de Entrenamiento Físico Militar en la Academia de la Policía Militar de MG. Trabaja en la Fuerza Aérea Brasileña (FAB) como Oficial en Jefe de la Sección de Educación Física del CIAAR. Trabaja como evaluadora de pacientes y en prescripción de actividad física, Personal Trainer. Experiencia como Profesora de la Universidad, principalmente con las disciplinas teórico-práctica en evaluación física, actividad física adaptada, educación física escolar, fisiología del ejercicio, entrenamiento deportivo, metodología de enseñanza. Salud y calidad de vida, Dermatoglifia, prácticas supervisadas, orientación de monografías y artículos. Tiene un gran número de trabajos publicados. Experiencia como profesora en cursos de postgrado y simposios, profesora de Educación Física escolar y aplicadora de prueba física en concursos públicos. Esa miembro de la Comisión Propia de Evaluación (CPAI) de la APM MG y miembro investigador del laboratorio de ciencia de la motricidad Humana de la UNIRIO.

**RENATO RAMOS COELHO.** Obtuvo la graduación en Fisioterapia por la Universidad Federal de Minas Gerais (2000) y en Ingeniería de Producción por el Centro Universitario Claretiano (2018). Hizo Maestría en Motricidad Humana (Universidad Castelo Branco - 2006); Obtuvo el grado de Doctor en Ciencia en Ingeniería (Universidad Federal de Río de Janeiro - 2015). Actualmente es Fisioterapeuta del Ayuntamiento Municipal de Contagem e investigador en el Laboratorio del Biociencia de la Motricidad Humana (LABIMH). Autor de 9 artículos en revistas científicas, 21 trabajos en anales de congresos y dictó 15 conferencias o cursos. Director Técnico de la Nomus Consultoría en Salud e Seguridad del Trabajo.

# Evaluation of students' engagement with PROMES2015 as a university mobility experience

## Evaluación de la participación de estudiantes con PROMES2015 como experiencia universitaria de movilidad estudiantil

CÉSAR EDUARDO GUTIÉRREZ JURADO<sup>1</sup>, FIDEL GONZÁLEZ-QUIÑONES<sup>1</sup>,  
LUIS ALBERTO FIERRO-RAMÍREZ<sup>1</sup> Y JUAN D. MACHIN-MASTROMATTEO<sup>1,2</sup>

Received: March 14, 2019

Accepted: April 2, 2019

### Abstract

Student mobility is among the most important internationalization initiatives for higher education institutions. This article describes the influence that student academic mobility has on the training of future professionals at the Autonomous University of Chihuahua (UACH, Mexico) and its students' perceptions toward UACH's Student Mobility Program (PROMES). Under such aim, the research objectives were to determine the opinion of participating students regarding the exchange process, the academic quality of the destination universities, the academic cooperation offices of the destination universities, and toward PROMES' management. This research was quantitative, non-experimental, and transversal. The methodology used was a case study conducted only within UACH using simple random sampling, which was selected from the 170 undergraduate students that participated in PROMES during 2015 (confidence level of 90%, margin of error of 7.5%). The survey consisted in four main sections, which were intended for students to evaluate four factors related to PROMES: a) exchange process; b) academic quality of the destination university; c) support of the academic cooperation offices; and d) PROMES' management at UACH. Results are presented according to four dimensions that the survey evaluated, which include: the exchange process, academic quality of the destination university, support of the academic cooperation offices, and PROMES' management at UACH. These results point toward important statistical correlations regarding the relationship between how students value their academic development and the quality of the facilities in the destination universities, as well as with the quality of the educational programs.

**Keywords:** Mexico, student mobility, academic mobility, internationalization, higher education.

### Resumen

La movilidad estudiantil es una de las iniciativas de internacionalización más importantes para las instituciones de educación superior. Este artículo describe la influencia que tiene la movilidad académica de los estudiantes en la formación de futuros profesionales en la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH, México), y las percepciones de sus estudiantes hacia el Programa de Movilidad Estudiantil de la UACH (PROMES). El objetivo de la investigación fue determinar la opinión de los estudiantes participantes con respecto al proceso de intercambio, la calidad académica de las universidades de destino, las oficinas de cooperación académica de las universidades de destino y la gestión de PROMES. Esta investigación fue cuantitativa, no experimental y transversal. La metodología utilizada fue un estudio de caso realizado solo en UACH. Utilizando un muestreo aleatorio simple, se seleccionaron 170 estudiantes de pregrado que participaron en PROMES durante 2015 (nivel de confianza del 90%, margen de error del 7.5%). La encuesta, dirigida a los estudiantes, constó de cuatro secciones principales para evaluar los siguientes factores relacionados con PROMES: a) proceso de intercambio; b) calidad académica de la universidad de destino; c) apoyo a las oficinas de cooperación académica; y d) la gestión de PROMES en la UACH. Los resultados se presentan según las cuatro dimensiones que evaluó la encuesta, que incluyen: el proceso de intercambio, la calidad académica de la universidad de destino, el apoyo de las oficinas de cooperación académica y la gestión de PROMES en la UACH. Estos resultados muestran importantes correlaciones estadísticas en la relación entre la forma en que los estudiantes valoran su desarrollo académico y la calidad de las instalaciones en las universidades de destino, así como con la calidad de los programas educativos.

**Palabras clave:** México, movilidad estudiantil, movilidad académica, internacionalización, educación superior.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Filosofía y Letras. Rúa de las Humanidades s/n Campus Universitario I, Ciudad Universitaria, Chihuahua, Chih., México. C.P. 31170. Tel: (614) 413-54-50 Ext: 3819.

<sup>2</sup> Corresponding author: jmachin@uach.mx

## Introduction

**I**n 2015, The Autonomous University of Chihuahua (UACH) implemented a Student Mobility Program (PROMES), an initiative that has been growing over the past years and is currently reinventing itself (UACH, 2018). PROMES is managed by the Coordination of International Relations Services. As of 2016, it managed to increase the number of students enrolled in mobility activities from 41 in 2010, to 443 in 2015 and also to "extend its collaboration with 38 countries and 2,026 exchange students and professors" (Cortez, 2016). PROMES' eligibility criteria include that students must be enrolled in an undergraduate program in any of 15 faculties, to have a minimum average grade of 8.5, and they must have completed at least 50% of their credits.

The institutionalization of academic and student mobility within a formal framework at UACH (including PROMES and other initiatives) has been developed in accordance with internationalization policies dictated by national and international organizations, such as: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), the National Association of Universities and Higher Education Institutions (ANUIES), the Mexican Association for International Education (AMPEI) and the Secretariat of Public Education (SEP).

National and international higher education evaluation and accreditation bodies increasingly demand evidence of higher education institutions' (HEI) internationalization processes, and for auditing the work of academic cooperation offices and their programs. In UACH's case, this was recently evaluated and accredited for the period 2015-2020 by the Interinstitutional Committee for the Evaluation of Higher Education (CIIES), which is responsible for evaluating HEI's institutional functions and their academic programs, as well as presenting recommendations for improvement.

This article offers a brief institutional diagnostic on the effects of UACH's student mobility program (PROMES). It is organized in five main sections; the current section contains a brief review about internationalization and mobility in higher education, as well as internationalization and student mobility in Mexico. The second section of this article details

the aims, objectives and research design employed in this study, including the description of the survey used. The results and discussion section presents the gathered data and is subdivided according to different levels of analysis, which include: the exchange process, academic quality of the destination university, support of the academic cooperation offices, and PROMES' management at UACH. Then, we provide further insights derived from the data gathered and points toward the correlations found. Finally, the conclusions presented deal with the increase of efforts invested in mobility programs within Mexican universities, the opportunities for further research, and we discuss the value of this article for other universities, both from developing and developed countries.

## Internationalization and mobility in higher education

According to Morley *et al.* (2018), «mobility is one of the key mechanisms through which internationalization occurs» (p. 537). Student mobility is an important element for any HEI and it may be even more important than teachers' and researchers' mobility because it provides students with opportunities to acquire valuable benefits from personal and training experiences in international contexts, hence, HEI prioritize student mobility mechanisms (Ferrer, 2012). Guo and Chase (2011) state that «as part of internationalization of higher education, colleges and universities continuously recruit and accept international students (cited by

Jamaludin *et al.*, 2017, p. 38). Internationalization programs are beneficial for international students, for their home university, and for the community of the institution they visit, because it improves cultural awareness and intercultural communication (Bista and Foster, 2016).

Setting mobility mechanisms generates interest toward HEI in prospective students that come from upper-secondary educational systems. Hence, HEI devote many resources to promote and publicize their exchange programs, so new students and enrolled students are motivated to participate in exchange activities. According to Jamaludin *et al.* (2017), it is important to monitor the motivation and satisfaction of students participating in mobility programs, because it allows students to take better advantage of their mobility experiences, and if students are more satisfied with their experiences abroad, they are more likely to recommend them to their peers.

International mobility emerged in Europe during the 1980s, as an activity where the brightest and most adventurous students engaged with, at an individual basis (Wächter, 2003). During the 1980s and 1990s, neoliberalism, capitalism and globalization had a worldwide influence (Kim, 2017). Pherali (2012) claims that academic mobility is a consequence of educational globalization and points toward the need of reaching a better theoretical understanding of such phenomenon, given the rich experiences of academics involved in mobility activities, including linguistic, social, and cultural elements. Many countries started to engage in integration projects that were characterized by: being conducted from cost-benefit analysis models, following markets' operations, increasing productivity, and diversifying and adapting nations to the modernization prevailing in the rest of the world (González and Gómez, 2012).

Within such context, educational systems sought to develop balanced mobility models that conciliated economic changes with innovations destined to satisfy human capital needs. For this reason, worldwide higher education subsystems began to manage student mobility programs, with the aim of adjusting to market requirements (González and Gómez, 2012). With a steadily-growing demand and funding support, mobility numbers quickly increased

and mobility activities started to be organized by international networks of institutions; as institutions and policy makers believed that «it would somehow be good for the future citizens and professionals in an increasingly internationalized society» (Stronkhorst, 2005, p. 292).

Knight (2005) sees internationalization as the process of integrating the international, intercultural and global dimensions with postsecondary education's objectives, functions and academic offer. Gacel (2000) states that internationalization's objectives must consider the institutional scope and universities' formative function. Such conception sees internationalization as an educational and institutional renewal process, which is obliquely incorporated to the institutional strategies and transcendental functions embedded in universities' culture, mission and vision. Hence, internationalization includes global, international, intercultural, comparative and interdisciplinary dimensions, all of which aim to improve institutions, by optimizing their quality, their teaching programs, research products, and the relevance of graduates' profiles (Voloschin, 2011). Sebastián (2004) states that internationalization allows, by integrating an international perspective, improving institutional processes (e.g. training, research, extension, offer and capabilities), as well as enhancing community's mentalities, values and perceptions, while it also represents a way of disseminating universities' educational levels and milestones.

Internationalization strategies, apart from offering mobility opportunities for students and professors, can include: cultural extension, teaching, academic training, management, patent development and scientific research and publishing (Rodríguez-Bulnes *et al.*, 2016). These activities are sources of evidence, which are useful when institutional policies require internationalizing the curriculum, integrating academic groups in international research networks, participating in inter-institutional research projects funded by international cooperation agencies, co-publishing articles with researchers from foreign HEI, providing an international scope to extension programs, and enabling mobility for the teaching, research, administrative and student functions (Voloschin, 2011).

However, if internationalization processes are conducted by an individual area, they will obtain results that are partial and disintegrated from the university community (Voloschin, 2011). Hence, it is essential to understand the inherent transversality of internationalization within the organizational culture of sustainable HEI. Some Latin American universities have understood the need to engage different institutional areas in such processes. For instance, the University of Costa Rica (UCR) includes internationalization within institutional policy and their internationalization actions are aimed at the «generation of contributions for academic reform scenarios, training at undergraduate and postgraduate levels, and evaluation and accreditation» (Varela, 2005, p. 18).

## Internationalization and student mobility in Mexico

In Mexico, the first internationalization actions emerged during the post-war period, after the relatively stable and empowered nations sought to export their educational models to peripheral countries (some of which were their former colonies). Knowledge was generated and transferred, especially from developed countries to developing countries, but such phenomenon was conditioned by the *brain drain*; a circumstance originated by an absence of scientific policies and the lack of reinsertion for professionals within their countries (Pallán, 1994, cited by Gacel, 2000). Most Mexican public universities' objectives started to focus on the mobility of academic staff and research cooperation, while private institutions prioritized receiving foreign students first, and then concentrated on their own students' mobility (Gacel, 2000). Cantwell *et al.* (2009) point out that «Mexico is a net sending country. This means that there are more Mexican students who study abroad than students who travel to Mexico to study» (p. 338).

In the 1990s, globalization and the Free Trade Agreement stimulated international cooperation, forcing HEI to find ways of expanding their academic and student mobility flows, as well as conducting other international actions. Concerning Mexico, particularly since the Wingspread Conference, a

Trilateral Working Group was formed to foster higher education collaborations within North America and to develop a strategic plan in five basic areas, which was presented in Vancouver in 1993 (Espinoza, 1997).

International experts have proposed within the missions and functions of higher education, that «quality also requires that higher education should be characterized by its international dimension: exchange of knowledge, interactive networking, mobility of teachers and students, and international research projects, while taking into account the national cultural values and circumstances» (UNESCO, 1998, p. 26).

A reflection exercise about academic and student mobility emerged from the XIII National Congress of Educational Research, in Chihuahua (Mexico). This event allowed exchanging experiences, challenges and questions about the impact of mobility programs from various Mexican HEI that also conducted research on the topic. A general review compiled the most relevant information on these proceedings (Flores, 2015). This compilation includes the historical origins of academic mobility within the leading Mexican HEI, which dates back to the early 1990s. This document also mentions the important mobility mechanisms developed, which were coordinated by ANUIES and the SEP. Data from these student mobility initiatives were collected and processed using instruments such as PATLANI in the case of ANUIES (Camino, 2018), and Statistics 911 in the case of SEP.

PATLANI compares its results with those of Statistics 911. According to this database, 4% of higher education enrollment has had mobility experiences, however, only 2% of enrollment corresponds to incoming population. The results of PATLANI and 911 differ in this last point (...) a problem lies in how the data are generated in the participating HEI and in the non-distinction between undergraduate and postgraduate or types of institution to which the data refer (Flores, 2015, para. 17).

There has been a recent increase in interest and efforts for providing Mexican students with opportunities that include scholarships to study abroad and also to offer international students to come



to Mexico (e.g. University of Windsor, 2018; Secretaría de Relaciones Exteriores, 2018); something that Cantwell, Luca and Lee (2009) state is important for developing countries, which should be senders and receivers of international students. Moreover, a significant proportion of Mexican academics study their doctorate abroad and then return to Mexico to work at academic positions (Bennion and Locke, 2010).

## Methods

There are two approaches for characterizing an internationalization model and for measuring internationalization in a given institution. The quantitative-descriptive approach assesses internationalization intensity, by evaluating the number of international cooperation activities within an institution, with respect to its capabilities and potential. Then, the qualitative approach studies the integration of the internationalization process, through the assimilation of new capabilities and creating new opportunities for institutional development. Both approaches are complementary, so we avoided focusing exclusively on a single perspective, which may risk concentrating on a purely descriptive stance, while avoiding the objectives and contents of internationalization itself (Voloschin, 2011). According to the cited author, global analyses of internationalization would include assessing the following:

- The strategic internationalization plan.
- Number of academic programs with international accreditations and double-degrees with foreign universities.
- Incorporation of the international dimension in curricula.
- Academic programs with international collaborations or with foreign professors, and the participation of university's professors in foreign programs.
- Joint research projects, co-publications and networks.
- Internships of foreign researchers in the institution and internships of local researchers abroad.

- Cultural and extension activities.
- Promotion of internationalization activities in the institutional website.
- Language proficiency by professors and students.
- Availability of a social center for foreigners.
- Evolution of the budget dedicated to internationalization.
- Agreements with foreign counterparts and actions conducted within such agreements.

### *Objectives*

Given the above considerations, for our study, we selected to evaluate the aspects that Voloschin (2011) identifies as important when assessing internationalization initiatives and that were present in PROMES. Therefore, the general purpose of this study was to evaluate the general perception of the students that participated in PROMES during 2015; and so, we sought to fulfill four objectives:

- a) Determine the opinion of the participating students in relation to the exchange process in PROMES.
- b) Determine the opinion of the participating students in relation to the academic quality of the destination universities.
- c) Determine the opinion of the participating students in relation to the academic cooperation offices of the destination universities.
- d) Determine the opinion of the participating students in relation to the management of PROMES.

### *Research design*

This research was quantitative, non-experimental, and transversal. The research procedure consisted on developing the survey, select the sample from the total number of students that successfully finished their mobility activities, having the selected students (through sampling) complete the survey, and then analyze the data gathered through the survey by using the IBM SPSS Statistics software.

