

# TECNOLOGIA Ciencia Chihuahua

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



Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México



Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana



Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

M.C. JESÚS ENRIQUE SEÁÑEZ SÁENZ  
*Rector*

DR. JESÚS VILLALOBOS JIÓN  
*Secretario General*

M.C. JESÚS ENRIQUE PALLARES RONQUILLO  
*Director de Extensión y Difusión Cultural*

DR. ROSENDO MARIO MALDONADO ESTRADA  
*Director de Planeación y Desarrollo Institucional*

M.C. JAVIER MARTÍNEZ NEVÁREZ  
*Director Académico*

DRA. ALMA DELIA ALARCÓN ROJO  
*Directora de Investigación y Posgrado*

M.A.R.H. HORACIO JURADO MEDINA  
*Director Administrativo*

**TECNOCIENCIA**  
Chihuahua

**Comité Editorial Interno**

DR. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA  
*Editor en Jefe*

M.S.I. IVÁN DAVID PICAZO ZAMARRIPA  
*Coordinador editorial*

M.E.S. NANCY KARINA VENEGAS HERNÁNDEZ  
*Asistente editorial - Abstracts*

**Editores Asociados**

DRA. ALMA DELIA ALARCÓN ROJO  
DRA. ANA CECILIA GONZÁLEZ FRANCO  
DR. OSCAR ALEJANDRO VIRAMONTES OLIVAS

DR. CARMELO PINEDO ÁLVAREZ  
DR. JAVIER TARANGO ORTIZ

DRA. LUZ HELENA SANÍN AGUIRRE  
DRA. MARÍA DE LOURDES VILLALBA

**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 IX, Número 2, Mayo-Agosto 2015. Publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Editor en Jefe: Dr. César Humberto Rivera Figueroa. ISSN: 1870-6606. Número de Reserva al Título en Derecho de Autor: 04-2007-0326610180900-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13868. 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: Impresora Standar, Ernesto Talavera No. 1207, Teléfono 416-7845, Chihuahua, Chih. 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 2214); fax: (614) 439-1500 (extensión 2209), e-mail: tecnociencia.chihuahua@uach.mx

Página web: <http://tecnociencia.uach.mx>

## Contenido

Definición de la revista	I		
Editorial	II		
<b>El científico frente a la sociedad</b>		<b>Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable</b>	
Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana		Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública	
<i>Juan Pedro Sida-Arreola</i> <i>Esteban Sánchez</i> <i>Graciela Dolores Ávila-Quezada</i> <i>Carlos Horacio Acosta-Muñíz</i> <i>Paul Baruk Zamudio-Flores</i>		<i>Xenia Mena-Espino</i> <i>Yeni Couoh-Uicab</i>	
	<b>67</b>		<b>90</b>
<b>Salud</b>		<b>Sustentabilidad ambiental y discordancia social, el caso de la suspensión de la pesca en la costa de San Felipe, Baja California</b>	
Adaptación y factibilidad de un programa de prevención de diabetes en la comunidad Comcáac (Seri) de Sonora, México		<i>Virginia Margarita González-Rosales</i> <i>Virginia Guadalupe López-Torres</i>	
<i>Mónica D. Robles-Ordaz</i> <i>Ana C. Gallegos-Aguilar</i> <i>Rolando G. Diaz-Zavala</i> <i>René Urquidez-Romero</i> <i>Trinidad Quizán-Plata</i> <i>Julián Esparza-Romero</i>			<b>98</b>
	<b>75</b>	<b>Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua</b>	
<b>Educación y Humanidades</b>		<i>Edith Sáenz-Flores</i> <i>Rubén Alfonso Saucedo-Terán</i> <i>Carlos Raúl Morales-Nieto</i> <i>Pedro Jurado-Guerra</i> <i>Carlos René Lara-Macias</i> <i>Alicia Melgoza-Castillo</i> <i>Juan Ángel Ortega-Gutierrez</i>	
Violencia y otros aspectos en la construcción social - chihuahuense - de masculinidades			
<i>Gabriela Grijalva-Jordán</i> <i>Jesús Robles-Villa</i>			<b>110</b>
	<b>83</b>		

## Definición de la Revista *TECNOCENCIA Chihuahua*

TECNOCENCIA 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:

- LATINDEX, Catálogo de revistas científicas de México e Iberoamérica que cumplen con criterios internacionales de calidad editorial.
- PERIODICA, la base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.
- CLASE, la base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencias sociales y humanidades

### Objetivos

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 *TECNOCENCIA Chihuahua* se publica cuatrimestralmente para divulgar los resultados de la investigación en forma de avances científicos, desa-

rollo 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 escritos 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

Los seres humanos requieren de más de 22 elementos minerales para su desarrollo óptimo, sin embargo, se estima que entre un 60 a 80% de la población con malnutrición presenta deficiencia de hierro, zinc, yodo y selenio. En el artículo "Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana" se describe esta deficiencia de micronutrientes a nivel mundial y cómo afecta a la nutrición y salud humana, al tiempo que se plantea al proceso de biofortificación de micronutrientes en cultivos agrícolas como una práctica que puede mejorar la nutrición humana a nivel mundial.

La diabetes es uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial y México no es la excepción. Investigadores del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Hermosillo, Sonora, se propusieron adaptar y evaluar la factibilidad de un programa de intervención en adultos de la etnia Seri de la comunidad Comcáac en riesgo de diabetes tipo 2. Los autores concluyeron que el programa adaptado es factible y puede ser utilizado para prevenir o retrasar el desarrollo de diabetes en adultos de esta población indígena, que ha sufrido un proceso de sedentarización relacionado con cambios en el estilo de vida, asociados con la obesidad y diabetes.

El artículo "Violencia y otros aspectos en la construcción social - chihuahuense - de masculinidades" presenta un análisis en torno al proceso de la construcción de las masculinidades, haciendo referencia a algunos elementos observados en la ciudad de Chihuahua con datos del ámbito universitario. Se incluye una visión de la comunidad universitaria sobre masculinidad, género, sexualidad, familia, violencia y educación.

Las plantaciones bananeras en México tienen importancia económica para muchas comunidades, sin embargo, son afectadas por diversos patógenos, entre ellos *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la enfermedad conocida como Sigatoka negra. Las autoras del artículo: "Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones

bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública" presentan una revisión de estudios sobre la resistencia de *M. fijiensis* a los fungicidas y los efectos que éstos generan sobre el ambiente y salud humana en plantaciones bananeras de México.

En nuestra sección de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, también se incluye un estudio que plantea una reflexión sobre la aplicación de políticas públicas conservacionistas para proteger a la vaquita marina (*Phocoena sinus*). Las autoras del artículo: "Sustentabilidad ambiental y discordancia social, el caso de la suspensión de la pesca en la costa de San Felipe, Baja California", consideran que el gobierno ha privilegiado la dimensión ecoambiental sin considerar la dimensión social, afectando la estabilidad de la población de la comunidad de San Felipe, Baja California.

Una de las principales limitantes para la resiembra de pastizales en zonas áridas y semiáridas es la baja disponibilidad de semilla de zacates forrajeros. Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización sobre la producción y calidad de semilla de cinco zacates forrajeros, investigadores del INIFAP obtuvieron la mayor producción de semilla con los tratamientos 120-60-00 y 60-30-00 + micorriza, sobre todo en zacate navajita y zacate garrapata. Los resultados del estudio se muestran en el artículo "Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua".