The methodology used was a case study conducted only within UACH using simple random sampling, which was selected from the 170 undergraduate students that participated in PROMES during 2015 (Table 1 presents the distribution of the total of students by faculty) and fulfilled the characteristics of being a probabilistic sampling with a confidence level of 90%, a probability of success of 50%, a margin of error of 7.5%, and the selection of the sample was carried out in a simple random way by means of the table of random numbers. Such sample consisted of a total of 71 students.

**Table 1.** Population of students participating in PROMES 2015.

Faculty	2015-1	2015-2	Total
Accounting and Administration	5	12	17
Medicine and Biomedical Sciences	2	0	2
Zootechnics and Ecology	1	11	12
Engineering	6	2	8
Law	4	14	18
Agrotechnological Sciences	12	10	22
Chemical Sciences	5	4	9
Political and Social Science	10	17	27
International Economy	0	5	5
Philosophy and Letters	5	6	11
Nursing and Nutriology	2	3	5
Arts	7	2	9
Physical Culture Sciences	3	10	13
Odontology	6	4	10
Agricultural and Forestry Sciences	0	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>102</b>	<b>170</b>

The number of participating students is not proportional to the total number of students enrolled in each faculty, because access to PROMES depends on factors such as students' personal motivation, the dissemination of the program within each faculty, and students' fulfillment of the program's eligibility criteria. The data collection instrument used was a survey that required students to rate each item using a scale from one to ten, where one represented the lowest score and the highest was ten; such rating scale was used throughout the survey for students to rate each item. The survey consisted in six parts, the first one had demographic questions such as sex, faculty,

destination university, date of birth and exchange period dates. The following four sections of the survey were intended for students to evaluate four factors related to PROMES. These factors were: a) exchange process; b) academic quality of the destination university; c) support of the academic cooperation offices; and d) PROMES' management at UACH. The last question asked students to provide a general rating to PROMES from one to ten. These surveys were applied at the Coordination of International Relations Services and for the students that were not available to respond in person, it was applied through e-mail.

Regarding ethical considerations, this study did not pose any psychological or physical risk. Students' details that would be needed to identify them are not shared outside of the staff responsible for PROMES, as this research only presents the number of students going to a certain institution, but without the names of the students, the identification of a single student is not possible. The survey communicated the purpose of the study to participants, and it contained a statement ensuring them that their details cannot be used for identifying them. The purpose of the survey was merely academic and in no way the identity of respondents was disclosed. Apart from the staff involved with the mobility program, third parties cannot identify students' identities, as the administrative details of students' names and where they went for mobility purposes was not and will not be shared with anyone outside PROMES' staff.

## Results and discussion

The random sample used consisted of students from all faculties (see Table 2). Regarding gender, 50% of the respondents were female. Regarding their ages, they ranged from 20 to 28 years old, the age group that concentrated the largest number of students was from 21 to 23 years old, with an accumulated percentage of this group of 73.6%. Three students did not specify their age. Regarding measures of central tendency and dispersion, the average was 22.5 years the standard deviation was 1.585, a relatively low deviation, which indicates certain homogeneity of the students who participated in PROMES2015.

**Table 2.** Students surveyed by faculty.

Faculty	Frequency	Percentage	Percentage valid	Percentage accumulated
Political and Social Sciences	18	25	25	25
Accounting and Administration	9	12.5	12.5	37.5
Arts	1	1.4	1.4	38.9
Philosophy and Letters	4	5.6	5.6	44.4
Odontology	2	2.8	2.8	47.2
Medicine and Biomedical Sciences	1	1.4	1.4	48.6
Nursing and Nutrition	2	2.8	2.8	51.4
Physical Culture Sciences	5	6.9	6.9	58.3
Faculty of Chemical Sciences	5	6.9	6.9	65.3
Faculty of Engineering	3	4.2	4.2	69.4
Faculty of Zootechnics and Ecology	3	4.2	4.2	73.6
Agrotechnological Sciences	9	12.5	12.5	86.1
International Economy	2	2.8	2.8	88.9
Law	8	11.1	11.1	100
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

**Table 3.** Variables 1 to 5 of the exchange process.

	I received avant-garde academic education	I can adapt to high levels of demand	It improves my academic and professional profile	I can integrate theoretical and practical activities	I updated in disciplinary debates of my career
<b>Average</b>	<b>9.28</b>	<b>9.07</b>	<b>9.15</b>	<b>9.21</b>	<b>9.08</b>
St. Dev.	1.024	1.167	1.183	.918	1.471
Minimum	6	5	4	7	0
Maximum	10	10	10	10	10

### *The exchange process*

The survey contained 15 items related to the exchange process. In order to easily visualize the data given the space constraints of this article, statements were separated into groups of five. The first five variables analyzed were the following: a) I received avant-garde academic education (highest average); b) I can adapt to high levels of demand (lowest

average); c) it improves my academic and professional profile; d) I can integrate theoretical and practical activities; and e) I updated in disciplinary debates of my career (see Table 3). The most important value for the analysis is the average, so it has been highlighted in bold in the table and it can be seen that the average scores given to these five variables are all above nine.

The next group of five variables were: a) I improved my performance as a student (highest average); b) I improved my grades (lowest average); c) the exchange process encouraged my dedication and responsibility in future studies; d) the exchange process broadened my perspective of pursuing a career as a researcher; and e) the exchange process stimulated my interest in extension activities (see Table 4). Within these variables, the statement *I improved my grades* was rated with an average of 8, which could mean that for some students, mobility might have caused them to overlook their studies, thus generating a drop in their grades. However, and interestingly, the variable *I improved my performance as a student* had the highest average, so students might understand that many elements conform their *performance*, not just their grades.

The last grouping of the survey's first part included the last five variables, namely: a) encouraged my interest in generating publications; b) generated

contacts with foreign teachers or researchers; c) I perfected or learned another language (lowest average); d) being curricularly valued in the labor market; and e) being valued for a graduate scholarship (highest average) (see Table 5). Interestingly, in this group of variables, the data with lower averages are observed and none of the evaluated variables was rated higher than 9. The variable with the lowest average was about learning another language, which is explained by the list of institutions where students had their mobility activities (see Table 6), as most of them are from Mexico and other Spanish speaking countries. In fact, only 8 respondents opted for mobility in a university belonging to a country with a language other than Spanish; so such low rating does not necessarily mean that it was seen as a negative aspect. Finally, a global average was calculated for the exchange process, integrated by the 15 variables of the first block of the measurement instrument. This resulted in an overall score of 8.83.

**Table 4.** Variables 6 to 10 of the exchange process.

	I improved my performance as a student	I improved my grades	Encouraged my dedication and responsibility in future studies	Broadened my perspective of pursuing a career as a researcher	It stimulated my interest in extension activities
<b>Average</b>	<b>9.42</b>	<b>8.24</b>	<b>9.35</b>	<b>9.35</b>	<b>9.22</b>
St. Dev.	.868	1.780	.995	.987	1.103
Minimum	6	3	6	6	6
Maximum	10	10	10	10	10

**Table 5.** Variables 11 to 15 of the exchange process.

	Encouraged my interest in generating publications	Generated contacts with foreign teachers or researchers	I perfected or learned another language	Being curricularly valued in the labor market	Being valued for a graduate scholarship
<b>Average</b>	<b>8.50</b>	<b>8.58</b>	<b>6.28</b>	<b>8.72</b>	<b>8.96</b>
St. Dev.	1.529	1.897	3.485	1.840	1.816
Minimum	4	1	1	1	1
Maximum	10	10	10	10	10

Table 6 presents the complete list of participating universities. There were 8 cases in which students left the question about their destination university in blank, which may point toward the need of supervising the application of the survey to ensure this answer is always provided. The rest of the answers, which are valid, indicate that there were 17 different destination universities located in different parts of the world. Administratively, these data also indicate that there is an arduous task involved in sustaining mobility initiatives with such universities and for incrementing their number, because each case implies a separate negotiation and signature of agreements between UACH and each destination university.

#### *Academic quality of the destination university*

The survey contained three statements that measured the academic quality of the destination university: a) quality of teaching at the destination university (highest average); b) quality of research at destination university; and c) quality of infrastructure in destination university (lowest average). Table 7 summarizes the results. As it can be seen, students expressed a generally satisfactory rating of the destination universities, and an average of less than 9 was given to the infrastructure quality variable. These data raised the need to identify which universities provide the best and the worst evaluations. As such, there are several universities with perfect ratings. Universities with low ratings were (from the lowest): University of Buenos Aires (Argentina), University of Valparaíso (Chile) and University of Oviedo (Spain). However, these ratings could imply biases, since in the cases of Valparaíso and Oviedo, only one student had their mobility activities at these universities. A global average was calculated to evaluate the quality of the destination university, considering the three variables that were included for this purpose (see Table 7), which resulted in a score of 9.09.

#### *Support of the academic cooperation offices*

The survey contained four statements that sought to evaluate the support of the academic cooperation offices at their destination universities, which included: a) reception at the destination university (highest average); b) orientation at the destination

university; c) follow-up on the stay at the destination university (lowest average); and d) logistical support at the destination university. Table 8 summarizes the results obtained. The reception and orientation at the destination university were rated with an average higher than 9.3, so it can be considered satisfactory. In the case of follow-up and logistical support, the rating dropped, indicating that the initial attention granted for receiving and guiding students might have dropped, once they started their activities.

**Table 6.** Universities of destination foreign mobility.

University	Frequency	%
Not specified	8	11.1
Universidad de Buenos Aires	7	9.7
Universidad Nacional Autónoma de México	7	9.7
Universidad Federal do Rio Grande do Sul	7	9.7
Universidad San Sebastián	6	8.3
Universidad Autónoma Metropolitana	4	5.6
Universidad de Granada	4	5.6
Universidad de Guadalajara	4	5.6
Universidad de Talca	3	4.2
Universidad de Antioquía	2	2.8
Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación	2	2.8
Universidad del Oeste de Santa Catarina	2	2.8
Hankuk University of Foreign Studies	1	1.4
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente	1	1.4
Pontificia Universidad Javeriana	1	1.4
Sungkyunkwan University	1	1.4
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	1	1.4
Universidad Autónoma de Buenos Aires	1	1.4
Universidad Autónoma de Guadalajara	1	1.4
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco	1	1.4
Universidad de Cádiz	1	1.4
Universidad de Lima	1	1.4
Universidad de Oviedo	1	1.4
Universidad de Valparaíso	1	1.4
Universidad de Viña del Mar	1	1.4
Universidad del Norte	1	1.4
Universidad la Salle	1	1.4
Universidad Rey Juan Carlos	1	1.4
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100.0</b>

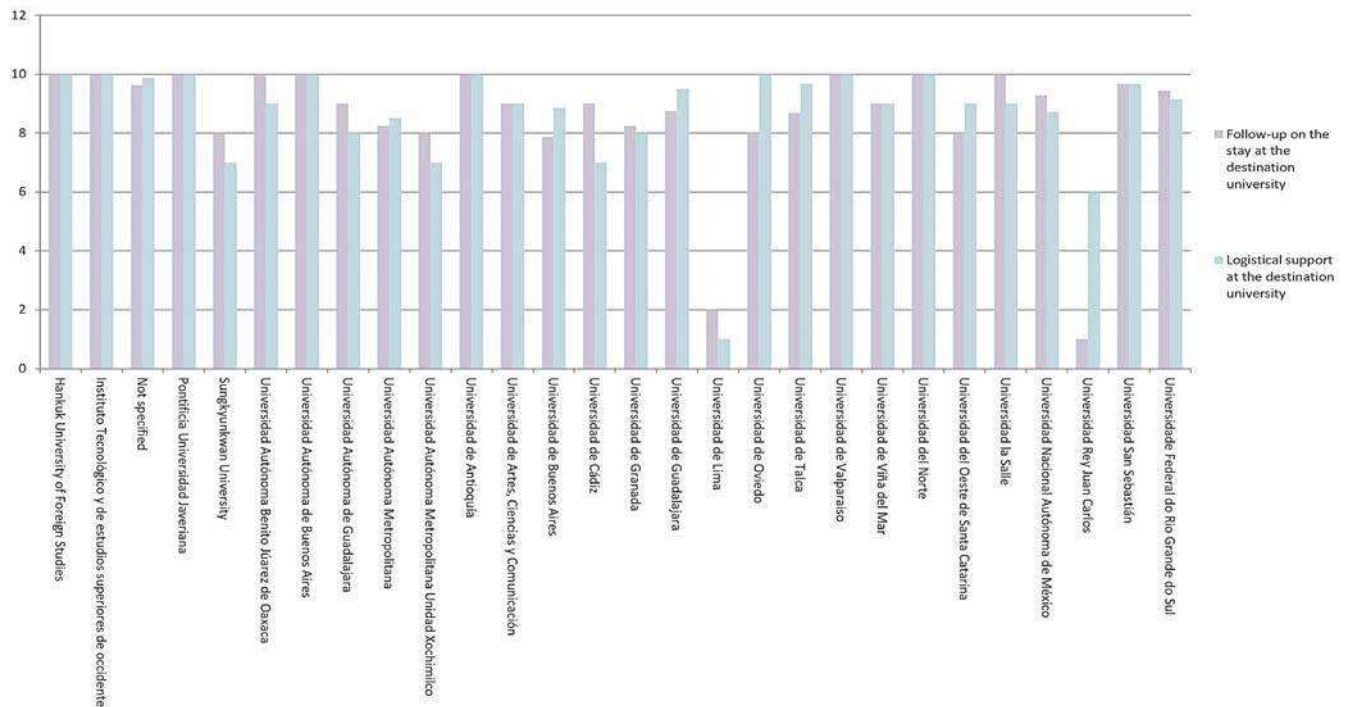
**Table 7.** Variables 1 to 3 the academic quality of the destination university.

	Quality of teaching at the destination university	Quality of research at destination university	Quality of infrastructure in destination university
<b>Average</b>	<b>9.36</b>	<b>9.25</b>	<b>8.68</b>
St. Dev.	1.011	1.031	2.013
Minimum	6	6	2
Maximum	10	10	10

**Table 8.** Evaluation of student exchange offices of the destination university.

	Reception at the destination university	Orientation at the destination university	Follow-up on the stay at the destination university	Logistical support at the destination university
<b>Average</b>	<b>9.42</b>	<b>9.32</b>	<b>8.83</b>	<b>8.97</b>
St. Dev.	1.242	1.265	1.869	1.565
Minimum	1	1	1	1
Maximum	10	10	10	10

**Figure 1.** Quality of monitoring and orientation of the destination universities.



With the purpose of determining if the quality of the follow-up and orientation of students decreased globally, or if the phenomenon was presented at a specific university, we prepared Figure 1, which shows several universities with perfect ratings, but it also shows that University of Lima and Rey Juan Carlos University stand out with very low ratings. A global average was calculated when evaluating the support of the academic cooperation offices at destination universities, these were integrated by the 4 variables of the third block of the survey (see Table 5), with an overall score of 9.13.

*PROMES' management at UACH*

The survey contained ten statements intended for evaluating students' perception of the management of UACH's Student Mobility Program. The variables were divided into two blocks of 5 (see Tables 9 and 10). The first block contains the following variables: a) dissemination of mobility information at UACH (lowest average); b) dissemination on UACH's website; c) information about the university of destination; d) availability of administrative information; and e) guidance regarding aspects of mobility (see Table 9).

Although ratings were satisfactory, none of these variables were evaluated with an average higher than 9, which could represent areas of opportunity for the dissemination of information about the program. The first three variables focus on information dissemination processes and were evaluated with the lowest ratings. The variable related to orientation was slightly better rated than the other four. The variables of the second block include: a) accompaniment in the procedures (highest average); b) follow up and contact during stay; c) reception of grades obtained at the destination university; and d) sending grades to your academic unit (lowest average).

Variables in this second block did not get ratings above 9 either, so these issues also represent areas of opportunity. In the case of these variables, the lowest rated has to do with the reception and delivery of grades obtained by the student at the destination university; hence, it indicated that UACH's administrative procedures related to grades might need to improve. The last single question of the survey asked students to provide a general rating for PROMES, which received an average of 9.04. The analysis of this variable is included in Table 11.

**Table 9.** Evaluation of PROMES' management at UACH.

	Dissemination of mobility information at UACH	Dissemination on UACH's website	Information about the university of destination	Availability of administrative information	Guidance regarding aspects of mobility
<b>Average</b>	<b>8.36</b>	<b>8.51</b>	<b>8.42</b>	<b>8.64</b>	<b>8.99</b>
St. Dev.	1.916	1.627	1.676	1.833	1.552
Minimum	1	3	3	1	1
Maximum	10	10	10	10	10

**Table 10.** Evaluation of PROMES' management at UACH (cont.).

	Accompaniment in the procedures	Follow up and contact during stay	Reception of grades obtained at the destination university	Sending grades to your academic unit
<b>Average</b>	<b>8.97</b>	<b>8.36</b>	<b>8.30</b>	<b>8.29</b>
St. Dev.	1.644	1.901	2.403	2.305
Minimum	1	2	0	0
Maximum	10	10	10	10

**Table 11.** PROMES' general rating.

Statistical	
Average	<b>9.04</b>
St. Dev.	1.236
Minimum	5
Maximum	10

As shown in Table 11, the overall average rating was 9.04, which in general speaks of a good perception. In order to contrast this opinion, the global average of the 31 study variables was also calculated (see Table 12).

**Table 12.** Global average of the 31 variables (without counting PROMES' general rating).

Statistical	
Average	<b>8.83</b>
St. Dev.	.800
Minimum	6
Maximum	10

The averages obtained by in general rating for PROMES and for the 31 variables have a very narrow difference. This coincidence raised the question about the existence of some correlation between the general rating given by the students to PROMES with the rating granted to the 31 variables analyzed. In order to determine if there was any correlation, we proceeded to obtain the Pearson correlation coefficient. When calculating such correlation, a value of .705 was obtained. This value is between the  $0.60 < r < 0.80$  interval, which in the case of the social sciences can be interpreted as pointing toward a high correlation. This shows that, in general, respondents answered the survey with sincerity and this also helps to validate the data gathered.

As a summary, with the data obtained from the previous analyzes, the sections of the survey, ordered by their average rating (from higher to lowest), were: a) support of the academic cooperation offices (9.13); b) academic quality of the destination university (9.09); c) PROMES' general rating in a single question (9.04); d) the exchange process (8.83); e) global average of the 31 variables, without

counting PROMES' general rating in a single question (8.83); and f) PROMES' management at UACH (8.48). Interestingly, the two aspects that exclusively concern the destination universities (academic quality and support of the academic cooperation offices), there was a score higher than 9.

At the moment calculating correlations, some values that are significant for this research were detected. Demographic variables such as age and sex do not correlate with the different ratings, but an interesting correlation was found among the variables *it improves my academic and professional profile* and *being curricularly valued in the labor market*. The value found was .641, which is considered a high correlation and establishes a link between the perception of the student in relation to the value of PROMES for improving their professional and work opportunities. Such correlation is interesting, because it indicates that students primarily value formal issues rather than substantive ones and this could guide the efforts undertaken to improve UACH's internationalization program.

The quality of education and research in the destination universities did not show important correlations with other variables. However, an unexpected result was obtained, since the only high correlations were related to the variable *quality of infrastructure in the destination university*. The correlations found were with the variables *it improves my academic and professional profile* (.595) and *being curricularly valued in the labor market* (.649). This suggests that, while students perceive better quality in the infrastructure of the destination university, they evaluate better their own academic, professional and curricular value in the labor market. PROMES' general rating was also correlated with the rest of the variables to identify which of them would have a closer relationship (see Table 13).

**Table 13.** Pearson correlation for PROMES' general rating with other variables.

General qualification of the Mobility Program	Pearson Correlation
Dissemination on UACH's website	.674
Availability of administrative information	.623
Follow up and contact during stay	.757
Guidance regarding aspects of mobility	.621



Table 13 shows the correlation between PROMES general score and the variables measured, which include the information displayed on the UACH's website (UACH, 2018), the availability of the administrative information that is offered to students wishing to participate in the program, the follow up and contact during stay, and the guidance regarding aspects of mobility. It is not so usual for a social sciences study to find so many positive correlations. This is due to a certain congruence in students' responses and the nature of the questions that requested a rating, so they were analyzed mainly based on the calculation of measures of central tendency and dispersion; unlike other research, which concentrates on analyses of the distribution of frequencies. Moreover, we calculated the Cronbach alpha for all 31 variables under study, to test their internal consistency, and it resulted in 0.894. When we eliminated the variable *I perfected or learned another language*, which was the variable with the lowest average score because most students traveled to other Spanish speaking universities (see The exchange process section), alpha increases to 0.909. Both alpha scores point toward excellent internal consistency and reliability among scores for the variables measured.

We conducted a factor analysis using the Kaiser-Meyer-Olkin test (KMO), finding a coefficient of .684. In a factor analysis, it is recommended to use values from .5 onwards (Romo-González & Tarango, 2016). However, we eliminated two variables, which had the lowest value within the anti-image matrix: *I improved my grades* (with a coefficient of .363) and *I perfected or learned another language* (.319). When we conducted the KMO again, without the mentioned two variables, we found a coefficient of .745, which is considered enough to accept the factor analysis.

We also conducted a Bartlett test of sphericity, which presents a zero significance; this also indicated that our factor analysis is useful. In the analysis of total variance explained we chose a total of four factors which have a theoretical relationship among them and explain 63.44% of the variance. In this way, we obtained the rotated component matrix using the analysis of principal components as the method of extraction, the Varimax as the rotation method, and

we conducted Kaiser normalization. To improve visualization, we considered only coefficients with an absolute value larger than .4. Table 14 shows the results of this analysis.

Theoretically, component 1 explains elements related to information at the various stages of the mobility program. Component 2 relates the perception of a better personal future with the infrastructure of the chosen university, which is congruent with the Pearson coefficients found. Component 3 relates elements about the support of the destination universities and Component 4 explains the perception regarding the exchange of grades between the universities involved in the mobility process.

We can also relate our results with remarks on the importance of motivation and satisfaction for mobility programs (Jamaludin *et al.*, 2017). As such, we interpret that students might have been satisfied with their mobility experiences, given the ratings they provided to the questions related to their destination universities. Hence, they might recommend these universities to their peers on the basis of their characteristics and not solely because of their academic programs. We might hypothesize with these results that students could be focusing more on admiring the characteristics of other universities before those available at their home institution, and thus not paying too much attention to the quality of the academic programs at other universities. Conversely, academic programs at other universities may actually have a very good level because of the universities' resources behind them. As suggested by Bista and Foster (2016), universities should provide the resources necessary for students to succeed. This includes support services, infrastructure, programs and policies.

Aspects related to the support of the academic cooperation offices at destination universities, specifically those associated with the reception that students get, can influence their motivation and satisfaction with the mobility program. As Bista and Foster (2016) indicate, the university administration is responsible for the successful implementation, regulation, and support of mobility initiatives.

**Table 14.** Rotated component matrix.

Rotated component matrix	Component			
	1	2	3	4
Availability of administrative information	.856			
Follow up and contact during stay	.854			
Guidance regarding aspects of mobility	.852			
Information about the university of destination	.794			
Dissemination on UACH's website	.774			
PROMES general score	.773			
Accompaniment in the procedures	.749			
Dissemination of mobility information at UACH	.739			
Being valued for a graduate scholarship	.458			-.400
It improves my academic and professional profile		.864		
I can adapt to high levels of demand		.842		
I received avant-garde academic education		.775		
Being curricularly valued in the labor market		.766		
I can integrate theoretical and practical activities		.756		
Quality of teaching at the destination university		.736		
Quality of infrastructure in destination university		.685		
I updated in disciplinary debates of my career		.576		
It stimulated my interest in extension activities		.474		.463
Quality of research at destination university		.432		
Generated contacts with foreign teachers or researchers				
Encouraged my dedication and responsibility in future studies				
Orientation at the destination university			.899	
Logistical support at the destination university			.873	
Reception at the destination university			.850	
Follow-up on the stay at the destination university			.832	
Encouraged my interest in generating publications		.426	.590	
I improved my performance as a student			.548	
Reception of grades obtained at the destination university	.415			.726
Sending grades to your academic unit				.726
Broadened my perspective of pursuing a career as a researcher				.411

## Conclusion

As we highlighted before, there has been an increase both in interest and efforts from national and international stakeholders for enhancing mobility programs with and within Mexican HEI. As such, this research is the first effort at publishing UACH mobility program' conditions in international and peer reviewed journals, which is important at advancing and developing a professional discussion from the perspective and experiences of Mexican institutions.


We have detected that there is very limited scientific literature about student mobility programs in Mexican universities and from the perspective of Mexican students studying abroad. The case we found deals with the internationalization initiatives from the Autonomous University of Nuevo Leon (Rodríguez-Bulnes *et al.*, 2016), which reflects upon the policies implemented by this university regarding internationalization, international accreditation, mobility of students and professors, the impact in the academic community and in the social, local, national and international contexts.

This line of research will be complemented with posterior follow-up to students involved in PROMES and their contributions to their academic and work lives. Further research involves setting up focus groups with a representative sample of both students and alumni that participated in PROMES, in order to determine the program's effectiveness and implementing improvements, as well as achieving a greater level of control over the program. Such line of research would could strengthen the relevance of this research, by developing a strategy that should be conducted with the alumni that studied abroad through PROMES, in order to analyze and further determine if there is a correlation among alumni's professional success and their academic mobility experiences. Similarly, another possible area of opportunity would require the analysis of the results and experiences gathered by students during their mobility activities. Moreover, an additional research instrument could be proposed to partner institutions in order to evaluate the impact of institutional mobility experiences of incoming foreign students. This will help comparing and contrasting study abroad occurrences in diverse HEI and correlate findings among partner universities. Strengthening collaboration ties, through joint overseas research, may help redefining institutional academic mobility's scope of influence in local studies, with a broader perspective of diverse cultural and ethnic backgrounds. This could help avoiding ethnocentrism prejudices in the institutional research that focuses on domestic cultures.

Given that information issues had the greatest correlation with the overall score of the program, we consider important to disseminate the present and future research on this area in the scientific literature and thus make them available to the various stakeholders. Such action will contribute to the mobility program's objectives, which include ensuring its exponential growth; according to the international trend of knowledge sharing and production (Kim, 2017). Although this article presents a local experience from a Mexican university, the evaluation of PROMES as a student mobility program can be useful to conduct similar studies in developing countries. It can also provide useful insights into the challenges faced in developing countries, so similar countries can prevent common pitfalls and developed countries may take such issues into account for setting up policies and initiatives for collaboration and support.

## References

- BENNION, A. and W. Locke. 2010. The early career paths and employment conditions of the academic profession in 17 countries. *European Review* 18(S1):S7-S33. DOI: 10.1017/S1062798709990299.
- BISTA, K. and C. Foster. (Eds.). 2016. *Campus support services, programs, and policies for international students*. Hershey, USA: IGI Global.
- CAMINO, E. 2018. La movilidad de estudiantes en América Central: ¿En busca del hegemonic knowledge? *América Latina Hoy* 77:137-158.
- CANTWELL, B., S. Luca and J. Lee. 2009. Exploring the orientations of international students in Mexico: differences by region of origin. *Higher Education* 57(3):335-354. DOI: 10.1007/s10734-008-9149-x.
- CORTEZ, C. 2016. Intercambios en la UACH llevaron a estudiantes a 38 países. [http://tiempo.com.mx/noticia/53075-intercambios\\_en\\_la\\_uach\\_llevar](http://tiempo.com.mx/noticia/53075-intercambios_en_la_uach_llevar). Accessed 16 October 2018.
- ESPINOZA, E. 1997. La Educación Superior en México frente al TLC. *Comercio Exterior* 44(9):205-210.
- FERRER, A. 2012. La contribución de la movilidad académica a la construcción de un espacio Iberoamericano de educación superior. *Revista Lusófona de Educação* 21:53-68.
- FLORES, D. 2015. La movilidad académica y estudiantil: un tema en la agenda de la investigación educativa en México. <http://www.rimac.mx/la-movilidad-academica-y-estudiantil-un-tema-en-la-agenda-de-la-investigacion-educativa-en-mexico>. Accessed 16 October 2018.
- GACEL, J. 2000. La dimensión internacional de las universidades mexicanas. *Educación Superior y Sociedad* 11(1-2):121-142.
- GONZÁLEZ, J. and C. Gómez. 2012. Sugerencias para una política de la internacionalización de la educación superior en México en la segunda década del siglo XXI. *Mundo Siglo XXI: Revista del CIECAS-IPN* 7(27):25-34.
- JAMALUDIN, N., D. Sam and G. Sandal. 2017. Destination motivation, cultural orientation and adaptation: International students' destination-loyalty intention. *Journal of International Students* 8(1):38-65.
- KIM, T. 2017. Academic mobility, transnational identity capital, and stratification under conditions of academic capitalism. *Higher Education* 73(6):981-997. DOI: 10.1007/s10734-017-0118-0.
- KNIGHT, J. 2005. Un modelo de internacionalización: Respuesta a nuevas realidades y retos. In H. de Wit, C. Jaramillo, y J. Knight (Eds.), *Educación superior en América Latina: La dimensión internacional* (pp. 1-38). Bogotá, Colombia: Banco Mundial.
- MORLEY, L., N. Alexiadou, S. Garaz, J. González-Monteaugudo and M. Taba. 2018. *Higher Education* 76(3):537-554. DOI: 10.1007/s10734-017-0224-z.
- PERALI, T. 2012. Academic mobility, language, and cultural capital: The experience of transnational academics in British higher education. *Journal of Studies in International Education* 16(4):313-333.
- RODRÍGUEZ-BULNES, M., A. Vences-Esparza and I. Flores-Alanís. 2016. La internacionalización de la educación superior: Caso UANL. *Opción* 32(13):560-582.

- ROMO-GONZÁLEZ, J. and J. Tarango. 2016. *Métodos estadísticos con SPSS aplicados a la educación*. Buenos Aires: Alfagrama.
- SEBASTIÁN, J. 2004. *Cooperación e Internacionalización de las Universidades*. Buenos Aires: Biblos.
- SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES. 2018. Mexican government scholarships for international students 2018. <https://embamex.sre.gob.mx/finlandia/index.php/noticias/convocatorias-calls/79-becas-gobierno-mexico-2018>. Accessed 16 October 2018.
- STRONKHORST, R. 2005. Learning outcomes of international mobility at two Dutch institutions of higher education. *Journal of Studies in International Education* 9(4):292-315.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION 1998. *World Conference on Higher Education: Higher education in the twenty-first century. Vision and action*. Paris: France: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116345e.pdf>. Accessed 16 October 2018.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. 2018. Servicios internacionales. <http://internacional.uach.mx>. Accessed 16 October 2018.
- UNIVERSITY OF WINDSOR. 2018. Scholarships for Mexican students. <http://www.uwindsor.ca/intl/184/scholarships-mexican-students>. Accessed 16 October 2018.
- VARELA, L. 2005. El referente de la internacionalización y sus inherencias para la educación superior pública. *Revista Educación* 29(2):11-33.
- VOLOSCHIN, L. 2011. *Interculturalidad e internacionalización en la Universidad Nacional de Cuyo: La movilidad internacional de estudiantes universitarios* (Bachelor Thesis). Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6081/tesis-fcypsvoloschin.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6081/tesis-fcypsvoloschin.pdf). Accessed 16 October 2018.
- WÄCHTER, B. 2003. An introduction: Internationalisation at home in context. *Journal of Studies in International Education* 7(1):5-11. 

---

Cite this paper as:

Gutiérrez-Jurado, C. E., F. González-Quñones, L. A. Fierro-Ramírez and J. D. Machin-Mastromatteo. 2019. Evaluation of students' engagement with PROMES2015 as a university mobility experience. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(1):24-39.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.305>

## Curriculum of the author and co-authors

**CÉSAR E. GUTIÉRREZ** is a full time professor at the Faculty of Philosophy and Letters at Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). He has a bachelor degree in Public Relations and Organizational Communication and master in Higher Education. His research focuses on academic mobility processes. He is the head of UACH's International Services Office. He has recently taken a position as General Secretary of the Mexican Association for International Education, for the 2018-2019 period.

**FIDEL GONZÁLEZ-QUIÑONES** is a full time professor at the Faculty of Philosophy and Letters at Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). He has a bachelor degree in Information Sciences, an MBA in Human Resources and another in Marketing, and a PhD in Social Journalism. He is a creative data analyst with over 15 years of experience as lecturer and researcher and currently runs UACH's auditory of opinion laboratory, which develops interdisciplinary studies with state and federal agencies.

**LUIS ALBERTO FIERRO-RAMÍREZ** is a full time professor at the Faculty of Philosophy and Letters at Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), where he currently holds the position of Rector (2016 to 2022). He has a bachelor degree in Spanish Language and Literature, and a master in Education. He is the General Executive Secretary of the National Council for School Sport, member of the National Network of Schools of Philosophy, Letters and Humanities, and of the Journalism Education Association (USA).