M.S.I. IVÁN DAVID PICAZO ZAMARRIPA  
COORDINADOR EDITORIAL

# Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana

## Micronutrient biofortification in agricultural crops and their impact on human nutrition and health

JUAN PEDRO SIDA-ARREOLA<sup>1</sup>, ESTEBAN SÁNCHEZ<sup>1,4</sup>, GRACIELA DOLORES ÁVILA-QUEZADA<sup>2</sup>  
CARLOS HORACIO ACOSTA-MUÑOZ<sup>3</sup> Y PAUL BARUK ZAMUDIO-FLORES<sup>3</sup>

### Resumen

Los seres humanos requieren de más de 22 elementos minerales para su desarrollo óptimo, los cuales pueden ser suplementados con una dieta balanceada. Las deficiencias de micronutrientes se han incrementado en las últimas décadas debido a la depreciación general de la calidad de la dieta de las poblaciones vulnerables, tanto en los países desarrollados y en desarrollo. Se estima que, de la población que padece malnutrición de micronutrientes, entre un 60 a 80% presenta deficiencia de hierro (Fe), más de 30% tiene deficiencia en zinc (Zn), 30% es deficiente en yodo (I) y alrededor del 15% es deficiente en selenio (Se). Las deficiencias de hierro (Fe) y zinc (Zn) son un problema crítico de salud pública en todo el mundo, con el impacto negativo en la salud, la esperanza de vida y la productividad. El proceso de biofortificación es un enfoque agrícola que puede mejorar la nutrición humana a nivel mundial. La biofortificación agronómica se considera a corto plazo y como una estrategia complementaria. Los análisis económicos sugieren que la biofortificación genética es la estrategia más eficaz para aumentar la dieta la ingesta de Fe y Zn de las poblaciones vulnerables. El enriquecimiento de micronutrientes esenciales de los granos de cereales mediante el mejoramiento genético es un área de alta prioridad de la investigación, y una estrategia eficaz entre otros enfoques, por ejemplo, el enriquecimiento, la suplementación y la diversificación de los alimentos. El presente manuscrito pretende dar a conocer la problemática de la deficiencia de micronutrientes a nivel mundial y cómo afecta a la nutrición y salud humana. Así mismo, se plantean algunas soluciones a este problema, como es el caso de la estrategia de biofortificación de micronutrientes en cultivos agrícolas.

**Palabras clave:** biofortificación, deficiencia de micronutrientes, nutrición, salud humana.

### Abstract

Humans require more than 22 mineral elements for optimum growth, which can be supplemented with a balanced diet. Micronutrient deficiencies have increased over recent decades due to the general depreciation of the quality of the diet of vulnerable populations, both in developed and developing countries. It is estimated that the population suffering from micronutrient malnutrition, between 60-80% of the population are deficient in iron (Fe), over 30% are deficient in zinc (Zn), 30% are deficient in iodine (I) and about 15% are deficient in selenium. Deficiencies of iron (Fe) and zinc (Zn) are a critical public health problem worldwide, with negative impact on health, lifespan and productivity. Biofortification process is an agricultural approach that can improve human nutrition worldwide. Agronomic biofortification is considered a short-term and as a complementary strategy, but economic analyses suggest that genetic biofortification is the most effective strategy for increasing dietary intake of Fe and Zn of vulnerable populations. Enrichment of cereal grains by breeding is a high-priority area of research, and an effective strategy among other approaches, such as fortification, supplementation and food diversification. This manuscript seeks to highlight the problem of micronutrient deficiency in the world and how it affects the human health and nutrition. Also, some solutions to this problem arise, as in the case of the strategy of micronutrient biofortification in agricultural crops.

**Keywords:** biofortification, micronutrient deficiencies, nutrition, human health.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Delicias, Av. Cuarta Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto, 33089 Delicias, Chihuahua. México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Escorza 900 Col. Centro. C. P. 31000. Chihuahua, Chih., México.

<sup>3</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Cuauhtémoc. Av. Río Conchos S/N Parque Industrial, Apdo. Postal 781. C.P. 31570. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

<sup>4</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: esteban@ciad.mx.

## Introducción

Los micronutrientes son definidos como elementos químicos o sustancias requeridos en cantidades traza para el normal crecimiento y desarrollo de los organismos vivos. Hay varios métodos para mejorar el contenido de esos compuestos dentro de las partes comestibles de las plantas. El desarrollo tradicional es un enfoque probado, pero tiene varias limitantes, incluyendo los marcos de tiempo prolongados para desarrollar variedades y la relativamente baja "concentración de micronutrientes" entre variedades en una determinada región (Bonneuil, 2006; Johnson y Veilleux, 2010). Otra técnica es suministrar a las plantas con fertilizantes u otros químicos para aumentar su contenido de nutrientes durante el desarrollo (Dodd *et al.*, 2010).

La deficiencia de micronutrientes como Fe, Zn, selenio (Se) y el yodo (I) es un problema de salud pública, que afecta a más de un tercio de la población mundial. Deficiencias en calcio (Ca), magnesio (Mg) y cobre (Cu) se presentan en un tercio de la población, principalmente en los países en vías de desarrollo (White y Broadley, 2005). La malnutrición por deficiencia de micronutrientes tiene grandes consecuencias socio-económicas. Esto da como resultado el aumento de la mortalidad, baja talla y desarrollo infantil y problemas de aprendizaje en bebés y niños. Además, provoca pérdida de la capacidad para trabajar en los adultos, lo cual a su vez disminuye o dificulta el crecimiento económico e induce a la pobreza. Lo anterior ha sido ocasionado, en parte, por la agricultura moderna que impulsa principalmente un mayor rendimiento a menor costo, sin darle importancia a la calidad nutricional de los cultivos (Sands *et al.*, 2009).

La biofortificación con micronutrientes de los cultivos básicos se presenta como una herramienta útil para combatir esta problemática. Esta alternativa busca incrementar el contenido de nutrientes en los cultivos mediante técnicas de fertilización, fitomejoramiento tradicional o fitomejoramiento asistido con biotecnología (Welch y Graham, 2004). La biofortificación tiene muchas ventajas: una única inversión para desarrollar semillas fortificadas, los costos recurrentes son bajos y el germoplasma puede ser compartido. Además, el sistema de cultivos biofortificados es un medio viable para hacer llegar alimentos fortificados a las personas con acceso

limitado a ellos, especialmente la población con desnutrición de zonas rurales remotas (Nestel *et al.*, 2006). Sin embargo, requiere que la investigación agrícola establezca vínculos directos con los sectores de salud y nutrición humana (Bouis, 2003).

Por lo anterior, tres puntos principales que se requieren para implementar un programa de biofortificación con éxito son: 1) que los cultivos biofortificados deben ser de alto rendimiento y rentable para el agricultor; 2) los cultivos biofortificados deben mostrar eficacia para disminuir la problemática de malnutrición en los seres humanos; 3) el cultivo biofortificado debe ser aceptado por los agricultores y los consumidores en la región de destino.

Harvest Plus, es una organización no gubernamental que se enfoca en el desarrollo de cultivos biofortificados con selenio ha abordado todos estos temas (Hotz y McClafferty, 2007). Un punto importante a tomar en cuenta para la optimización de los programas de biofortificación es el procesamiento de los cultivos después de la cosecha. Cultivos como el trigo se consumen después de un proceso de molienda (White y Broadley, 2005), lo que pudiera modificar las concentraciones biodisponibles de los nutrientes en el cultivo. Además, las concentraciones de algunos nutrientes como el Se y el S se encuentran en mayor proporción en el embrión de la semilla, otros como el Fe, Cu y Zn se encuentran principalmente en el salvado (Lyons *et al.*, 2005).

## Biofortificación con Fe y Zn

La Organización Mundial de la Salud estima que la prevalencia de la anemia alrededor del mundo es de 1600 millones, de los cuales, aproximadamente el 50% se estima que se debe a deficiencia de Fe (McLean *et al.*, 2009). Las principales causas de deficiencia de Fe son una inadecuada ingesta del elemento en la dieta y la baja biodisponibilidad de éste. En las poblaciones de bajos ingresos en el mundo, un suministro inadecuado de Fe biodisponible es por lo general debido a la falta de diversidad de la dieta. Los alimentos básicos que contienen altas cantidades de inhibidores de la absorción de Fe, como el ácido fítico o polifenoles, que forma la mayor parte de la dieta (Cercamondi *et al.*, 2013).

Más del 30% de la población mundial tiene anemia, que es en gran parte debida a la deficiencia de Fe (ID) (Gibson, 2006). Una de las principales causas de la ID es baja biodisponibilidad dietética Fe, que se observa típicamente en dietas monótonas planta- basada consumidas por las poblaciones del tercer mundo de nivel socioeconómico bajo (Gibson, 2006). Este tipo de dietas son ricas en ácido fítico y polifenoles, dos inhibidores conocidos de la absorción de Fe (Reddy *et al.*, 1996), pero pobre en potenciadores de la absorción de Fe, como la carne (Martínez-Torres y Layrisse, 1971) o ácido ascórbico (Siegenberg *et al.* 1991). La forma más grave de ID, anemia por deficiencia de Fe (AIF), es común en los niños y las mujeres jóvenes en el mundo en desarrollo, así como en los países desarrollados. IDA tiene efectos adversos para la salud en el resultado del embarazo, el crecimiento infantil, el rendimiento cognitivo, estado inmunológico, y la capacidad de trabajo.

Para las mujeres embarazadas, la anemia contribuye al 20% de todas las muertes maternas. Incluso ID de leve a moderada sin anemia puede disminuir la capacidad de trabajo y resistencia a la fatiga (Brownlie *et al.*, 2004) y afectar la cognición (Stoltzfus *et al.*, 2001). La biodisponibilidad de Fe no hemo, que constituye todo el Fe encontrado en los alimentos vegetales y más del 50% del Fe de origen animal, por lo general se encuentra en el intervalo de 2-20% (Monsen y Balintfy 1982). En contraste, el Fe hemo se absorbe en un 15-35%, y su absorción

es ligeramente influenciada por otros constituyentes de la dieta (Carpenter y Mahoney, 1992). La mayoría del Fe del cuerpo, 65-70%, se encuentra en las moléculas de hemoglobina y mioglobina utilizadas para el transporte de oxígeno y de almacenamiento, y funciona como un cofactor en varias enzimas (Aisen *et al.*, 2001). El almacenamiento de Fe, que constituye el residual de un tercio del Fe total del cuerpo, es secuestrada en las proteínas ferritina y hemosiderina en el hígado, el bazo y la médula ósea (Aisen *et al.*, 2001).

Programas de suplementación de Fe y fortificación de los alimentos han demostrado ser eficientes y han reducido la morbilidad y mortalidad en todo el mundo, pero no han sido universalmente exitosos en reducir de forma sostenible la prevalencia de deficiencias de micronutrientes en los países en desarrollo, debido a que las deficiencias nutricionales se presentan en más altos porcentajes (Mayer *et al.*, 2008). La biofortificación de cultivos de alimentos básicos para aumentar su contenido de micronutrientes, tiene un enfoque de salud pública para el control de las deficiencias de Fe (y Zn) en los países en desarrollo (Bouis y Welch, 2010). En general, las concentraciones de minerales en la mayoría de los suelos no son suficientes para apoyar los cultivos con altos contenidos de minerales (White y Broadley, 2005).

Aunque es difícil de definir bioquímicamente la deficiencia leve a moderada de Zn en los individuos, parece probable que la deficiencia de Zn es común en muchos países en desarrollo (Sandstead, 1999). Debido a las formas absorbibles de Fe y Zn se encuentran en muchos de los mismos alimentos, las altas tasas de deficiencia de Fe en el sudeste asiático y África subsahariana sugieren la ocurrencia generalizada probable de la deficiencia de Zn en las mismas poblaciones. En un meta-análisis realizado por Brown *et al.* (2002), se encontró que la administración de suplementos de Zn tiene un efecto positivo en el crecimiento lineal y el aumento de peso (pero no de peso para la talla) en niños prepúberes. La respuesta es especialmente marcada en los niños con retraso del crecimiento o con bajo peso, probablemente debido a que su ingesta habitual de Zn era inadecuada. Aproximadamente uno de cada

tres niños en edad preescolar en los países en desarrollo han retrasado su crecimiento (Onis, 2000), y una proporción de esta falta de crecimiento es probablemente debida a la deficiencia de Zn. La co-ocurrencia de las deficiencias de Fe y Zn aboga por un enfoque combinado de biofortificación con Fe y Zn en los alimentos. Aunque una alta relación Fe:Zn puede inhibir la absorción de Zn cuando se administra como un suplemento sin alimentos, no hay ninguna interacción significativa entre Fe y Zn cuando se administra con alimentos (Hotz y Brown, 2004). El zinc es necesario por más de 100 enzimas en el cuerpo; muchas funciones corporales se ven afectados por su deficiencia, incluyendo el crecimiento físico, competencia inmune, la función reproductiva, y el desarrollo neuronal (Hotz, 2001). La deficiencia de zinc puede afectar la función neuroconductual en niños (Grantham-McGregor y Ani, 2001), y puede aumentar el riesgo de resultados adversos del embarazo (King, 2000).

En muchos países, los programas de biofortificación y suplementación se han implementado para combatir esas deficiencias, por ejemplo, el enriquecimiento de Fe en la harina de trigo en Pakistán, suplementos de vitamina A en Nigeria, el uso de la sal yodada en Marruecos, etc. (Imhoff-Kunsch *et al.*, 2007). Por lo tanto, la biofortificación se considera una estrategia sostenible, rentable (Bouis y Welch, 2010) y viable a corto plazo para mejorar la composición mineral de los alimentos básicos (Bouis, 2007).

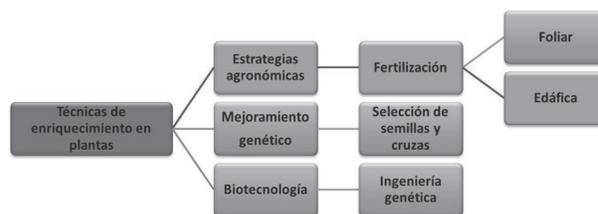
La aceptación social, los problemas de seguridad y largos procesos de aprobación reglamentaria pueden retrasar la aplicación de los cultivos biofortificados en ingeniería genética. Los programas de investigación utilizando el método de cría común actualmente se centran en aumentar el contenido de Fe de los cultivos básicos, como el trigo, el maíz, el arroz, el mijo perla, y frijoles, y dentro de estos cultivos, los frijoles parecen ser los más prometedores en relación a alcanzar los niveles de Fe que podría tener un impacto significativo en la salud pública (White y Broadley 2005, Hotz y McClafferty 2007, Blair, Monserrate *et al.* 2010, Bouis y Welch, 2010). En el Cuadro 1 se muestra la concentración de nutrientes en el frijol.

**Cuadro 1.** Concentración de nutrientes y contenido energético en frijol.

Nutrientes	Contenido por 100 g de semilla	
Calorías (kcal)		333
Proteínas (g)		23.36
Carbohidratos (g)		60.27
Fibra dietaria (g)		15.2
Vitaminas	Ácido fólico	0
	Tiamina (mg)	0.437
	Niacina (mg)	0.479
Minerales	Riboflavina (mg)	0.146
	<b>Hierro (mg)</b>	<b>10.44</b>
	Fósforo (mg)	301
	Calcio (mg)	240
	<b>Zinc (mg)</b>	<b>3.67</b>
	Magnesio (mg)	190
	Selenio (µg)	12.8
	Potasio (mg)	1795
	Manganeso (mg)	1.796

Actualmente existen tres principales estrategias de biofortificación (Figura 1), las cuales son empleadas ampliamente, pero considerando que la biofortificación se realiza en un menor tiempo y a un costo más bajo (White y Broadley, 2005).