**JUAN D. MACHIN-MASTROMATTEO** is a full-time professor and researcher at the Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) in Mexico and is a member of the National Researchers System. PhD in Information and Communication Science (Tallinn University, Estonia), Master in Digital Library Learning (Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway; Tallinn University; and Parma University, Italy), and Bachelor in Library Science (Universidad Central de Venezuela). He has more than 17 years of work experience in archives, libraries, higher education, and professional development. He has published 30 refereed and indexed articles, three books, 12 book chapters and has presented papers in 44 international conferences related to his various lines of research: informational literacy, evaluation of scientific production, open access, information architecture, and digital libraries. Machin-Mastromatteo is a permanent editorial board member of the scientific journal Information Development (Sage), where he also publishes, since 2015, the regular column Developing Latin America. He is a peer reviewer for 14 scientific and indexed journals within the fields of information science and education, for which he has peer reviewed over 90 manuscripts.

# Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el estado de Aguascalientes, México

Useful plants of the Amaranthaceae family in the state of Aguascalientes, México

MANUEL HIGINIO SANDOVAL-ORTEGA<sup>1,2</sup> Y MARÍA ELENA SIQUEIROS-DELGADO<sup>1</sup>

*Recibido: Octubre 28, 2018*

*Aceptado: Marzo 10, 2019*

## Resumen

La familia Amaranthaceae tiene una distribución geográfica cosmopolita, sus especies habitan ambientes áridos, hábitats salinos y áreas perturbadas. Debido al considerable número de especies de esta familia localizadas en el estado de Aguascalientes, es posible que algunas de ellas tengan un uso y sean comercializadas. Con el objetivo de determinar cuántas especies de la familia Amaranthaceae son utilizadas en Aguascalientes y cuáles se comercializan, se visitaron mercados y se realizaron entrevistas a 26 informantes de 13 poblados del estado, la información obtenida fue complementada con datos obtenidos de bibliografía especializada para conocer usos potenciales. Solo 11 de las 29 especies reportadas en Aguascalientes son utilizadas, principalmente como comestibles y medicinales, y únicamente siete son comercializadas. Se identificaron también cuatro especies con algún uso potencial, dando un total de 15 que pueden ser utilizadas y que representan más del 50 % de las especies de la familia Amaranthaceae presentes en el estado.

**Palabras clave:** Aguascalientes, Amaranthaceae, etnobiología, flora, biodiversidad.

## Abstract

The Amaranthaceae family has a cosmopolitan geographical distribution, their species inhabit arid environments, saline habitats and disturbed areas. Due to the considerable number of species of this family located in the state it is possible that some of these have a use and are commercialized. In order to determine how many species of the Amaranthaceae family are used in Aguascalientes and which are commercialized, markets were visited and 26 informants from 13 towns of the state were interviewed, the information obtained was complemented with data obtained from specialized bibliography to know potential uses. Only 11 of the 29 species reported for Aguascalientes are used, mainly as edible and medicinal and only seven are commercialized. Four species with some potential use were also identified giving a total of 15 that can be used and that represent more than 50 % of the species of the Amaranthaceae family present in the state.

**Keywords:** Aguascalientes, Amaranthaceae, ethnobiology, flora, biodiversity.

<sup>1</sup>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES (UAA). Centro de Ciencias Básicas. Departamento de Biología. Herbario HUAA. Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, Código Postal 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México. Tel. 4499107400 ext. 334.

<sup>2</sup>Dirección electrónica del autor de correspondencia: m.higinio.s@hotmail.com

## Introducción

La familia Amaranthaceae tiene una distribución geográfica cosmopolita, sus especies habitan ambientes áridos, hábitats salinos y áreas perturbadas. Cuenta con 183 géneros y alrededor de 2,050 a 2,500 especies (Stevens, 2001), muchas de las cuales son cultivadas para consumo humano, entre ellas se encuentran *Beta vulgaris* L. («Betabel» y «Acelga»), *Spinacia oleracea* L. («Espinaca») y algunos de los géneros *Chenopodium* y *Amaranthus*, cuyas semillas son utilizadas en América para elaborar harina; además, varias especies de los géneros *Celosia*, *Iresine* y *Gomphrena* son cultivadas como ornamentales (Judd *et al.*, 1999). En cuanto a número de especies, los géneros más importantes son: *Atriplex* (300), *Chenopodium* (150), *Gomphrena* (120) y *Althernantera* (100) (Stevens, 2001).

Amaranthaceae se encuentra dentro de las familias más diversas en México, ocupando el lugar número 20 con un total de 33 géneros y alrededor de 211 especies (Villaseñor, 2016). Para Aguascalientes se han reportado 11 géneros y 29 especies (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017).

Históricamente, los recursos florísticos han formado parte de la cultura de los pobladores que habitan en su área de distribución, mediante su conocimiento y utilización como medicina, alimento, construcción y cercas vivas, entre otros (Toledo *et al.*, 1995; Monroy y Ayala, 2003). Sin embargo, no cabe duda que las condiciones socioeconómicas actuales conducen la pérdida del conocimiento popular acerca del uso y manejo de plantas y ecosistemas vegetales, ya que en el presente muchos de estos conocimientos han perdido su interés para quien los practicaba y, por lo tanto, también se han dejado de transmitir (Morales *et al.*, 2011). Por lo anterior, es imprescindible documentar este saber antes de que desaparezca por completo y también divulgarlo.

Son pocos los trabajos acerca de la flora útil de Aguascalientes, y los existentes se han centrado en el uso medicinal (García-Regalado, 1989a, 1989b, 2014), o en zonas determinadas dentro del estado como la región semiárida (Barba-Ávila *et al.*, 2003) y más recientemente Sierra del Laurel (Mares-Guerrero y Ocampo-Acosta, 2018), lo que hace importante continuar con estudios que permitan dar a conocer la manera en la que los pobladores utilizan los recursos vegetales con los que cuenta el estado. Debido al considerable número de especies de esta familia localizadas en el estado, es posible que algunas de estas

tengan un uso y sean comercializadas. El objetivo de este trabajo es determinar las especies de la familia Amaranthaceae que son utilizadas en Aguascalientes y cuáles de ellas se comercializan, además de identificar aquellas especies presentes en el estado que no se usan localmente pero sí en otros sitios (dentro o fuera del país), con el fin de dar a conocer maneras alternativas para su aprovechamiento.

## Desarrollo

El estado de Aguascalientes se encuentra ubicado en la zona centro norte del país, con una extensión de 5616 km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente el 0.3% de la superficie nacional. Las coordenadas extremas se encuentran entre los 21° 37' 20" y los 22° 27' 35" de latitud norte, y los 101° 50' 07" y los 102° 52' 27" de longitud oeste. Colinda con los estados de Zacatecas al noreste, norte y oeste, y Jalisco al sur y sureste, sus intervalos altitudinales van de los 1550 a los 3050 m, y consta de 11 municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, El Llano, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, San José de Gracia y Tepezalá (INEGI, 2016).

La recopilación de información se realizó de enero del 2016 a septiembre del 2017 y consistió en la visita a ciudades y comunidades rurales del estado para identificar las especies de la familia Amaranthaceae que se comercializan y utilizan en la entidad. El método utilizado para la obtención de datos fue la observación participante, entrevistas abiertas y semiestructuradas (Babbie, 1988) que se registraron en libretas de campo. La información obtenida fue complementada por medio de una revisión bibliográfica.

Se visitaron en total 13 poblados del estado de Aguascalientes (Figura 1). Estos poblados fueron seleccionados con la intención de cubrir la mayor superficie posible en el estado y los tipos de vegetación, de acuerdo con Siqueiros-Delgado *et al.* (2017), incluyendo también las poblaciones con mayor número de habitantes y principales centros de comercio de la entidad (INEGI, 2016).

En cuanto a los informantes, se seleccionaron personas mayores de edad, comerciantes agrícolas y herbolarios en mercados y tianguis (mercados semanales), así como agricultores. Se entrevistaron un total de 26 personas (15 hombres y 11 mujeres) de edades entre los 32 y los 83 años (Cuadro 1).

Para la identificación de las especies se adquirió una muestra de aquellas especies que se encontraron a la venta y se pidió la compañía de los informantes

para localizar en campo las plantas consideradas de utilidad, las cuales fueron recolectadas siguiendo la metodología propuesta por Engelmann (1986). Las muestras obtenidas fueron identificadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA) por medio de bibliografía especializada (Sauer, 1950, 1967; Costea *et al.*, 2001; Robertson y Clemants, 2003; Welsh *et al.*, 2003) y cotejadas con material depositado en el mismo.

De las 29 especies distribuidas en Aguascalientes, 11 tienen un uso comestible, forrajero, medicinal u ornamental dentro del estado y únicamente siete son comercializadas. Además, se identificaron cuatro especies que no son utilizadas localmente pero que tienen un uso reportado en otros sitios, dando en total 15 especies útiles de esta familia distribuidas en la entidad (Cuadro 2).

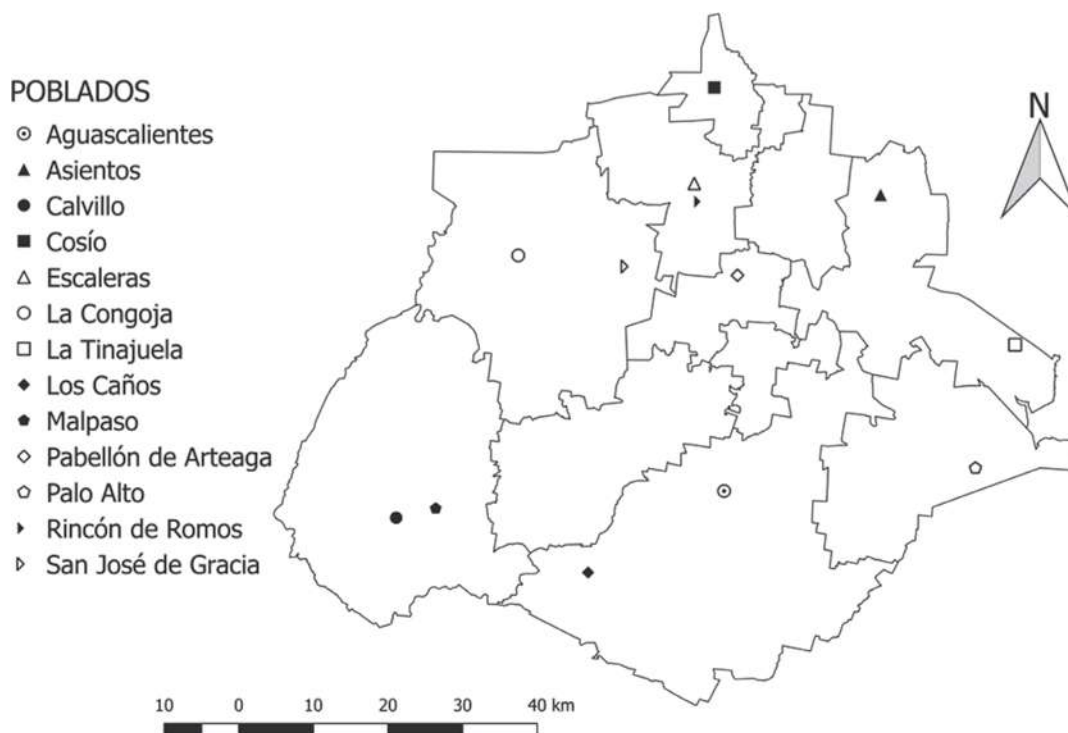


Figura 1. Ubicación de las poblaciones en las que se realizaron entrevistas dentro del estado de Aguascalientes.

**Cuadro 1.** Informantes consultados por poblado.

Municipio	Población	Coordenadas (UTM)	Número de Informantes	Rango de edad
<b>Aguascalientes</b>	Ciudad de Aguascalientes	21.881897, -102.290273	4	37-70
	Los Caños	21.782831, -102.466425	1	47
<b>Asientos</b>	Asientos	22.240613, -102.087510	2	55-60
	La Tinajuela	22.059205, -101.912693	2	32-56
<b>Calvillo</b>	Calvillo	21.848135, -102.715478	5	35-73
	Malpaso	21.859633, -102.664321	2	45-62
<b>Cosío</b>	Cosío	22.370444, -102.304099	1	83
<b>El Llano</b>	Palo Alto	21.909919, -101.964201	2	49-61
<b>Pabellón de Arteaga</b>	Pabellón de Arteaga	22.143156, -102.273419	1	45
<b>Rincón de Romos</b>	Rincón de Romos	22.232237, -102.321751	1	40
	Escaleras	22.254113, -102.329894	1	69
<b>San José de Gracia</b>	San José de Gracia	22.153508, -102.416011	2	50-52
	La Congoja	22.166379, -102.558567	2	63-76

De acuerdo con Castro-Lara *et al.* (2011), el término «quelite» deriva del nahuatl «quilitl» que se usa para designar a las hierbas comestibles y que tiene sus correspondientes en diversas lenguas indígenas. En otros estados del país se considera quelites a todas aquellas plantas cuyas hojas, tallos tiernos y en ocasiones las inflorescencias inmaduras son consumidas como verdura. No obstante, en Aguascalientes se le llama de esta manera solo a las especies de los géneros *Amaranthus*, *Chenopodium* y *Chenopodium*.

Los brotes tiernos de algunas especies del género *Amaranthus* pueden encontrarse a la venta en todo el estado, principalmente en mercados semanales (Figura 2A), con ellos se preparan varios platillos típicos como el mole o el caldo de quelite (Figura 2B), los agricultores los obtienen de sus terrenos de cultivo desde abril hasta septiembre, principalmente en temporada de lluvias cuando son abundantes y la milpa está en crecimiento, se colectan las plantas jóvenes, antes de la floración, las especies del género *Amaranthus* que se consumen y comercializan son: *A. hybridus*, *A. powellii* y *A. palmeri*.



**Cuadro 2.** Especies útiles de la familia Amaranthaceae en Aguascalientes.

Especie	Uso	Parte útil <sup>1</sup>	Distribución <sup>2</sup>	Utilizada en el estado	Comercializada en el estado
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Comestible, forraje	T, H	AGS, ASIE, CAL, ELL, JM PA, RR, SFR, SJG	Sí	Sí
<i>A. palmeri</i> S. Watson	Comestible, forraje	T, H	TE	Sí	Sí
<i>A. powellii</i> S. Watson	Comestible	T, H	AGS, ASIE, CAL, ELL, JM, PA, SJG, TEP	Sí	Sí
<i>A. spinosus</i> L.	Comestible	H	CAL	No	No
<i>A. cruentus</i> L.	Ornamental, comestible	C	AGS, JM, PA, SJG	Sí	No
<i>A. viridis</i> L.	Comestible	T, H	AGS	No	No
<i>Atriplex semibaccata</i> R. Br.	Comestible, forrajero	C	ASIE	No	No
<i>Chenopodium album</i> L.	Comestible, forraje	T, H, S	TE	Sí	No
<i>C. berlandieri</i> Moq.	Comestible	T, H, I	CAL, JM, PA, SJG	Sí	No
<i>Chenopodium murale</i> (L.) S. Fuentes-B., Uotila & Borsch	Comestible, medicinal	T, H	AGS, ASIE, PA, RR, SFR, SJG	Sí	Sí
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Medicinal, condimento	T, H	AGS, CAL, COS, JM, SJG,	Sí	Sí
<i>D. graveolens</i> (Willd.) Mosyakin & Clemants	Medicinal	C	AGS, ASIE, CAL, COS, ELL, PA, SFR, SJG, TEP	Sí	Sí
<i>Gomphrena serrata</i> L.	Medicinal	C	TE	Sí	Sí
<i>Guilleminea densa</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Moq.	Medicinal	C	TE	Sí	No
<i>Salsola tragus</i> L.	Comestible, forrajero	T, H	TE	No	No

<sup>1</sup>**Parte útil:** T = tallos, H = hojas, S = semillas, I = Inflorescencias, C = Planta completa.