**Figura 1.** Técnicas de biofortificación en plantas.

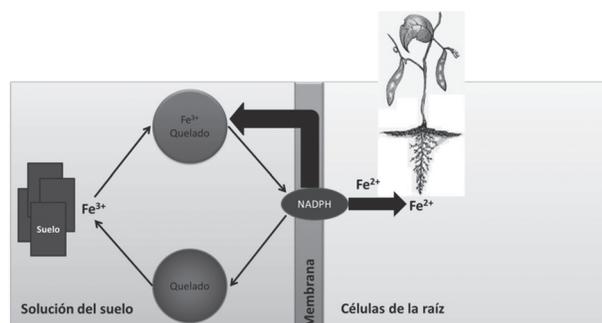


## Estrategias de biofortificación con Fe y Zn

La aplicación de fertilizantes con Fe ofrece un medio agronómico para corregir la deficiencia de Fe en plantas. Los fertilizantes de Fe pertenecen a tres grupos principales: compuestos inorgánicos Fe, quelatos sintéticos de Fe, y complejos naturales de Fe. De ellos, la aplicación de quelatos sintéticos de Fe anualmente al suelo es el más eficiente (Abadía *et al.*, 2011).

Los quelatos sintéticos Fe (III) son generalmente derivados de la familia de los ácidos etilendiamino-carboxílico. Son caros y por lo tanto su uso está restringido a la horticultura sin suelo, así como a los cultivos de alto valor agregado cultivados en el campo. Además, estos xenobióticos afectan la disponibilidad de metal y la movilidad en el suelo debido a su extendida persistencia en el ambiente, cuestionando su sostenibilidad en la agricultura moderna (Álvarez-Fernández *et al.*, 2007). El frijol común es actualmente una de las leguminosas más importantes a nivel mundial y es una fuente importante de nutrientes para más de 300 millones de personas en África y Latinoamérica. Representa el 65% del total de proteína consumida y una mayor fuente de micronutrientes, como son Fe, Zn, tiamina y ácido fólico (Broughton *et al.*, 2003). En la Figura 2 se esquematiza el mecanismo general para la absorción de Fe en una planta de frijol.

**Figura 2.** Mecanismo de absorción de hierro en forma quelada en dicotiledóneas (Estrategia 1) Adaptado de Brady y Well (2002).



Aunque la concentración media de Fe en el frijol es alta, 55  $\mu\text{g/g}$  (Beebe *et al.*, 2000) comparada con otros cultivos como el trigo (Ortiz-Monasterio *et al.*, 2007), arroz (Gregorio, 2002) y maíz (Bänziger y Long, 2000), mucha gente sufre de deficiencia del elemento debido a un nivel insuficiente de Fe biodisponible en una monótona dieta basada en cereal y frijol (Bouis, 2007). Una estrategia potencial para combatir la deficiencia de Fe en las poblaciones consumidoras de frijol es la biofortificación con Fe. Por consiguiente, el enfoque multidisciplinario de bioenriquecimiento podría utilizarse para contrarrestar la deficiencia de Fe, ya sea aumentando la concentración y/o biodisponibilidad del Fe en los

granos. Esto es posible a través de fitomejoramiento tradicional, o mediante el empleo de técnicas de ingeniería genética (White y Broadley, 2005).

En algunos países como Ruanda y República Democrática del Congo, los fitomejoradores ya han desarrollado nuevas variedades de frijol con concentraciones de Fe por encima de 94  $\mu\text{g/g}$ . Esto se logró mediante un programa de investigación internacional de apoyo a la investigación y desarrollo de cultivos biofortificados de HarvestPlus (Blair *et al.*, 2013). Los resultados mostraron una buena retención de micronutrientes después del procesamiento, e igual o mayor rendimiento agronómico, lo cual indica que el frijol común puede ser un cultivo prometedor para la biofortificación de Fe (Bouis y Welch, 2010).

El objetivo inicial de este estudio fue biofortificar el frijol con estrategias de fitomejoramiento selectivos para producir variedades de frijol con al menos un 80% más de Fe (Bouis y Welch, 2010). El objetivo en contenido de Fe en frijol fue de 94 mg/g, lo que representó un incremento de 44 mg/g en comparación con la concentración media en el germoplasma. Suponiendo una absorción media de Fe del 5%, el aumento de destino se estimó para cubrir un tercio de las necesidades diarias de Fe de los grupos de población más vulnerables que consumieron 30-40% de sus calorías diarias de frijol (Bouis y Welch, 2010). El nivel objetivo se alcanzó rápidamente y los primeros estudios en humanos que prueban el rendimiento de los granos biofortificados ya se han realizado (Petry *et al.*, 2012). Se han usado varios enfoques para desarrollar semillas altas en Fe, desarrollaron una línea de frijol alto contenido de Fe por retrocruzamiento avanzado incluyendo retrocruzamiento, selección recurrente y varias permutaciones de gametos y selección pedigree (Blair *et al.*, 2013).

La nueva línea de frijol se derivó por retrocruzamiento frijol silvestre en un frijol común cultivado del acervo genético Andina. El frijol silvestre tenía una concentración de Fe que va de 92 mg/g a 99 mg/g (Blair *et al.*, 2013). Los mismos investigadores (Blair *et al.*, 2010) desarrollaron dos líneas de frijol arbustivo andino con mejores concentraciones de Fe y Zn. Las líneas se derivaron

por el cruce de un frijol moteado rojo, comúnmente cultivado en África oriental y meridional, y en la región andina, con un frijol marrón cabeza de serie alta de minerales. El comportamiento agronómico de las nuevas variedades se puso a prueba en la región Andina y Centroamérica. Las concentraciones de Fe y Zn dependían fuertemente en el sitio de plantación pero fueron en promedio de 18-23 mg/kg más alto que en el grano parental moteado rojo. Aunque afectado por factores ambientales, la concentración de Fe más alto en los granos biofortificados en comparación con los granos de los padres sobre diferentes entornos indica que el desarrollo de plantas con alto contenido de Fe fue exitoso, y el principal desafío será mantener la concentración de Fe de alta en un número suficiente de genotipos para cubrir la variación climática, las diferencias de altitud y los tipos de suelo (Blair *et al.*, 2009).

Una alternativa para el fitomejoramiento es la biofortificación agronómica con la aplicación de fertilizantes minerales a los suelos o las hojas. La biofortificación agronómica a través de la fertilización del suelo ha aumentado los niveles de Zn (Shehu y Jamala, 2010) y de selenio (Hawkesford y Zhao, 2007) en los cereales. En cuanto a las aplicaciones de Fe, los mejores resultados se alcanzan con la aplicación de quelatos tales como FeEDTA porque presenta más Fe biodisponible en solución (Khoshgoftarmanesh *et al.*, 2010). Pero estos fertilizantes son más costosos (Khoshgoftarmanesh *et al.*, 2010) y llevan el riesgo de lixiviación, ya que aumentan la movilidad de minerales en todo el suelo (Alvarez *et al.*, 2001).

## Conclusiones

Nuestro grupo de investigación, desde año 2009 ha venido trabajando en la biofortificación con selenio, hierro y zinc en frijol, obteniendo resultados muy importantes en la mejora de la calidad nutricional de estos micronutrientes y favoreciendo la capacidad antioxidante del frijol. Finalmente, cabe destacar que es factible implementar un programa de biofortificación con micronutrientes para mejorar la calidad nutricional y capacidad antioxidante en el frijol.

## Literatura citada

- Abadía, J., Vázquez, S., Rellán-Álvarez, R., El-Jendoubi, H., Abadía, A., Álvarez-Fernández, A., López-Millán, A.F., 2011. Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. *Plant Physiology and Biochemistry* 49:471-482.
- Álvarez-Fernández, A., Orera, I., Abadía, J., Abadía, A., 2007. Determination of synthetic ferric chelates used as fertilizers by liquid chromatography-electrospray/mass spectrometry in agricultural matrices. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* 18:37-47.
- Alvarez, J., Novillo, J., Obrador, A., Lopez-Valdivia, L., 2001. Mobility and leachability of zinc in two soils treated with six organic zinc complexes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:3833-3840.
- Aisen, P., Enns, C., Wessling-Resnick, M., 2001. Chemistry and biology of eukaryotic iron metabolism. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 33:940-959.
- Bänziger, M., Long, J., 2000. The potential for increasing the iron and zinc density of maize through plant-breeding. *Food & Nutrition Bulletin* 21:397-400.
- Beebe, S., Gonzalez, A.V., Rengifo, J., 2000. Research on trace minerals in the common bean. *Food & Nutrition Bulletin* 21:387-391.
- Blair, M.W., Astudillo, C., Grusak, M.A., Graham, R., Beebe, S.E., 2009. Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Molecular Breeding* 23:197-207.
- Blair, M.W., Izquierdo, P., Astudillo, C., Grusak, M.A., 2013. A legume biofortification quandary: variability and genetic control of seed coat micronutrient accumulation in common beans. *Frontiers in Plant Science* 4.
- Blair, M.W., Monserrate, F., Beebe, S.E., Restrepo, J., Flores, J.O., 2010. Registration of high mineral common bean germplasm lines NUA35 and NUA56 from the red-mottled seed class. *Journal of Plant Registrations* 4:55-59.
- Bonneuil, C. 2006. Mendelism, Plant Breeding and Experimental Cultures: Agriculture and the Development of Genetics in France. *Journal of the History of Biology*. 39:281-308.
- Bouis, H.E., 2003. Micronutrient fortification of plants through plant breeding: can it improve nutrition in man at low cost?. *Proceedings of the Nutrition Society* 62:403-411.
- Bouis, H.E., 2007. The potential of genetically modified food crops to improve human nutrition in developing countries. *Journal of Development Studies* 43:79-96.
- Bouis, H.E., Welch, R.M., 2010. Biofortification—a sustainable agricultural strategy for reducing micronutrient malnutrition in the global south. *Crop Science* 50:S-20-S-32.
- Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., Vanderleyden, J., 2003. Beans (*Phaseolus* spp.)—model food legumes. *Plant and Soil* 252:55-128.
- Brown, K.H., Peerson, J.M., Rivera, J., Allen, L.H., 2002. Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition* 75:1062-1071.
- Brownlie, T., Utermohlen, V., Hinton, P.S., Haas, J.D., 2004. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 79:437-443.
- Bruner, A.B., Joffe, A., Duggan, A.K., Casella, J.F., Brandt, J., 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *The Lancet* 348:992-996.

- Carpenter, C.E., Mahoney, A.W., 1992. Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 31:333-367.
- Cercamondi, C.I., Egli, I.M., Mitchikpe, E., Tossou, F., Zeder, C., Hounhouigan, J.D., Hurrell, R.F., 2013. Total iron absorption by young women from iron-biofortified pearl millet composite meals is double that from regular millet meals but less than that from post-harvest iron-fortified millet meals. *The Journal of Nutrition* 143:1376-1382.
- Dodd, A.N., Kudla, J., Sanders, D. 2010. The language of calcium signaling. *Annual Review of Plant Biology* 61:593-620.
- Gibson, R.S., 2006. Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proceedings of the Nutrition Society* 65:51-60.
- Grantham-McGregor, S., Ani, C., 2001. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *The Journal of Nutrition* 131:649S-668S.
- Gregorio, G.B., 2002. Progress in breeding for trace minerals in staple crops. *The Journal of Nutrition* 132:500S-502S.
- Hawkesford, M.J., Zhao, F.-J., 2007. Strategies for increasing the selenium content of wheat. *Journal of Cereal Science* 46:282-292.
- Hotz, C., 2001. Identifying populations at risk of zinc deficiency: the use of supplementation trials. *Nutrition Reviews* 59:80-84.
- Hotz, C., Brown, K.H., 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG). Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Hotz C and Brown KH, eds. Food and Nutrition Bulletin 25:S91-S204.
- Hotz, C., McClafferty, B., 2007. From harvest to health: Challenges for developing biofortified staple foods and determining their impact on micronutrient status. *Food & Nutrition Bulletin* 28:271S-279S.
- Imhoff-Kunsch, B., Flores, R., Dary, O., Martorell, R., 2007. Wheat flour fortification is unlikely to benefit the neediest in Guatemala. *The Journal of Nutrition* 137:1017-1022.
- Johnson, A.A.T., Veilleux, R.E. 2010. Somatic Hybridization and Applications in Plant Breeding. *Plant Breeding Reviews*. John Wiley & Sons, Inc. pp. 167-225.
- Khoshgofarmanesh, A.H., Schulin, R., Chaney, R.L., Daneshbakhsh, B., Afyuni, M., 2010. Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30:83-107.
- King, J.C., 2000. Determinants of maternal zinc status during pregnancy. *The American Journal of Clinical Nutrition* 71:1334s-1343s.
- Lyons, G.H., Genc, Y., Stangoulis, J.C., Palmer, L.T., Graham, R.D., 2005. Selenium distribution in wheat grain, and the effect of postharvest processing on wheat selenium content. *Biological Trace Element Research* 103:155-168.
- Mayer, J.E., Pfeiffer, W.H., Beyer, P., 2008. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. *Current Opinion in Plant Biology* 11:166-170.
- McLean, E., Cogswell, M., Egli, I., Wojdyla, D., De Benoist, B., 2009. Worldwide prevalence of anaemia, WHO vitamin and mineral nutrition information system, 1993-2005. *Public Health Nutrition* 12:444-454.
- Nestel, P., Bouis, H.E., Meenakshi, J., Pfeiffer, W., 2006. Biofortification of staple food crops. *The Journal of Nutrition* 136:1064-1067.
- Onis, M.d., 2000. Measuring nutritional status in relation to mortality. *Bulletin of the World Health Organization* 78:1271-1274.
- Ortiz-Monasterio, J., Palacios-Rojas, N., Meng, E., Pixley, K., Trethowan, R., Pena, R., 2007. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal of Cereal Science* 46: 293-307.
- Petry, N., Egli, I., Gahutu, J.B., Tugirimana, P.L., Boy, E., Hurrell, R., 2012. Stable iron isotope studies in Rwandese women indicate that the common bean has limited potential as a vehicle for iron biofortification. *The Journal of Nutrition* 142:492-497.
- Reddy, M.B., Hurrell, R.F., Juillerat, M.A., Cook, J.D., 1996. The influence of different protein sources on phytate inhibition of nonheme-iron absorption in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition* 63:203-207.
- Sabeh, F., Wright, T., Norton, S., 1992. Purification and characterization of a glutathione peroxidase from the Aloe vera plant. *Enzyme & Protein* 47:92-98.
- Sands, D.C., Morris, C.E., Dratz, E.A., Pilgeram, A.L., 2009. Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant-based foods. *Plant Science* 177:377-389.
- Sandstead, H.H., 1999. Improving study design. *The American journal of clinical nutrition* 70:110-110.
- Shehu, H., Jamala, G., 2010. Available Zn distribution, response and uptake of rice (*Oriza sativa*) to applied zn along a topose quence of lake gerio fadama soils at Yola, North-eastern Nigeria. *Journal of American Science* 6:1013-1016.
- Siegenberg, D., Baynes, R. D., Bothwell, T. H., Macfarlane, B. J., Lamparelli, R. D., Car, N. G., Mayet, F. (1991). Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition* 53(2):537-541.
- Stoltzfus, R.J., Kvalsvig, J.D., Chwaya, H.M., Montresor, A., Albonico, M., Tielsch, J.M., Savioli, L., Pollitt, E., 2001. Effects of iron supplementation and anthelmintic treatment on motor and language development of preschool children in Zanzibar: double blind, placebo controlled study. *BMJ* 323:1389-1398.
- Welch, R.M., Graham, R.D., 2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany* 55:353-364.
- White, P.J., Broadley, M.R., 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science* 10:586-593. 