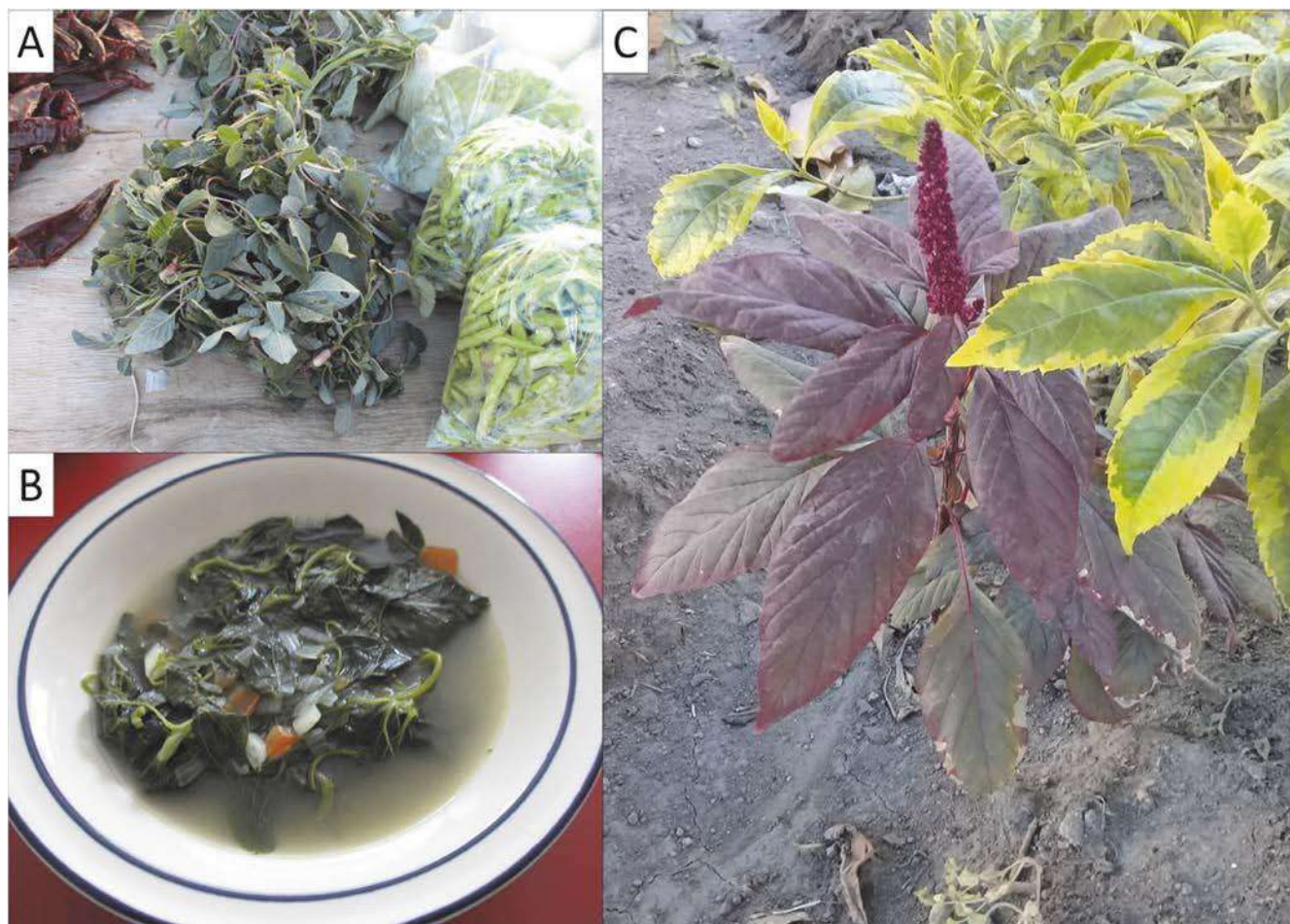
<sup>2</sup>**Distribución en el estado de Aguascalientes:** AGS = Aguascalientes, ASIE = Asientos, CAL = Calvillo, COS = Cosío, ELL = El Llano, JM = Jesús María, PA = Pabellón de Arteaga, RR = Rincón de Romos, SFR = San Francisco de los Romo, SJG = San José de Gracia, TEP = Tepezalá, TE = Todo el estado.

Otra especie de este género a la que se le da un uso dentro del estado es *Amaranthus cruentus* (Figura 2C), que puede encontrarse como una maleza de zonas urbanas. Algunas de las plántulas que aparecen de manera espontánea en jardines públicos o privados y en camellones se les deja crecer y son utilizadas como ornamentales por sus hojas e inflorescencias colo-

ridas, es una planta común dentro de la ciudad de Aguascalientes. Esta especie es probablemente originaria de Centro América, actualmente distribuida a nivel mundial debido a que es cultivada por su valor nutrimental (Sauer, 1950, 1967), en México sus semillas se utilizan para la elaboración de harinas y «alegrías» (Sauer, 1967).

Para el género *Amaranthus* también se reportan en el estado *A. spinosus* y *A. viridis* (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017). *Amaranthus spinosus* es considerada una de las malezas más comunes y de mayor distribución en zonas tropicales del nuevo mundo (Sauer, 1967) y una de las más importantes a nivel mundial (Holm *et al.*, 1977). No obstante, en Aguascalientes es una planta poco frecuente, localizada únicamente en el municipio de Calvillo (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017), lo que la hace la especie menos común de *Amaranthus* en el estado y, aunque no se utiliza localmente, al igual que

otras especies de este género puede ser consumida como verdura. Por otro lado, *A. viridis* se distribuye únicamente dentro de la mancha urbana de la ciudad de Aguascalientes (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017) y se le puede encontrar durante todo el año en banquetas y camellones, esta especie es consumida como vegetal en varios países, como en la India, donde se le conoce como «Khutura» y es considerado el rey de los vegetales verdes (Nath, 2015); además, sus brotes tiernos se utilizan para preparar potaje (Rapoport *et al.*, 2009).



**Figura 2.** A) Quelites (brotes tiernos de *Amaranthus* sp.) a la venta junto con otros vegetales en mercado semanal del municipio de Calvillo. B) Caldo de quelite, platillo típico de la región preparado con brotes tiernos de *Amaranthus* sp. C) *Amaranthus cruentus* en una jardinera de la zona urbana de la ciudad de Aguascalientes.

Por otro lado, se identificaron dos especies del género *Chenopodium* que son utilizadas dentro del estado: *C. album* y *C. berlandieri*, ambas conocidas localmente con el nombre de «quelite cenizo». Los brotes tiernos son consumidos como verdura, pero, a diferencia de los quelites del género *Amaranthus*, no se comercializan y se recolectan únicamente para autoconsumo, también son usadas como alimento para el ganado. En Europa y el cono sur, las semillas de *C. album* son consumidas como un pseudocereal (Couplan y Styner, 2006; Rapoport *et al.*, 2009) y pueden ser utilizadas para preparar pinole. Mientras que *C. berlandieri* es una especie semidomesticada en México, conocida como «Huanzontle» o «Chía roja» y considerada el ancestro de todas las especies del género *Chenopodium* cultivadas en América, incluyendo la «Quinoa» en Sudamérica (Jellen *et al.*, 2011). Pese a que en Aguascalientes no se comercializa, es una planta que puede encontrarse fácilmente a la venta en mercados del centro de México (Vieyra-Odilon y Vibrans, 2001).

Algo similar ocurre con *Chenopodium murale*, que se conoce localmente como «quelite de perro», cuyos brotes tiernos son comestibles y su colecta en el estado es únicamente para autoconsumo, aunque es una práctica poco frecuente. Además de su uso como comestible, *C. murale* se utiliza en Aguascalientes como remedio para combatir problemas dérmicos, las hojas y tallos macerados mezclados con vaselina se aplican sobre la zona afectada para quitar mezquinos y manchas (García-Regalado, 2014). En el cono sur se conoce como «quinoa negra» y también se consumen las hojas y tallos tiernos cocidos (Rapoport *et al.*, 2009).

Otra especie ampliamente utilizada es *Dysphania ambrosioides*, conocida como «epazote», que se usa como medicinal y como condimento para diversos platillos; se le puede encontrar a la venta en mercados permanentes o semanales de toda la entidad (Figura 3A), se comercializan las plantas frescas, que se obtienen principalmente de huertos de traspatio o en los cultivos. Dentro del mismo género y también con uso medicinal se encuentra *D. graveolens*, conocida como «epazote de zorrillo», debido a que desprende un fuerte aroma amargo característico; es fácil encontrarla a la venta en mercados de la ciudad de Aguascalientes en puestos herbolarios (Figura 3B), se aprovecha la planta completa y se comercializa seca.

Cabe mencionar que *Dysphania ambrosioides* posee propiedades antihelmínticas comprobadas (Gómez-Castellanos, 2008), y en Aguascalientes el cocimiento de esta planta es utilizado para expulsar parásitos y para aliviar la tos (García-Regalado, 2014). Mientras que el cocimiento de las ramas de *D. graveolens* se utiliza para tratar malestares estomacales, curar la tos y también para expulsar parásitos (García-Regalado, 2014).

Otras especies con uso medicinal son *Gomphrena serrata* y *Guilleminea densa*, la primera es conocida como «betónica» y se le puede encontrar a la venta en mercados y establecimientos herbolarios (Figura 3C), mientras que *G. densa* es conocida como «Tianguis» (Barba-Ávila *et al.*, 2003) y no se comercializa. *Gomphrena serrata* se utiliza como medicamento para padecimientos renales y «mal de orín», las plantas de flores rosa son empleadas por las mujeres y las de flores blancas por los hombres (García-Regalado, 2014). En cambio, *Guilleminea densa* se usa como remedio contra el sarampión y problemas estomacales, para este último padecimiento se toma el cocimiento de la planta completa o solo la raíz, mientras que para el sarampión se hace un collar con las raíces y se le coloca al enfermo para disminuir los síntomas (García-Regalado, 2014); es una especie ampliamente distribuida en el estado (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017).

*Salsola tragus* es también una especie de amplia distribución en Aguascalientes (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017), y que no es utilizada; sin embargo, tiene varios usos potenciales. Cuando la planta comienza a crecer y sus tejidos son tiernos y turgentes es verdura que puede comerse cruda o cocida (Couplan y Styner, 2006; Rapoport *et al.*, 2009) y también puede ser utilizada como forraje (Hageman *et al.*, 1988; Hugh y Ardath, 2009). Análisis químicos muestran que posee 10-18% de proteína, 50-70% de digestibilidad y 45-65% de fibra (Hageman *et al.*, 1988), no obstante, su uso como comestible y como forraje debe de ser moderado debido a que posee niveles de oxalatos y nitratos que pueden resultar tóxicos si se consume en exceso (Bernau y Eldredge, 2018). Además, gracias a que requiere poca agua, es de crecimiento rápido en suelos con disturbio, y está relativamente libre de enfermedades y parásitos, puede funcionar como una fuente de combustible en zonas áridas (Foster *et al.*, 1980). Posee también grandes cantidades de sales

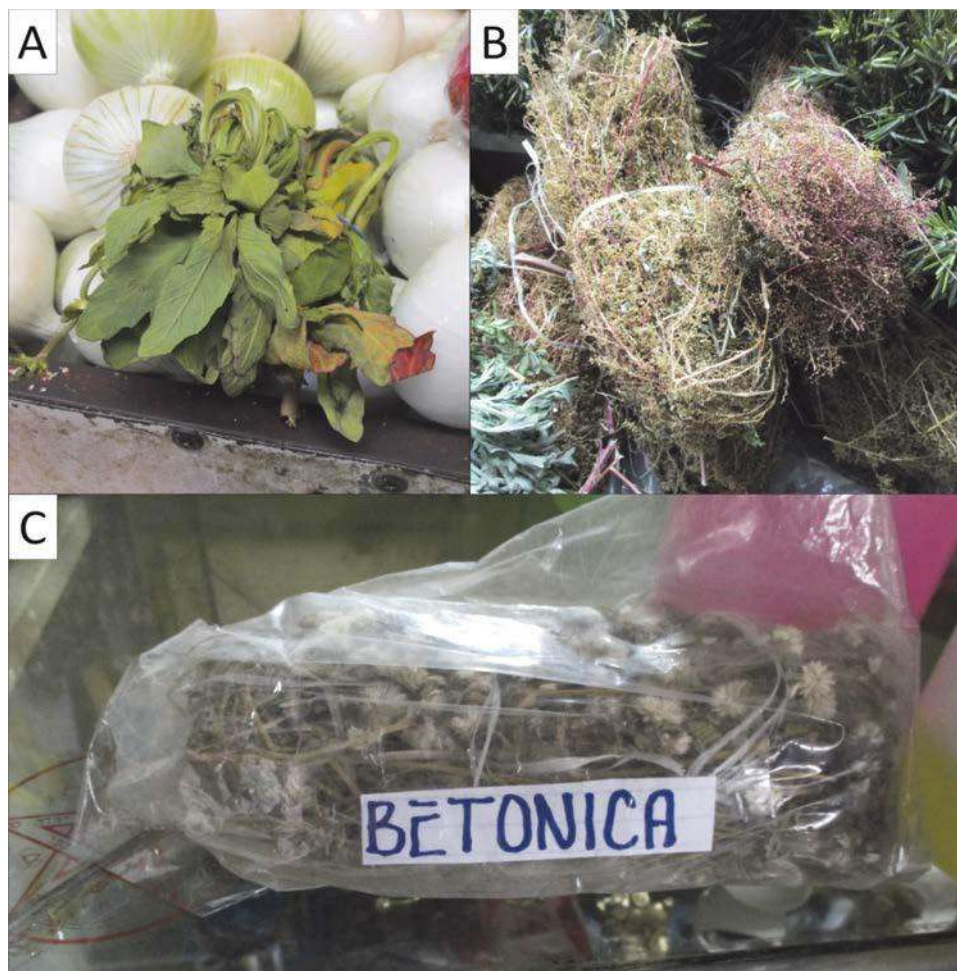
minerales, debido a esto, en tiempos antiguos las cenizas de esta planta fueron utilizadas como jabón y para fabricar vidrio en Europa y el mediterráneo (Couplan y Styner, 2006; Tite *et al.*, 2006; Rasmussen, 2012).

Otra especie de esta familia que no se utiliza en Aguascalientes es *Atriplex semibaccata*, que es originaria de Australia y fue introducida alrededor de 1920 en los Estados Unidos como una planta de forraje en suelos alcalinos (DiTomaso y Kyser, 2013). Gracias a esta tolerancia a la sequía y alcalinidad es utilizada para colonizar suelos erosionados o desnudos; además, debido a su contenido de agua y sales, y a que crece formando matas densas, se le ha promovido como barrera contra el fuego en zonas de constante

peligro de incendio (Bullock, 1936; LACoFD, 1998; Stelling, 1998; DiTomaso y Kyser, 2013). Además, las hojas, brácteas y semillas cocidas son comestibles; las brácteas pueden consumirse crudas cuando han adquirido color rojo (Rapoport *et al.*, 2009). Es una planta poco común en Aguascalientes, conocida solo en dos localidades del municipio de Asientos (Sandoval-Ortega *et al.*, 2017).


## Conclusiones

El uso tradicional que se les da a las especies de la familia Amaranthaceae, principalmente como comestibles y medicinales, hace que esta familia sea de importancia no solo económica sino también cultural para el estado de Aguascalientes.



**Figura 3.** A) Epazote (*Dysphania ambrosioides*) a la venta en mercado Jesús Terán de la ciudad de Aguascalientes. B) Epazote de zorrillo (*D. graveolens*) junto con otras plantas medicinales a la venta en mercado Jesús Terán de la ciudad de Aguascalientes. C) Betónica (*Gomphrena serrata*) a la venta en puesto herbolario.