---

Este artículo es citado así:

Sida-Arreola, J.P., E. Sánchez, G.D. Ávila-Quezada, C.H. Acosta-Muñiz y P. B. Zamudio-Flores. 2015. Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(2): 67-74.

## Resumen curricular del autor y coautores

**JUAN PEDRO SIDA ARREOLA.** Realizó sus estudios de Licenciatura en el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana en Durango, Dgo, obteniendo el título de Licenciado en Biología con especialidad en Biotecnología, en el año 2004. Sus estudios de Maestría los realizó en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola en el año 2009. Actualmente está por concluir sus estudios de Doctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Dentro de su formación, ha recibido cursos de actualización en Biotecnología y ha participado en varios congresos nacionales. Tiene colaboración en capítulos de libros, así como en la publicación de artículos en revistas internacionales.

**ESTEBAN SÁNCHEZ CHÁVEZ.** Realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo (Chapingo), obteniendo en 1992 el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. Terminó su programa de maestría en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), otorgándosele en 1996 el grado de Maestro en Ciencias, con especialidad en Productividad Frutícola. Recibió el grado de Doctor en Ciencias especialidad Fisiología Vegetal por la Universidad de Granada (España). Actualmente es miembro de comités editoriales de varias revistas y ha sido distinguido por el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT (S.N.I.) como investigador Nacional Nivel III; su productividad científica ha sido muy prolífica, ya que incluye la publicación de artículos científicos, capítulos de libros, participación como ponente en congresos científicos nacionales e internacionales y otras. Las principales áreas de su investigación son: fisiología del estrés en plantas, nutrición vegetal y fisiología postcosecha.

**GRACIELA DOLORES ÁVILA QUEZADA.** En 1992 recibió el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). En el año 1997 recibió el grado de Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (UACH). En el año 2002 recibió el grado de Doctora en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en Texcoco, Estado de México. Fue investigadora del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) A.C. Coordinación Delicias de 2002 al 2011. Actualmente es profesora-investigadora de la Facultad de Zootecnia y Ecología (UACH). Fue presidenta de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, vicepresidenta del Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario (CONACOFI) y en el 2011 fue acreedora del Premio Chihuahuense destacada en Ciencias. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I.

**PAUL BARUK ZAMUDIO FLORES.** Realizó sus estudios de Licenciatura en el Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA) de Acapulco, Guerrero, obteniendo el título de Ingeniero Bioquímico en el año 2000. Terminó los estudios de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), perteneciente al Instituto Politécnico Nacional, en Yauhtepec, Morelos, en el 2005. En el año 2008 recibió el grado de Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos por el CEPROBI-IPN en Yauhtepec, Morelos. Durante su trayectoria académica ha obtenido múltiples reconocimientos por alto desempeño académico. Ha sido distinguido por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT como Investigador Nacional Nivel I desde el año 2010 a la fecha. Ha tenido una importante productividad científica, que incluye la publicación de 30 artículos científicos en revistas internacionales, así como la publicación de diversos artículos de divulgación y capítulos de libros de editoriales internacionales y nacionales reconocidas. Es evaluador RCEA de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales), y es árbitro de 6 revistas científicas indizadas de circulación nacional e internacional. Actualmente es Investigador del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) Unidad Cuauhtémoc, donde es responsable del laboratorio y líder del Grupo de Investigación (GI) en Carbohidratos, Empaque y Alimentos Funcionales (CEAF). Su área de investigación se enfoca en carbohidratos, empaques y alimentos funcionales.

**CARLOS HORACIO ACOSTA MUÑÍZ.** Realizó sus estudios de Licenciatura en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, obteniendo el título de Químico Bacteriólogo Parasitólogo en el año 1997. Terminó los estudios de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en el 2001. En el año 2006 recibió el grado de Doctor en Ciencias con especialidad en Microbiología en el Centre de Génétique Moléculaire du Université de Paris-XI, de París, Francia. Realizó una estancia posdoctoral en el Departamento de Genética del CINVESTAV de Irapuato, Guanajuato. Cuenta con varias publicaciones en revistas nacionales e internacionales, así como capítulos de libros. Ha dirigido tesis de Licenciatura, Maestría y ha sido miembro de comités de tesis de Doctorado. Actualmente es Investigador del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) Unidad Cuauhtémoc, donde es responsable del laboratorio de Microbiología. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel I.

# Adaptación y factibilidad de un programa de prevención de diabetes en la comunidad Comcáac (Seri) de Sonora, México

## Adaptation and feasibility of a Diabetes prevention program in Comcáac (Seri) community of Sonora, Mexico

MÓNICA D. ROBLES-ORDAZ<sup>1</sup>, ANA C. GALLEGOS-AGUILAR<sup>1</sup>, ROLANDO G. DIAZ-ZAVALA<sup>2</sup>, RENÉ URQUÍDEZ-ROMERO<sup>3</sup>, TRINIDAD QUIZÁN-PLATA<sup>2</sup> Y JULIÁN ESPARZA-ROMERO<sup>1,4</sup>

*Recibido: Junio 16, 2015*

*Aceptado: Septiembre 7, 2015*

### Resumen

La diabetes es uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial. En México la prevalencia de esta enfermedad se duplicó en tan solo 13 años, pasando de 6.7% en 1993 a 14.4% en 2006. El objetivo de este estudio fue adaptar y evaluar la factibilidad de un programa de intervención en adultos de la comunidad Comcáac en riesgo de diabetes tipo 2 (DT2). A través de una revisión bibliográfica se analizaron los programas diseñados para prevenir o retrasar el desarrollo de DT2 a nivel nacional e internacional. Se seleccionó el Programa de Prevención de Diabetes (*Diabetes Prevention Program*) y se adaptó su protocolo considerando la cultura Comcáac. Para evaluar la factibilidad del programa adaptado, éste se implementó y se evaluó aceptación, participación y conocimientos sobre diabetes, nutrición y actividad física en los participantes aplicando un cuestionario estructurado. La participación fue de 57.1%, sin embargo, al considerar las barreras que dificultaron la asistencia, la participación podría alcanzar el 75%. El conocimiento de los participantes sobre diabetes, nutrición y actividad física fue alto (93.7%). En cuanto a la aceptación del programa, los participantes mencionaron que el programa fue de su agrado debido a que el lenguaje y los materiales utilizados fueron claros y entendibles. Además comentaron que estarían dispuestos a asistir a las sesiones si en el futuro se aplica este protocolo de prevención. Se concluye que el programa adaptado es factible y puede ser utilizado para prevenir o retrasar el desarrollo de diabetes en adultos de la comunidad Comcáac.

**Palabras clave:** prediabetes, diabetes, programas de prevención, modificación del estilo de vida.

### Abstract

Diabetes is a major public health problem worldwide. In Mexico, the prevalence of diabetes has doubled in just 13 years, from 6.7% in 1993 to 14.4% in 2006. The aim of this study was to adapt and evaluate the feasibility of an intervention program to prevent or delay type 2 diabetes (T2D) developments among adults in the community of Comcáac with high risk of type 2 diabetes (T2D). The designed programs to prevent or delay the development of T2D at national and international levels were analyzed through a literature review. Since the Diabetes Prevention Program (DPP) met our selection criteria, it was selected in order to adapt its protocol taking into consideration the culture of the Comcáac community. To evaluate feasibility, the adapted DPP was implemented. Participation and acceptance of the program, as well as the knowledge of participants about diabetes, nutrition and physical activity, were evaluated using a structured questionnaire. Attendance was 57.1%; however, after participation barriers were considered, participation could have reached reach 75%. Regarding knowledge, results indicate that participants have a high knowledge (93.7%) about diabetes, diet and physical activity. For the acceptance of the program, participants mentioned that they liked the program because language and materials used were clear and understandable. They also mentioned that they would be willing to attend the proposed sessions if this prevention protocol is applied in the future. We conclude that the adapted program is feasible and can be used to prevent or delay the development of diabetes in adults from the Comcáac community.

**Keywords:** prediabetes, diabetes, prevention programs, lifestyle modification.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Nutrición, Departamento de Nutrición Pública y Salud. Unidad de Investigación en Diabetes y Cáncer. Carretera a La Victoria km 0.6. C.P. 83304, Hermosillo, Sonora, México. Tel. (662) 289-2400 Ext. 238

<sup>2</sup> Universidad de Sonora. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro. C.P.83000, Hermosillo, Sonora, México. Tel. (662) 259-2163.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ciencias Biomédicas. Departamento de Ciencias de la Salud. Ave. Plutarco Elías Calles #1210, Fovissste Chamizal. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 32310. Tel. (656) 688-1835 Ext. 1835.

<sup>4</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: julian@ciad.mx.

## Introducción

La diabetes es uno de los problemas de salud pública más importantes a nivel mundial (Shaw *et al.*, 2010). En México la prevalencia de esta enfermedad se duplicó en tan solo 13 años, pasando de 6.7% en 1993 a 14.4% en 2006 (Villalpando *et al.*, 2010).

La diabetes es un grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglicemias, resultantes de defectos en la secreción de la insulina, en su acción, o en ambas. Las hiperglicemias crónicas se relacionan a largo plazo con daños, disfunción y fallas en diferentes órganos como los ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos (ADA, 2015).

El Comité de Expertos en Diagnóstico y Clasificación de Diabetes reconoció a un grupo intermedio de individuos cuyos niveles de glucosa no cumplían con el criterio para diabetes, sin embargo, sus niveles de glucosa eran mayores que los considerados como normales. A estas personas se les refirió como individuos con prediabetes debido al alto riesgo de desarrollar diabetes (ADA, 2015). La prediabetes es mayor en personas con sobrepeso y obesidad y éstas presentan un alto riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular (Abraham y Fox, 2013).

Los Comcáac (Seris), son un grupo de pobladores que habitan en dos comunidades localizadas en la costa desértica del estado de Sonora: Punta Chueca en el municipio de Hermosillo y El Desemboque en el municipio de Pitiquito (Rentería-Valencia, 2007).

Reportes de la literatura indican que la comunidad Comcáac sufrió un proceso de sedentarización que tuvo como consecuencia una reducción en los niveles de actividad física y cambios en la dieta (Luque y Robles, 2006). Se ha demostrado que los procesos de sedentarización de los grupos étnicos están relacionados con cambios en el estilo de vida, los cuales han sido fuertemente asociados con fenómenos de obesidad y diabetes (Pavkov *et al.*, 2007; Esparza-Romero *et al.*, 2010; Hu, 2011).

Diversos estudios han demostrado que cambios en el estilo de vida como modificaciones en el patrón de alimentación e incrementos en la actividad física son efectivos en la prevención de diabetes tipo 2 (DT2) en personas en riesgo (Pan *et al.*, 1997; Tuomilehto *et al.*, 2001; Knowler *et al.*, 2002; Ramachandran *et al.*, 2006).

En México existen pocos estudios que apliquen programas integrales de prevención de diabetes en la población general y no se encontraron reportes en la literatura de la aplicación de este tipo de programas en poblaciones indígenas. Basado en lo anterior, el objetivo de este reporte es documentar la adaptación y evaluación de la factibilidad de un programa de intervención para prevenir o retrasar el desarrollo de DT2 en la población Comcáac con riesgo alto de desarrollar diabetes.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio piloto en el cual se incluyeron personas adultas  $\geq 20$  años de la comunidad Comcáac de Punta Chueca, Sonora con riesgo de padecer diabetes.

Se consideró que una persona presentaba riesgo de padecer diabetes si cumplía con al menos uno de los siguientes criterios (Alberti *et al.*, 2005; Heikes *et al.*, 2008):

a) Sobrepeso u obesidad de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud ( $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ).

b) Obesidad abdominal utilizando la clasificación de la Federación Internacional de Diabetes (Circunferencia de cintura: Mujeres  $>80 \text{ cm}$  y hombres  $>90 \text{ cm}$ ).

c) Antecedentes familiares directos de diabetes (padres y/o hermanos).

Se excluyeron las personas con diabetes previa o que estuvieran utilizando medicamentos hipoglucemiantes.

Los participantes se seleccionaron con ayuda de un promotor de salud, miembro de la misma comunidad. Se incluyeron 14 participantes voluntarios (10 mujeres y 4 hombres). El proyecto fue aprobado por el comité de ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC.

#### *Adaptación del programa*

Mediante una revisión bibliográfica se identificaron programas desarrollados para prevenir o retrasar el desarrollo de DT2. Se seleccionaron aquellos programas que manejaran componentes del estilo de vida (alimentación y actividad física), que incluyeran el protocolo del programa y que fueran efectivos en la prevención de diabetes. Se encontró que varios de los programas coincidían en que la estrategia más efectiva de prevención es el tener una dieta saludable y realizar al menos 150 minutos de actividad física por semana (Tuomilehto *et al.*, 2001; Knowler *et al.*, 2002; Ramachandran *et al.*, 2006; Balagopal *et al.*, 2008; Armenta-Guirado, 2014).

Se seleccionó el Programa de Prevención de Diabetes (Diabetes Prevention Program) como el más adecuado debido a su efectividad, su aplicación en población México-americana y en grupos indígenas, además de la facilidad del acceso a su material y protocolo (Knowler *et al.*, 2002). Este programa integra distintos componentes, como educación sobre diabetes, beneficios de una alimentación saludable, importancia de la práctica de actividad física, de cambios conductuales y de la preparación saludable de alimentos.

Para realizar la adaptación del programa considerando la cultura y costumbres de la comunidad Comcáac, se utilizó información sobre las actividades físicas y los principales alimentos de la comunidad. Esta información

se generó a partir de dos estudios realizados previamente en la comunidad Comcáac por nuestro grupo de trabajo. El primer estudio consistió en la adaptación y reproducibilidad de un cuestionario de actividad física (Lavandera-Torres *et al.*, 2014) y en el segundo estudio se diseñó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (Moreno-Abril *et al.*, 2014).

Datos obtenidos de un estudio previo cuyo objetivo fue el diseño del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (Moreno-Abril *et al.*, 2014), mostraron un cambio de una dieta de autoconsumo por productos comerciales e industrializados. Además, en otras investigaciones se ha registrado el consumo de refrescos como complemento de la dieta Comcáac (Luque y Robles, 2006). Basado en estos hallazgos, se decidió incluir en el programa de prevención una sesión educativa sobre los efectos en la salud del consumo de bebidas azucaradas y los beneficios del consumo de agua potable; así mismo, se incluyó un taller de preparación saludable de alimentos.

Así, en el componente de alimentación, sugerido por el programa, el principal enfoque fue la reducción en el consumo de grasa y de bebidas azucaradas. En relación al consumo de frutas y verduras, se informó a los participantes acerca de la importancia y los beneficios de su consumo, sin embargo, un factor en contra es la baja disponibilidad de estos alimentos en la comunidad (Luque y Robles, 2006).