## Literatura Citada

- BABBIE, E. R. 1988. Métodos de investigación por encuesta. Biblioteca de la Salud, Fondo de Cultura Económica. México. 450 p.
- BARBA-ÁVILA, M. de los D., M. Croce-Hernández D., y M. De la Cerda-Lemus. 2003. Plantas Útiles de la Región Semiárida de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 235 p.
- BERNAU, C. R., y E. P. Eldredge. 2018. Plant Guide for Prickly Russian Thistle (*Salsola tragus* L.). Fallon, Nevada. Recuperado de: [https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg\\_satr12.pdf](https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_satr12.pdf)
- BULLOCK, D. M. 1936. *Atriplex Semibaccata* as Influenced by Certain Environmental Conditions. *Ecology* 17(2):263-269.
- CASTRO-LARA, D., F. Basurto-Peña, L. M. Mera-Ovando, y R. A. Bye-Boettler. 2011. Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 41 p.
- COSTEA, M., A. Sanders, y G. Waines. 2001. Preliminary Results Toward a Revision of the *Amaranthus hybridus* Complex (Amaranthaceae). *Sida* 19(4): 931-974.
- COUPLAN, F., y E. Styner. 2006. Guía de plantas silvestres comestibles y tóxicas. Lynx Edicions. Francia. 415 p.
- DÍ TOMASO, J. M., y G. B. Kyser. 2013. Weed Control in Natural Areas in the Western United States. Weed reserch and information center, University of California. EEUU. 544 p.
- ENGELMANN, G. 1986. Instructions for the collection and preservation of botanical specimens. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73:504-507.
- FOSTER, K. E., R. L. Rawles, y M. M. Karpisak. 1980. Biomass potential in Arizona. *Desert Plants* 23:197-200.
- GARCÍA-REGALADO, G. 1989a. Plantas Medicinales de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 107 p.
- GARCÍA-REGALADO, G. 1989b. Plantas medicinales de San José de Gracia, Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 106 p.
- GARCÍA-REGALADO, G. 2014. Plantas Medicinales de Aguascalientes (1a ed.). Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 498 p.
- GÓMEZ-CASTELLANOS, J. R. 2008. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*), revisión a sus características morfológicas, actividad farma-cológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromaticas* 7(1):3-9.
- HAGEMAN, J., J. Fowler, M. Suzukida, V. Salas, y R. J. Lecaptain. 1988. Analysis of Russian Thistle (*Salsola* Species) Selections for factors affecting forage nutritional value. *Journal of Range Management* 41(2):155-158.
- HOLM, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, y J. P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds, distribution and biology. The University Press of Hawaii. EEUU. 609 p.
- HUGH, J. B., y F. Ardath. 2009. The biology of Canadian weeds. 65. *Salsola tragus* L. (updated). *Canadian Journal of Plant Science* 89(4):775-789.
- INEGI. 2016. Anuario Estadístico y Geográfico de Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. 742 p.
- JELLEN, E. N., B. A. Kolano, M. C. Sederberg, A. Bonifacio, y P. J. Maughan. 2011. Chapter 3: *Chenopodium*. En: C. Kole (Ed.). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer. Berlín, Alemania. P. 321. DOI:10.1007/978-3-642-14387-8
- JUDD, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens, y M. J. Donoghue. 2016. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. (A. Sinauer, Ed.) (4a ed.). Sinauer Associates. Estados Unidos. 677 p.
- LACoFD. 1998. Fuel Modification Plan Guidelines. County of Los Angeles Fire Department, Prevention Bureau, Forestry Division. California, EEUU. 30 p.
- MARES-GUERRERO, A. A., y G. A. Ocampo-Acosta. 2018. Catálogo Ilustrado de Plantas útiles de la Sierra del Laurel, Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 193 p.
- MONROY, R., y I. Ayala. 2003. Importancia del Conocimiento Etnobotánico Frente al Proceso de Urbanización. *Etnobiología* 3:79-92.
- MORALES, R., J. Tardío, L. Aceituno, M. Molina, y M. Pardo de Santayana. 2011. Biodiversidad y Etnobotánica en España. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural 2a ép.* (9):157-207.
- NATH, N. 2015. Wild Edible Vegetables from Western Assam. *Sch. Acad. J. Biosci.* 3(12):1044-1050.
- RAPOPORT, E. H., A. Marzocca, y B. S. Drausal. 2009. Malezas Comestibles del Cono Sur y Otras Partes de Planeta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 216 p.
- RASMUSSEN, S. C. 2012. How Glass Changed the World: The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century. Springer. 85 p.
- ROBERTSON, K. R., y S. E. Clemants. 2003. Amaranthaceae. En: Flora of North America Editorial Committee (Ed.). *Flora of North America North of Mexico*. (Vol. 4). Oxford University Press. New York, EEUU. Pp. 405-441.
- SANDOVAL-ORTEGA, M. H., M. E. Siqueiros-Delgado, J. Sosa-Ramírez, y R. Cerros-Tlatilpa. 2017. Amaranthaceae (Caryophyllales) richness and distribution in the state of Aguascalientes, Mexico. *Botanical Sciences* 95(2):203-220. DOI:10.17129/botsci.909
- SAUER, J. D. 1950. Amaranths: A Survey of Their History and Classification. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 35:561-632.
- SAUER, J. D. 1967. The Grain Amaranths and Their Relatives: A Revised Taxonomic and Geographic Survey. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 54:103-137.
- SIQUEIROS-DELGADO, M. E., J. A. Rodríguez-Avalos, J. Martínez-Ramírez, J. C. Sierra-Muñoz, y G. García-Regalado. 2017. Vegetación del Estado de Aguascalientes (1a ed.). Universidad Autónoma de Aguascalientes, CONABIO. Aguascalientes, México. 368 p.
- STELLING, F. 1998. South West Slopes Revegetation Guide. Murray Catchment Management Committee & Department of Land & Water Conservation. New South Wales, Australia. 436 p.
- STEVENS, P. C. 2001. Angiosperm Phylogeny Website. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (Consultado julio de 2018).
- TITE, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki, y S. A. Harris. 2006. The composition of the soda-rich and mixed alkali plant ashes used in the production of glass. *Journal of Archaeological Science* 33:1284-1292.
- TOLEDO, V. M., A. I. Batis, R. Becerra, y E. Martínez. 1995. La selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia* 20(4):177-187.
- VIEYRA-ODILON, L., y H. Vibrans. 2001. Weeds as crops: The value of maize field weeds in the valley of Toluca, México. *Economic Botany* 55(3):426-443.
- VILLASEÑOR, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:559-902. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- WELSH, S. L., C. W. Cropton, y S. E. Clemants. 2003. Chenopodiaceae. En: Flora of North America Editorial Committee (Ed.). *Flora of North America North of Mexico*. (Vol. 4). Oxford University Press. New York, EEUU. Pp. 258-305. 

Este artículo es citado así:

Sandoval-Ortega, M. H. y M. E. Siqueiros-Delgado. 2019. Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el estado de Aguascalientes, México. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 13(1):40-49.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.324>

### Resumen curricular del autor y coautores.

**MANUEL HIGINIO SANDOVAL ORTEGA.** Terminó su licenciatura en 2011, año en que le fue otorgado el título de Biólogo por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Realizó su posgrado en Aguascalientes, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias con opción a Agronómicas en 2015 por la UAA. Actualmente es candidato a Doctor en Ciencias Biológicas por parte de la misma institución. Desde el 2017 labora como profesor de laboratorio de Botánica I en la UAA. Ha sido director de 2 tesis de licenciatura. Es autor de 6 artículos científicos y 3 ponencias en congresos.

**MARÍA ELENA SIQUEIROS DELGADO.** Terminó su licenciatura en 1979, año en que le fue otorgado el título de Biólogo por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Manejo de Pastizales en 1996 por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y el grado de Doctor en Filosofía en Sistemática Vegetal por parte de Claremont Graduate University. Desde 1982 labora en el Departamento de Biología de la UAA y posee la categoría de Académico titular C. Es miembro Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Su área de especialización es la taxonomía y sistemática vegetal. Es autora de 50 artículos científicos, 11 libros y numerosas ponencias en congresos nacionales e internacionales.

# Declinamiento y muerte de los encinos (*Quercus* spp.) en México, estado actual del conocimiento

Declination and death of oaks (*Quercus* spp.) in Mexico, current state of knowledge

MARÍA DOLORES URIBE-SALAS<sup>1,4</sup>, VÍCTOR ROCHA-RAMÍREZ<sup>2</sup>, ROSARIO GREGORIO-CIPRIANO<sup>1</sup>, SYLVIA PATRICIA FERNÁNDEZ-PAVÍA<sup>1</sup> Y DIONICIO ALVARADO-ROSALES<sup>3</sup>

Recibido: Agosto 16, 2018

Aceptado: Diciembre 27, 2018

## Resumen

México es el país con la mayor diversidad de especies de *Quercus* (encinos orobles) en el mundo. La perturbación de los bosques donde se encuentran ha ocasionado el deterioro de la salud forestal, en la que están implicados tanto agentes bióticos como abióticos. En varias entidades de México, los encinares han sido objeto de estudio desde un enfoque fitopatológico por presentar la sintomatología reconocida como declinamiento. Con el fin de atraer la atención hacia esta problemática, se llevó a cabo una revisión de literatura sobre el estado del arte en materia de salud. Se concluye que en México el entendimiento de la etiología del declinamiento y muerte del encino aún es incipiente, por lo que se requieren estudios a nivel local, principalmente. La colaboración entre los diferentes actores que tienen a su cargo el cuidado, estudio y manejo de los bosques es fundamental, de otra manera, enfrentaremos la perturbación en las interacciones bióticas, riesgos de pérdida de la riqueza de especies de encinos a nivel local, detrimento del valor comercial de los recursos maderables y efectos directos e indirectos sobre las comunidades humanas.

**Palabras clave:** *Quercus*, México, bosque, encinos, fitopatógenos, muerte regresiva.

## Abstract

Mexico is the country with the greatest diversity of *Quercus* species (oaks) in the world. The disturbance of the forests where they are found has caused the deterioration of forest health, in which both biotic and abiotic agents are involved. In several Mexican entities, oaks have been the object of study from a phytopathological approach for presenting the symptomatology recognized as declination. In order to attract attention to this problem, a review of literature on the state of the art in health was carried out. It is concluded that in Mexico the understanding of the etiology of declination and death of the oak is still incipient, requiring studies primarily at the local level. The collaboration between the different actors in charge of the care, study and management of the forests is fundamental; otherwise, we will face the disturbance in the biotic interactions, risks loss of the species richness of oaks at the local level, detriment of the commercial value of timber resources and direct and indirect effects on human communities.

**Keywords:** *Quercus*, Mexico, forest, oaks, phytopathogen, regressive death.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Km 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro, C.P. 58880, Tarímbaro, Mich. Tel. (443) 322-3500 Ext. 5219 y 5220.

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CAMPUS MORELIA. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701, Ex-Hacienda de San José de La Huerta, C.P. 58190 Morelia, Mich. Tel. (443) 322-2777 Ext. 32819.

<sup>3</sup> COLEGIO DE POSTGRADUADOS. Programa de Fitopatología. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. Tel. (595) 952-0200. Ext. 1681 (Oficina) y 1668 (Lab).

<sup>4</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: mduribes@gmail.com

## Introducción

Los bosques de México han sido clasificados por diversos autores; Miranda y Hernández (1963) y Rzedowski (1978) desarrollaron las clasificaciones más reconocidas y utilizadas, estos autores coinciden en ubicar las comunidades de encinos (*Quercus*, Fagaceae) en una clasificación especial: "bosque de encinos" y "bosque de pino-encino".

Los bosques de encino, salvo en condiciones muy áridas, se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2800 m de altitud; son parte importante en los bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1978; Valencia, 2004) y pueden estar asociados a bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios (Rzedowski, 1978). Los bosques de encino alcanzan una cobertura de 6.87 millones de hectáreas, que corresponden a 3.5% de la superficie del país (Challenger y Soberón, 2008), son los bosques templados mexicanos de mayor extensión; si se suman las coberturas de los bosques de encino-pino y de pino-encino, alcanzan más del doble de superficie, con 15.66 millones de hectáreas. De acuerdo con el reporte más reciente, el número de especies de *Quercus* en nuestro país se estima en 161 especies (Valencia, 2004). En México los encinos han sido poco estudiados y, hasta cierto punto, poco valorados; hace aproximadamente tres décadas, varios grupos de investigación han puesto su atención en este grupo de plantas, abordando estudios desde los básicos de taxonomía, hasta aquellos de filogeografía. Ecológicamente, los encinares revisten gran importancia al formar parte fundamental de los sistemas captadores de bióxido de carbono y de agua, son productores de oxígeno, además de evitar la erosión; asimismo, conforman el hábitat de una gran diversidad de flora y fauna. Son de gran importancia económica, ya que se utilizan para la construcción de cabañas, obtención de vigas, mangos de herramientas y durmientes, así como para la elaboración de carbón y son fuente de leña a nivel local.

Desde la época colonial en México, la desatención de los bosques ha llevado a su degradación y mal uso, principalmente como resultado del cambio de uso de suelo a gran escala, pero también por causas de disturbio de la cubierta vegetal como: tala ilegal, mal manejo forestal, perturbación ambiental (incendios, contaminación, apertura de caminos, pastoreo) que inciden en la integridad y sanidad de la cobertura

forestal; sumado a lo anterior, en nuestro país prácticamente no hay reforestación con este grupo de plantas. En el ámbito de la salud forestal, el poco aprecio en que se tiene a los encinares redundando en un número incipiente de estudios, que, si bien han sido el resultado de un esfuerzo muy importante, es una de las causas del desconocimiento a gran escala geográfica en nuestro país, de los agentes causales de las enfermedades.

A nivel mundial la perturbación de los ambientes ha sido relacionada al cambio climático global, que en su conjunto ha favorecido la propagación de patógenos y brotes de plagas de organismos oportunistas (Ramsfield *et al.*, 2016; Milanés *et al.*, 2018; Wood *et al.*, 2018), razón por la cual se ha generado un interés creciente por entender la etiología de las enfermedades de *Quercus*, en las que intervienen factores abióticos (sequías, fríos extremos, nevadas, granizadas, vientos, inundaciones) que contribuyen a predisponer a los encinos a ser enfermos por los factores bióticos. Esta revisión tiene como objetivo analizar la información existente en materia de salud de los bosques de encino en México, en particular de aquella que trata las enfermedades causadas por oomicetes y hongos, principales causantes del declinamiento, con el fin de concentrar y resumir la información hasta ahora generada y dirigir la atención a un problema de dimensiones aún no entendidas, que de no ser atendido podría alcanzar un mayor impacto.

### ¿Qué entendemos por declinamiento?

Hace ya algunas décadas que se ha venido observando en algunos encinares la pérdida de vigor del arbolado, muerte progresiva de las ramas y posteriormente la muerte. En los primeros años en que se detectó, las causas de esta enfermedad eran desconocidas o difíciles de determinar; a la sintomatología observada los investigadores le asignaron



el nombre de «muerte por declinamiento» (Manion, 1991), que al ser multifactorial en origen fue considerada como un complejo de diferentes enfermedades (Führer, 1998). Declinamiento se entiende como el deterioro progresivo en salud y vigor del individuo, se manifiesta como disminución del crecimiento, clorosis, aclaramiento de la corona, invasión de la corteza y/o del xilema y floema, muerte de ramillas y ramas, canchales con exudado negro en el tronco. La etiología en general es compleja, y puede involucrar una variedad de agentes bióticos y abióticos (Manion, 1991). Si bien el «declinamiento de árboles» es multifactorial (ya que están involucrados hongos, oomicetes, plantas e insectos en una interacción aún poco clara con los factores abióticos), los síntomas de declinamiento pueden ser sorprendentemente similares entre sitios de diferentes puntos geográficos, en procesos que forman parte integral de la dinámica de los bosques (Ciesla y Donaubaue, 1994).

## Declinamiento en los bosques de *Quercus* en México

A nivel mundial, el declinamiento en encinos ha sido ampliamente estudiado en algunos países (Keèa *et al.*, 2016; Romagnoli *et al.*, 2018; Sitz *et al.*, 2018), en México, sin embargo, después de haber realizado un escrutinio minucioso de la información disponible, encontramos que los estudios son escasos; a continuación, tratamos en orden cronológico los trabajos que han sido desarrollados.

Uno de los primeros reportes data de 1981, donde registran una nueva enfermedad para el encino *Quercus resinosa* Liebm. en el municipio de Taretán, Michoacán (Vázquez-Collazo *et al.*, 1981); la enfermedad por decaimiento fue ocasionada por el hongo *Eichleriella macrospora*, afectando al 60% de la población muestreada y causando una gran mortalidad de individuos. Tainter *et al.* (2000) mencionan al patógeno *Phytophthora cinnamomi* como la causa principal de la muerte de encinos en una superficie de 300 ha en el Arrayanal, Jalisco; esta enfermedad había sido detectada desde 1991 por los ejidatarios, los síntomas (canchales en los troncos) fueron corroborados y el patógeno identificado. En el 2003, O'Brien *et al.*, del Departamento de

Agricultura de Estados Unidos (USDA) reportaron un incremento en la mortandad de encinos en los últimos 15 años, siendo evidente en los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Nayarit. Los síntomas variaban, pero en general se observaba exudación de tinta, muerte regresiva, aclaramiento de la corona y muerte. A raíz de este reporte, se formó un equipo binacional de trabajo México-Estados Unidos, encontrando en Colima y Jalisco la presencia de *P. cinnamomi* en encinos enfermos y en suelo. Específicamente, *Q. peduncularis* Née fue la especie afectada en Telcruz, Jalisco (O'Brien *et al.*, 2003).

En Sierra de Lobos, Guanajuato, Vázquez-Silva *et al.* (2004) reportaron una incidencia por hectárea del 87.5% del bosque de encino, incluyendo árboles con diferente grado de afectación, desde daño mínimo ocasionado por «algún agente infeccioso», daño severo, afectando el 50% del individuo, hasta árboles muertos, siendo *Quercus eduardii* Trel. la especie más susceptible, seguida por *Q. potosina* Trel., *Q. laeta* Liebm. y *Q. obtusata* Bonpl., la especie encontrada como más tolerante fue *Q. rugosa* Née. La declinación de los encinos en el lugar fue explicado como el efecto sinérgico de *Nectria galligena* e *Hypoxylon thouarsianum*.

En la Sierra de Tepetzotlán, Estado de México, García-Palacios (2005) aisló del follaje de tres especies de encino, seis géneros de hongos fitopatógenos: *Phyllosticta* sp., *Alternaria tenuissima*, *A. tenuis*, *Apiognomonia quercina*, *Cladosporium* sp., *Actinopelte (Leptothyrium)* sp. y *Oidium* sp. Las especies infectadas fueron *Quercus castanea* Née, *Q. mexicana* Bonpl. y *Q. obtusata*, esta última resultó la más susceptible presentando todos los hongos mencionados, mientras que *Phyllosticta* sp. se encontró en las tres especies de encino. Continuando con el trabajo de O'Brien y Kliejunas (2003), Alvarado-Rosales *et al.* (2007) encontraron a *Phytophthora cinnamomi*, *Pythium* sp., *Hypoxylon antropunctatum*, *Ganoderma* sp., *Armillaria* sp. y *Apiognomonia quercina*, organismos asociados a la declinación y muerte de encinos. Las especies infectadas por alguno de estos agentes fueron: *Q. eduardii*, *Q. elliptica* Née, *Q. greggii*, *Q. magnoliifolia* Née, *Q. potosina*, *Q. rugosa*, *Q. salicifolia* × *acutifolia*, *Q. salicifolia* Née y *Q. sideroxyla* Bonpl.

En Tecoaapa, Guerrero, la mortandad masiva de encinos había sido observada desde el 2001, sin embargo, fue posteriormente cuando se detectó la asociación primaria de *Phytophthora cinnamomi* con la muerte regresiva y el exudado color oscuro en la base del tronco de estos árboles; en este caso, *Quercus salicifolia* y *Q. elliptica* fueron las más afectadas, y en menor grado *Q. magnoliifolia*, resultando resistente *Q. glaucescens* (Alvarado-Rosales *et al.*, 2008). Cabe señalar que la enfermedad de la tinta, como se conoce a la causada por *P. cinnamomi*, ha sido considerada de mayor importancia en los bosques de Colima, Jalisco y Guerrero (Almaraz-Sánchez *et al.*, 2013).

De acuerdo con Valdés *et al.* (2004), el género *Armillaria* (causante de pudrición de la raíz en encinos) «incrementó su presencia como resultado del disturbio silvícola y del aprovechamiento del bosque» en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Klopfenstein *et al.* (2015) aislaron al hongo (*Armillaria*) de las raíces de un individuo asintomático de *Quercus xalapensis* Bonpl.

No obstante que los hongos y oomicetes son considerados los más importantes agentes causales de enfermedades en encinos de bosques templados, algunas especies de plantas parásitas de diferentes géneros pueden *per se* llegar a causar la muerte del hospedante, pero también pueden contribuir con el declinamiento, debilitando a los individuos y favoreciendo la acción de otros organismos. En 2007, Alvarado-Rosales *et al.* reportaron para la Sierra Fría, en el estado de Aguascalientes, al hongo *Phoradendron villosum* como un agente asociado a la declinación y muerte del encino. De manera más específica, para la misma localidad, Díaz-Núñez *et al.* (2014) reportaron a *P. falcatum*, *P. bolleanum*, *P. shumani* y *P. villosum* sobre *Quercus potosina*; *P. shumani* sobre *Q. sideroxylla* y *Q. eduardii*; y *P. bolleanum* sobre *Q. chihuahuensis* Trel. y *Q. laeta*.

Para el estado de Michoacán la lista de plantas parásitas sobre especies de encino hospedantes es más extensa: *Phoradendron brachystachyum* sobre *Q. castanea*, *Q. crassipes* Bonpl. y *Q. obtusata*; *P. calyculatum* sobre *Q. castanea* y *Q. laurina* Bonpl.; *P. falcatum* sobre *Q. obtusata*; *P. longifolium* sobre *Q. candicans* Née y *Q. obtusata*; *P. rhipsalinum* sobre *Q. castanea*; *P. velutinum* sobre *Q. candicans*;

*Psittacanthus calyculatus* sobre *Q. obtusata*; *P. schiedeanus* en *Q. rugosa*. *Struthanthus hunnewellii* en *Quercus* spp.; *S. microphyllus* sobre *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*; y *S. venetus* sobre *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. obtusata*, *Q. candicans*, *Q. resinosa* y *Quercus* sp. (Vázquez *et al.*, 2006).

En el estado de Querétaro, encontraron a *Phoradendron bolleanum*, *P. brachystachyum*, *P. forestierae*, *P. velutinum* en bosques de pino y encino, y a *P. galeottii*, *P. lanceolatum*, *P. longifolium*, *P. palmeri*, *P. reichenbachianum* y *P. robinsonii* en varias especies de *Quercus* como hospedantes principales (Rzedowski y Calderón de R., 2011).

Cibrián-Tovar *et al.* (2007), en un trabajo exhaustivo, recopilaron en un libro excepcional: «Enfermedades Forestales en México», las enfermedades y plagas que afectan a los bosques en nuestro país. En particular describen las enfermedades causadas por hongos, oomicetes y plantas parásitas que afectan al género *Quercus*, algunas de las cuales se mencionan en el Cuadro 1. Por otro lado, Fernández-Pavía *et al.* (2015) a su vez, realizaron una recopilación de las enfermedades en especies vegetales de México, entre las que se encuentran diferentes especies de *Quercus*. En el Cuadro 1 se enlistan hongos y oomicetes, así como plantas parásitas que afectan a especies de encino.

En los bosques templados de México se ha detectado la presencia de agentes infecciosos de origen fúngico principalmente (Moreno-Rico *et al.*, 2010), causantes de enfermedades en encinos; algunos son patógenos y otros son oportunistas que, ante el cambio climático global, podrían poner en riesgo la riqueza de *Quercus* a nivel local, toda vez que el cambio climático favorece la susceptibilidad de este grupo de plantas.

Cannon *et al.* (2007) en un reporte para USDA-APHIS-PPQ (United State Department of Agriculture-Animal and Plant Health Inspection Service-Plant Protection and Quarantine USDA-APHIS-PPQ) destacan la necesidad de colaboraciones estrechas entre México y Estados Unidos, debido a nuestra vecindad geográfica y a las investigaciones desarrolladas en común en el tema de fitopatología de bosques. Esta afirmación sigue vigente y es indispensable que sea considerada.

**Cuadro 1.** Especies de *Quercus*, agentes bióticos que las afectan y entidad de la República Mexicana\* donde han sido reportados.

<i>Quercus</i> spp.	Agente biótico causal y entidad*
<i>Quercus acutifolia</i> Née	<i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago
<i>Quercus affinis</i> M. Martens & Galeotti	<i>Ophiostoma piceae</i> . Mancha azul. <i>Ophiostoma pluriannulatum</i> . Mancha azul. (Nuevo León) [2].
<i>Quercus agrifolia</i> Née	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus aristata</i> Hook. & Arn.	<i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago.
<i>Quercus arizonica</i> Sarg.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus candicans</i> Née	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron purpusii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron velutinum</i> . Muérdago.
<i>Quercus castanea</i> Née	<i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron rhipsalinum</i> . Muérdago. (Michoacán) [6]. <i>Psittacanthus macrantherus</i> . Muérdago. (Sinaloa) [7].
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago.
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	<i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Podospaera</i> sp. Cenicilla.
<i>Quercus eduardi</i> Trel.	<i>Phellinus gilvus</i> . Pudrición de corazón. (Aguascalientes) [9]. <i>Phellinus robustus</i> . Pudrición de corazón. (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Hypoxylon thouarsianum</i> . <i>Biscogniauxia atropunctata</i> [9, 10, 13]. <i>Nectria galligena</i> (Guanajuato) [13] <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago.
<i>Quercus emoryi</i> Torr.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus elliptica</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Guerrero) [1, 2].
<i>Quercus germana</i> Schltld. & Cham.	<i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago.
<i>Quercus glaucescens</i> Bonpl.	<i>Phytophthora cinnamomi</i> muerte regresiva (Guerrero)
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago. <i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima) [2, 11].
<i>Quercus gravesii</i> Sudw.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus grisea</i> Liebm.	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	<i>Phellinus everhartii</i> [9, 10]. <i>Nectria galligena</i> . <i>Hypoxylon thouarsianum</i> (Guanajuato) [13]. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago.
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	<i>Botryosphaeria dothidea</i> . Cancro. ( <i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. (Hidalgo) [2]. <i>Phoradendron falcatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron falcifer</i> . Muérdago. <i>Phoradendron purpusii</i> . Muérdago. <i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago. <i>Rhizobium radiobacter</i> ( <i>Agrobacterium tumefaciens</i> ). Tumor bacteriano.
<i>Quercus leiophylla</i> A:DC.	<i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago.
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Guerrero) [1]. <i>Pestalotia</i> sp. (Jalisco) [3].
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.	<i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago
<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.

**Cuadro 1.** Especies de *Quercus*, agentes bióticos que las afectan y entidad de la República Mexicana\* donde han sido reportados (Cont.).

<i>Quercus</i> spp.	Agente biótico causal y entidad*
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	<i>Apiognomonía errabunda</i> ( <i>Apiognomonía quercina</i> ). Antracnosis. <i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Diplodina</i> sp. Pudrición de las bellotas. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Nectria galligena</i> . <i>Hypoxylon thouarsianum</i> (Guanajuato) [13]. <i>Pestalotiopsis funerea</i> . Mancha foliar. <i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron falcifer</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Psittacanthus calyculatus</i> . Muérdago.
<i>Quercus peduncularis</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima) [2, 11].
<i>Quercus potosina</i> Trel.	<i>Phellinus robustus</i> . Pudrición del corazón. <i>Phellinus everhartii</i> . <i>Ganoderma lucidum</i> . <i>Hypoxylon thouarsianum</i> . <i>Biscogniauxia atropunctata</i> . (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Nectria galligena</i> (Guanajuato) [13]. <i>Phoradendron bolleanum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago.
<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	<i>Eichleriella macrospora</i> . Muerte regresiva. (Michoacán) [12]. <i>Pestalotia</i> sp. (Jalisco) [3]. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago.
<i>Quercus rugosa</i> Née	<i>Apiognomonía errabunda</i> ( <i>Apiognomonía quercina</i> ). Antracnosis. <i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Diplodina</i> sp. Pudrición de las bellotas. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Nectria galligena</i> [13]. <i>Pestalotiopsis funerea</i> . Mancha foliar. <i>Hypoxylon thouarsianum</i> [9, 10, 13]. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron reichenbachianum</i> . Muérdago. (Aguascalientes, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Tlaxcala, Zacatecas) [2]. <i>Phoradendron velutinum</i> . Muérdago.
<i>Quercus salicifolia</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima, Guerrero) [1, 2, 11].
<i>Quercus sideroxylla</i> Bonpl.	<i>Phellinus robustus</i> . Pudrición del corazón. <i>Hypoxylon thouarsianum</i> . (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus turbinella</i> Greene	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus viminea</i> Trel.	<i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus</i> spp.	<i>Alternaria</i> sp. Mancha foliar. <i>Apiognomonía errabunda</i> ( <i>Apiognomonía quercina</i> ). Antracnosis. <i>Armillaria gallica</i> . Pudrición de la raíz. <i>Armillaria mellea</i> . Pudrición de la raíz. <i>Biscogniauxia atropunctata</i> . Cancro. <i>Botryosphaeria</i> sp. Tizón foliar. (Estado de México) [4]. <i>Cladocolea andrieuxii</i> . Muérdago. <i>Cladocolea diversifolia</i> ( <i>Struthanthus diversifolius</i> ). Muérdago. (Ciudad de México, Estado de México, Michoacán) [2]. <i>Cladocolea grahami</i> ( <i>Struthanthus grahami</i> ). Muérdago. (Guerrero Jalisco, Michoacán, Morelos) [2]. <i>Cladocolea hintonii</i> . Muérdago. (Guerrero) [2]. <i>Cladocolea loniceroides</i> ( <i>Struthanthus hunnewellii</i> , <i>S. loniceroides</i> , <i>S. mexicanus</i> ). Muérdago. <i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago. <i>Cladocolea microphylla</i> ( <i>Struthanthus microphyllus</i> ). Muérdago. <i>Cladocolea pedicellata</i> . Muérdago. <i>Cladocolea pringlei</i> . Muérdago. (Michoacán, Oaxaca) [2]. <i>Cronartium conigenum</i> . Roya. <i>Cronartium quercuum</i> . Roya. (Ciudad de México, Guerrero, Morelos, Oaxaca, San Luis Potosí) [4, 5, 8]. <i>Erysiphe penicillata</i> ( <i>Microsphaera penicillata</i> ). Cenicilla. (Estado de México) [5]. <i>Ganoderma australe</i> . Pudrición del cuello. (Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Puebla) [2].

Fuente: Fernández-Pavía *et al.*, 2015.

Nota: Las autoridades de las especies están referidas siguiendo los criterios del International Plant Names Index (IPNI, 2012).

\* Cuando esta información está disponible.

- [1] Alvarado-Rosales, D., Saavedra-Romero, L.L. y Almaraz-Sánchez, A. 2008. Primer reporte de *Phytophthora cinnamomic* Rands. Asociado al Encino (*Quercus* spp.) en Tecoaapa, Guerrero, México. *Agrociencia* 42:565-572.
- [2] Cibrián-Tovar, D., Alvarado-Rosales, D. y García-Díaz, S.E. (Eds.) 2007. Enfermedades forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 587pp.
- [3] Claudio García, L. E., F. Góngora Rojas, S. L. Toledo González, R. J. Granados y E. García Quiñones. 2012. Evaluación de daños por patógenos fúngicos en *Pinus* y *Quercus* del área de protección de flora y fauna «La Primavera» Jalisco, México. *Acta Universitaria* 22(4): 5-12.
- [4] García-Álvarez, M. 1976. Primer catálogo de enfermedades de plantas mexicanas. *Fitofilo* 71:45-168.
- [5] García-Álvarez, M. 1981. Enfermedades de las plantas en la República Mexicana. Limusa. México, D.F. 93pp.
- [6] Geils, B.W., Cibrián-Tovar, J. y Moody, B. (Coord). 2002. Mistletoes of North American conifers. Ogden, UT US, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 123pp.
- [7] Howell, B., Kenaley, S. y Mathiasen, R. 2006. First report of *Psittacanthus macrantherus* on *Pinus devoniana* and *Quercus castanea* in Mexico. *Plant Disease* 90:1461.
- [8] León-Gallegos, M.L. y Cummins, G.B. 1981. Uredinales (royas) de México, Vol. I. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Culiacán, Sinaloa. 492pp.
- [9] Moreno-Rico, O., Velásquez-Valle, R., Sánchez-Martínez, G., Siqueiros-Delgado, M.E., De La Cerda-Lemus, M. y Díaz- Moreno, R. 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. *Polibotánica* 29:165-189.
- [10] Sosa-Ramírez, J. Moreno-Rico, O., G. Sánchez-Martínez, M.E., Siqueiros-Delgado y V. Díaz-Núñez. 2011. Ecología y Fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Maderas y Bosques* 17(3):49-63.
- [11] Tainter, F.H., O'Brien, J.G., Hernández, A., Orozco, F. y Rebolledo, O. 2000. *Phytophthora cinnamomic* as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico. *Plant Disease* 84:394-398.
- [12] Vázquez-Collazo, I., Sánchez-Ramírez, R. y Martínez Barrera, R. 1981. Una nueva enfermedad del Encino Colorado (*Quercus resinosa* Liebm.) 1989. En el municipio de Taretan, Mich. *Ciencia Forestal* 6:19-24.
- [13] Vázquez-Silva, L., J. C. Tamarit-Urias y J. Quintanar-Olguín. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encino en «Sierra de Lobos» Guanajuato, México. *Polibotánica* 17:1-14.

## Conclusiones

Las comunidades de encino desarrollan funciones ecológicas y económicas fundamentales, sin embargo, la perturbación de la naturaleza -y su repercusión en la calidad del suelo, del agua, del aire y en el cambio climático- estresan y debilitan a los árboles favoreciendo la acción de los organismos patógenos, oportunistas y/o parásitos, resultando en detrimento de la salud forestal. En México, el declinamiento en encinos aún es poco entendido, a nivel local se desconoce cuáles son los factores abióticos y bióticos que inciden, y el orden y la magnitud en que se desarrolla el proceso. Uno de los riesgos que se pronostican a mediano y largo plazo, ante la susceptibilidad de algunas especies de encino hacia los agentes infecciosos a nivel local, es su eventual eliminación y, como consecuencia, cambios en la composición de la comunidad forestal que podrían tener un efecto profundo en la dinámica de los ecosistemas, que finalmente terminarán afectando directamente a nuestras sociedades. Con base en la revisión realizada, se concluye que la conservación integral de los bosques de encino deberá contemplar el desarrollo de estudios, tanto de la

etiología (agentes causales), identificando a nivel local aquellos factores que ocasionan y/o contribuyen con el declinamiento de los encinares, para determinar la evolución del problema, así como de los cambios que operan en el individuo durante el proceso de declinamiento, y que en conjunto, sirvan de apoyo para desarrollar acciones con el fin de mitigar los efectos de la perturbación, planteando prácticas silvícolas adecuadas y eficientes para el control de enfermedades. En este sentido, existen estudios con el propósito de generar estrategias de control del declinamiento, de esta manera, se ha explorado la posibilidad de aprovechar la variabilidad genética inter e intraespecífica responsable de la resistencia o tolerancia de especies de encino hacia patógenos; el uso de hongos antagonistas para contrarrestar el desarrollo de aquellos; el empleo de cápsulas de inyección a presión con material antifúngico aplicado a encinos con síntomas de declinamiento (Fernández-Escobar *et al.*, 1999; Tapias *et al.*, 2006; Almaraz-Sánchez *et al.*, 2013), sin embargo, aún no hay resultados concluyentes, sea porque el tratamiento puede tener un costo elevado o porque no hay certeza en el camino que seguirá la selección de individuos

resistentes a patógenos. Con fines de prevención, algunos países están anticipando la presencia de enfermedades, por ejemplo, en Estados Unidos y en algunos países europeos, se estudia y se modela la presencia de las enfermedades en encinos (Serrano *et al.*, 2015; Swanston *et al.*, 2018).


Finalmente, con la certeza de que la prevención es lo más eficaz, se recomienda: limpiar con esmero las herramientas utilizadas en el corte y tala de árboles sintomáticos, de lo contrario será un factor de contaminación; evitar el traslado de madera contaminada, lo mismo aplica para la tierra de sitios contaminados; eliminar mediante fuego a los individuos infectados para evitar la diseminación del patógeno. Si después de identificar y diagnosticar la enfermedad el trato es múltiple, lo más eficaz es formar barreras de contención de raíces aislando los árboles infectados, removiéndolos del sitio y eliminarlos mediante fuego (Wilson, 2001; Cumings *et al.*, 2010). Es importante subrayar la necesidad de acciones de coordinación entre los diferentes actores que tienen a su cargo el cuidado de los recursos forestales (gubernamentales y particulares) y los generadores del conocimiento, para permitir el diseño de las estrategias metodológicas más adecuadas encaminadas a hacer un uso responsable de los recursos forestales.

## Agradecimientos

A los revisores anónimos por sus observaciones para mejorar el escrito.

## Literatura citada

- ALMARAZ-SÁNCHEZ, A., D. Alvarado-Rosales y L. de L. Saavedra-Romero. 2013. Trampeo de *Phytophthora cinnamomi* en bosque de encino con dos especies ornamentales e inducción de su esporulación. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19:5-12.
- ALVARADO-ROSALES, D., L. de L. Saavedra-Romero y A. Almaraz-Sánchez. 2008. Primer reporte de *Phytophthora cinnamomi* Rands. asociado al encino (*Quercus* spp.) en Tecoanapa, Guerrero, México. *Agrociencia* 42:565-572.
- ALVARADO-ROSALES, D., L. de L. Saavedra-Romero, A. Almaraz-Sánchez, B. Tlapal-Bolaños, O. Trejo-Ramírez, J. Davidson, J. Kliejunas, S. Oak, J. O'Brien, F. Orozco-T y D. Quiroz-Reygadas. 2007. Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (*Quercus*, Fagaceae) en el centro-oeste de México. *Polibotánica* 23:1-21.
- CANNON, P., N. B. Klopfenstein, M-S. Kim, J. W. Hanna, R. Medel and D. Alvarado-Rosales. 2007. An *Armillaria* survey in Mexico: A basis for determining evolutionary relationships, assessing potentially invasive pathogens, evaluating future impacts of climate change, and developing international collaborations in forest pathology. In: M. G. McWilliams, P. Palaciou, S. J. Quinney and J. E. Quinney (eds.). *Proceedings of the 55th Annual Western International Forest Disease Work Conference*; Sedona, AZ. Salem, OR: Oregon Department of Forestry. p. 29-39.
- CHALLENGER, A. y J. Soberón. 2008. *Los ecosistemas terrestres*. En: J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (eds.). *Capital Natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio. México. p. 87-108.
- CIBRIÁN-TOVAR, D., D. Alvarado-Rosales y S. E. García-Díaz. 2007. Enfermedades forestales en México. Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo: CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service, USDA, EUA; Canadian Forest Service, NRCAN, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- CIESLA, W. M. and E. Donaubauer. 1994. Decline and dieback of trees and forest. A global overview. FAO, Rome. 103 p.
- CUMINGS, C. J., A. J. Martin and K. Scanlon. 2010. Oak wilt management-what are the options? Cooperative Extension, University of Wisconsin. G3590, 1-6.
- DÍAZ-NÚÑEZ, V., J. Sosa-Ramírez y I. P. Macías-Medina. 2014. Diagnóstico fitosanitario de la vegetación en ecosistemas prioritarios de Aguascalientes, México. Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. 84 p.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., F. J. Gallego, M. Benlloch, J. Membrillo, J. Infante and A. Pérez de Algaba. 1999. Treatment of oak decline using pressurized injection capsules of antifungal materials. *European Journal of Forestry Pathology* 29:29-38.
- FERNÁNDEZ-PAVIA, S. P., R. Gregorio-Cipriano, G. Rodríguez-Alvarado, Y. L. Fernández-Pavía, A. Mondragón-Flores, N. Gómez-Dorantes y J. Herrera-Camacho. 2015. Enfermedades de Especies Vegetales en México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 425 p.
- FÜHRER, E. 1998. Oak decline in Central Europe: a synopsis of hypotheses. In: M. L. McManus and A. M. Liebhold (eds.). *Proceedings: Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects*. USDA Forest Service General Technical Report. USA. p. 7-24.
- GARCÍA-PALACIOS, J. 2005. Algunas enfermedades foliares de tres especies de *Quercus* en el parque estatal Sierra de Tepozotlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Forestal, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 60 p.
- INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX (IPNI, 2012). <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do> (consultado enero de 2019).
- KEËA, N., I. Koufakis, J. Dietershageng, J. A. Nowakowska and T. Oszako. 2016. European oak decline phenomenon in relation to the climatic changes. *Folia Forestalia Polonica, Series A-Forestry* 58(3):170-177.
- KLOPFENSTEIN, N. B., J. W. Hanna, P. G. Cannon, R. Medel-Ortiz, D. Alvarado-Rosales, L. F. Hernández, R. D. Elías-Román and M. S. Kim. 2015. First Report of the *Armillaria* Root-Disease Pathogen, *Armillaria gallica*, Associated with Several Woody Hosts in Three States of Mexico. *Plant Disease* 98:1280.

- MANION, P. 1991. Tree diseases concepts. 2nd Ed. Prentice Hall. New Jersey. 416 p.
- MIRANDA, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- MILANES, C., T. Kadir, B. Lock, L. Monserrat, N. Pham y K. Randles. 2018. Indicators of Climate Change in California. Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. Sacramento, California U.E. 236 p.
- MIRANDA, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- MORENO-RICO, O., R. Velásquez-Valle, G. Sánchez-Martínez, M. A. Siqueiros-Delgado, M. de La Cerda-Lemus y R. Díaz-Moreno. 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. *Polibotánica* 29:165-189.
- O'BRIEN, D. S. W. Oak and J. T. Kliejunas. 2003. Report on a site visit to Mexico-Muerte del encino. Forest Service U.S.A y Comisión Nacional Forestal, SEMARNAT.
- ROMAGNOLI, M., S. Moroni, F. Recanatesi, R. Salvati and G. S. Mugnozsa. 2018. Climate factors and oak decline base on tree-ring analysis. A case study of peri-urban forest in the Mediterranean area. *Urban Forestry and Urban Greening* 34:17-28.
- RAMSFIELD, T. D., B. J. Bentz, M. Faccoli, H. Jactel and E. G. Brockerhoff. 2016. Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry* 89:245-252.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. D.F., México. 432 p.
- RZEDOWSKI, J. y G. Calderón de R. 2011. Principales hospederos y algunos otros datos ecológicos de las especies de Viscaceae en el estado de Querétaro. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fasc. Complement. XXVI. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Mich. 7 p.
- SERRANO, M. S., M. A. Romero, J. J. Jiménez, P. De Vita, A. Ávila, A. Trapero and M. E. Sánchez. 2015. Preventive control of *Botryosphaeria canker* affecting *Quercus suber* in southern Spain. *Forestry* 88:500-507.
- SITZ, R. A., M. M. Zerillo, J. Snelling, J. I. Caballero, K. Alexander, K. Nash, N. A. Tisserat, W. S. Cranshaw and J. E. Stewart. 2018. Drippy blight, a disease of red oaks in Colorado, U. S., produced from the combined effect of the scale insect *Allokermes galliformis* and the bacterium *Lonsdalea quercina* subsp. *quercina*. *Arboriculture and Urban Forestry* 44(3):146-153.
- SWANSTON, C., L. Brandt, M. Janowiak, S. Handler, P. Buttlar-Leopold, L. Iverson, F. Thompson III, T. Ontl and D. Shannon. 2018. Vulnerability of forests of the Midwest and Northeast United States to climate change. *Climatic Change* 146:103-116.
- TAINTER, F. H., J. G. O'Brien, A. Hernández, F. Orozco and O. Rebolledo. 2000. *Phytophthora cinnamomi* as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico. *Plant Disease* 84:394-398.
- TAPIAS, R., M. Fernández, A. C. Moreira, E. Sánchez y A. Cravador. 2006. Posibilidades de la variabilidad genética de encinas y alcornoques en la conservación y recuperación de bosques amenazados por la «seca». *Bol. Info CIDEU* 40:11-16.
- VALDÉS, M., J. Córdova, R. Valenzuela y A. M. Fierros. 2004. Incremento del fitopatógeno *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten en bosques de pino-encino, en relación al grado de disturbio por tratamiento silvícola. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 10:99-103.
- VALENCIA, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.
- VÁZQUEZ-COLLAZO, I., R. Sánchez-Ramírez y R. Martínez-Barrera. 1981. Una nueva enfermedad del encino colorado (*Quercus resinosa* Liebm.) en el municipio de Taretan, Michoacán. *Ciencia Forestal* 6:19-24.
- VÁZQUEZ, C. I., R. A. Villa y H. S. Madrigal. 2006. Los muérdagos Loranthaceae en Michoacán. SAGARPA. INIFAP, División Forestal Uruapan, Michoacán. Libro Técnico No. 2. 93 p.
- VÁZQUEZ-SILVA, L., J. C. T. Urias-Fragoso, J. Quintanar-Olguín y L. Varela-Fragoso. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encinos en «Sierra de Lobos» Guanajuato, México. *Polibotánica* 17:1-14.
- WILSON, A. D. 2001. Oak wilt. A potential threat to southern and western oak forest. *Journal of Forestry* 99(5):4-11.
- WOOD, J. D., B. O. Knapp, R. Muzika, M. C. Stambaugh and I. Gu. 2018. The importance of drought-pathogen interactions in driving oak mortality events in the Ozark Border Region. *Environmental Research Letters*. 13:1-11. 

Este artículo es citado así:

Uribe-Salas, M. D., V. Rocha-Ramírez, R. Gregorio-Cipriano, S. P. Fernández-Pavía y D. Alvarado-Rosales. 2019. Declinamiento y muerte de los encinos (*Quercus* spp.) en México, estado actual del conocimiento. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(1):50-59.

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i1.325>

## Resumen curricular del autor y coautores.

**MARÍA DOLORES URIBE SALAS.** Grado de licenciatura en 1990 por la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Maestría en Ciencias (Biología Experimental) en 1997 por la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato con la tesis "Análisis Genético Molecular de Árboles de Encino *Quercus*". Doctorado en Ciencias Biológicas realizado en colaboración UMSNH-CIEco, Universidad Nacional Autónoma de México, en el área de Ecología molecular en 2009 con la tesis "Variación morfológica y estructura genética en poblaciones naturales de *Quercus rugosa* Née (Fagaceae) en México". En 2011 participó en el programa de retención apoyada por el CONACyT. Desde 2012 labora en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH con la categoría de Académico Asociado C. Es Profesor con Perfil Deseable. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura, participado en 4 comités de programas de maestría de la UMSNH, autora de 4 artículos científicos y uno de divulgación, más de 20 ponencias nacionales e internacionales y 6 conferencias. Ha dirigido proyectos de investigación con apoyo interno en el área de Ecología de *Quercus*, ha participado como revisor anónimo de proyecto de investigación externo y de artículo sometido en revista internacional y ha formado parte de consejo consultivo para desarrollar políticas públicas para el cuidado de los bosques templados en Michoacán.

**VÍCTOR ROCHA RAMÍREZ.** Estudios de licenciatura en Biología Marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (1981-1985). Estudios de maestría en el Instituto de Investigación en Biología Experimental de la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato (1990-1992). Doctorado en el Departamento de Ingeniería Genética de Plantas, CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato (1993-2002). Fue profesor-investigador en la carrera de Biología Marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (1988-1990). Fue candidato a Investigador Nacional nombrado por el SNI (1997-2000). Actualmente trabaja como Técnico Académico Titular "C" en el Instituto de Investigación en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM-Campus Morelia. Ha impartido 24 cursos desde nivel licenciatura a doctorado. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura, asesorado 2 tesis de doctorado, es reconocido en agradecimientos en 40 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Revisor para la revista *Biología Tropical/International Journal and Conservation*, evaluador de proyecto para la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. Posee 21 artículos en revistas nacionales e internacionales en temas de taxonomía de algas marinas, transformación genética y expresión en hongos filamentosos y estudios de genética de poblaciones de plantas domésticas y silvestres y otros organismos, utilizando marcadores genético-moleculares. Ha participado con 20 ponencias en congresos y simposios nacionales e internacionales.

**MARÍA DEL ROSARIO GREGORIO CIPRIANO.** Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en 2007. Obtuvo su título de Licenciatura en Biología en 2008. Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias Biológicas por parte del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la UMSNH en 2011. Actualmente cursa el Programa de Doctorado en Ciencias en el Instituto de Ecología A.C. (2017-2021). Su área de especialización es el estudio (taxonomía y sistemática) de hongos patógenos de plantas de interés agrícola y ornamental. Es autora de 6 artículos científicos, 30 ponencias en congresos, 2 capítulos de libros científicos y un libro.

**SYLVIA PATRICIA FERNÁNDEZ PAVÍA.** Terminó su licenciatura en 1982, año en que le fue otorgado el título de Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó su posgrado en el Estado de México donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fitopatología en 1985 por el Colegio de Postgraduados (CP) y el grado de Doctor en Filosofía lo obtuvo en 1997, en Las Cruces, Nuevo México en el área Agronomía por la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU). Realizó dos estancias postdoctorales, una por NMSU y otra por la Universidad de Cornell. Laboró en el CP y en la Universidad de California Riverside. Desde 2001 labora en Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y posee la categoría de Profesor investigador titular C. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (candidato 1986-1989; Nivel I: 2005-2015, Nivel II: 2016-2019). Su área de especialización es el estudio de oomicetes y hongos fitopatógenos. Ha dirigido 25 tesis que incluyen de licenciatura, maestría y doctorado. Es autora de 65 artículos científicos y de divulgación, más de 100 ponencias en congresos, 1 libro y 3 capítulos de libro y ha dirigido 18 proyectos de investigación financiados por fuentes internas y externas. Es editor adjunto de la Revista Mexicana de Fitopatología y ha sido árbitro de revistas nacionales e internacionales. Actualmente es presidente de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.

**DIONICIO ALVARADO ROSALES.** Terminó su licenciatura en 1985, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fitopatología en 1989 por el Colegio de Postgraduados y el grado de Doctor en Filosofía también en el área de Fitopatología en 1996 por la Universidad de Minnesota. Desde 1985 labora en el Colegio de Postgraduados, donde actualmente es Profesor Investigador Adjunto de tiempo completo. Su área de especialización es la fitopatología forestal. Bajo su dirección se han concluido 6 tesis de doctorado y 9 de maestría, ha participado como asesor en 22. Es autor de 25 artículos en revistas especializadas con arbitraje, 2 libros como editor y 3 como autor, 2 capítulos de libro y más de 70 resúmenes o artículos en extenso en memorias de congresos. Ha participado como responsable y/o colaborador en al menos 30 proyectos con financiamiento externo. Es árbitro de la Revista Ciencia Forestal desde 1999 y de la Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. Ha participado en 29 estancias de investigación y cursos-taller dentro de su área de investigación.



# TECNOCIENCIA

## Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades  
Universidad Autónoma de Chihuahua



FACULTAD DE ARTES. UACH

# TECNOCIENCIA Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades  
Universidad Autónoma de Chihuahua



**MURAL ESQUELETO**  
**FACULTAD DE ARTES. UACH**