Por otra parte, el estudio de adaptación y reproducibilidad del cuestionario de actividad física (Lavandera-Torres *et al.*, 2014), brindó información acerca de las actividades físicas que realizan los miembros de la comunidad Comcáac durante todo el año. Esta información permitió reforzar las sesiones educativas y realizar recomendaciones relacionadas con la práctica de ejercicio físico consideradas culturalmente aceptables.

Debido a que en la comunidad se cuenta con espacios abiertos de fácil acceso, se sugirió la realización de caminata vigorosa, lo cual pudiera mejorar la adherencia a la misma. A los participantes se les enseñaron técnicas de calentamiento y enfriamiento para evitar complicaciones o molestias generadas por el ejercicio; además de otras actividades o ejercicios alternativos a la caminata.

Adicionalmente, se realizó una entrevista con el promotor de salud, quien es originario de la misma comunidad y habla el idioma Seri, así como una breve presentación del material a un grupo de personas adultas de la comunidad. Esto se hizo con el fin de determinar si los materiales de apoyo y temas desarrollados resultaban claros, fáciles de comprender y si el lenguaje empleado era adecuado, tomando en cuenta las diferencias culturales y de idioma (Aranceta-Batrina, 2013). Los comentarios al respecto fueron positivos, expresando que el contenido del material era muy interesante, entendible y que los conceptos expresados en el mismo servirían para aumentar los conocimientos sobre el tema.

Partiendo de las 16 sesiones originales del Programa de Prevención de Diabetes (DPP, por sus siglas en inglés), se agruparon aquellas sesiones con contenido similar para ser impartidas en un solo taller o presentación. Además, se incluyeron en el programa dos talleres que no aparecen en el protocolo original del DPP pero que se consideraron importantes para la comunidad Comcáac; uno sobre educación en diabetes y otro sobre el consumo de bebidas azucaradas. Finalmente, se excluyó del programa una sesión del DPP sobre consejos para comer saludable fuera de casa, debido a que en la comunidad hay una baja disponibilidad de puestos de comida. La agrupación, adición y exclusión de sesiones se muestra en la Cuadro 1.

#### *Evaluación de la factibilidad*

La factibilidad del programa se hizo a partir de los siguientes componentes:

**Participación:** la participación se evaluó por medio del porcentaje de asistencia, utilizando el registro de pase de lista al inicio de cada sesión.

**Conocimiento:** Se adaptó un cuestionario de conocimientos generales de nutrición (Parmenter y Wardle, 1999), seleccionando solamente los reactivos correspondientes a los temas que componen el programa de intervención adaptado. A este cuestionario se le agregaron preguntas relacionadas con conocimientos de diabetes y actividad física.

**Cuadro 1.** Talleres impartidos como parte del programa de intervención adaptado.

Programa Adaptado	Programa de Prevención de Diabetes
Taller 1: Bienvenido al programa	Sesión 1: Bienvenido al programa de equilibrio del estilo de vida.
Taller 2: Diabetes	
Taller 3: Alimentación saludable	Sesión 4: Sea un detective de las grasas. Sesión 5: Tres formas de comer menos grasa. Sesión 6: Alimentación saludable.
Taller 4: Bebidas azucaradas	
Taller 5: Beneficios de la pérdida de peso y de realizar ejercicio regularmente	Sesión 2: Mueva esos músculos. Sesión 3: Actividad física: un estilo de vida. Sesión 8: La balanza de las calorías. Sesión 13: Comience su plan de actividad con entusiasmo.
Taller 6: Solucionando problemas, pensamientos negativos y recaídas	Sesión 9: Solucionando problemas. Sesión 11: Contéstele a los pensamientos negativos. Sesión 12: La resbalosa pendiente del cambio del estilo de vida. Sesión 16: Formas de mantenerse motivado.
Taller 7: Señales sociales y manejo del estrés	Sesión 7: Controle lo que está a su alrededor. Sesión 14: Haga que las señales sociales trabajen a su favor. Sesión 15: Usted puede manejar el estrés. Sesión 10: Cuatro claves para comer saludable fuera de casa

La aplicación del cuestionario permitió entender el nivel de conocimiento de los participantes en relación con los componentes arriba mencionados.

**Aceptación:** al finalizar el programa se realizaron entrevistas para conocer la opinión de los participantes (Aranceta-Batrina, 2013). Se preguntó si los tópicos impartidos resultaron útiles e interesantes; si la información se presentó de una manera clara y objetiva; si les

gustaría que se incluyeran otros temas o actividades al programa, además de otros indicadores.

#### *Implementación del programa*

Los siete talleres educativos se impartieron de lunes a viernes durante dos semanas. Cada sesión duró aproximadamente una hora y se llevaron a cabo en la escuela primaria con el apoyo del promotor de salud de la comunidad, quien fungía como traductor para garantizar una mejor comprensión de la información brindada.

#### *Mediciones Antropométricas*

Las mediciones antropométricas se realizaron para evaluar si las personas cumplían con los criterios de inclusión del estudio y para caracterizar a los participantes. A continuación se describen cada una de ellas.

Se midió el peso utilizando una balanza electrónica digital con capacidad de 150 kg  $\pm$  50 g (Ohaus, Defenfer™ 3000). La persona se pesó con ropa ligera y sin zapatos. La talla fue medida con un estadiómetro portátil Holtain (Holtain LTD, Germany), con aproximación de 0.05 mm. Se cuidó que la persona estuviera de pie, sin zapatos, erguida y tomando en cuenta el plano de Frankfurt (Urquidez-Romero *et al.*, 2014). El cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC) se obtuvo a partir de los parámetros peso y talla,  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$ .

La medición de la circunferencia de cintura se llevó a cabo utilizando una cinta a nivel del ombligo mientras el sujeto se encontraba recostado y con el mínimo de ropa. Se le pidió a la persona que indicara la posición del ombligo y posteriormente se colocó la cinta en la posición correcta. Se le pidió que respirara profundamente y al momento de exhalar y relajarse se tomó la medición (Urquidez-Romero *et al.*, 2014).

#### *Análisis estadístico*

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables utilizando el software STATA® versión 11.1 (StataCorp LP, College Station, Texas, USA). Las variables continuas se expresaron como medias (DE) y las variables categóricas como porcentajes.

## Resultados y discusión

Las características antropométricas de los participantes se presentan en la Cuadro 2. Se encontró una media de IMC de  $25.2 \pm 3.23$  kg/m<sup>2</sup> en hombres y de  $23.4$  kg/m<sup>2</sup>  $\pm 2.72$  en mujeres. El 41.7% de los participantes presentaron sobrepeso u obesidad, 66.7% obesidad abdominal y el 72.7% reportaron tener familiares con diabetes. Además, se encontró que el 41.7% de los participantes cumplió con uno de los tres criterios de inclusión, el 33.3% con dos de los criterios y el 25.0% con los tres criterios.

**Cuadro 2.** Características antropométricas de los participantes (Media  $\pm$  DE).

	Total	Hombres	Mujeres
Edad (años)	41.7 $\pm$ 8.2	48.1 $\pm$ 6.9	38.1 $\pm$ 6.8
Peso (kg)	69.2 $\pm$ 11.6	77.2 $\pm$ 11.8	64.7 $\pm$ 9.3
Talla (cm)	169.3 $\pm$ 7.3	174.9 $\pm$ 5.5	166.1 $\pm$ 6.4
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24.1 $\pm$ 2.9	25.2 $\pm$ 3.2	23.4 $\pm$ 2.7
CC (cm)	86.3 $\pm$ 8.4	91.2 $\pm$ 8.6	83.6 $\pm$ 7.4

IMC = índice de masa corporal; CC = circunferencia de cintura.

#### *Factibilidad*

**Participación:** El porcentaje de participación al programa fue del 57.1% y el promedio de asistencia fue de 6.3 (45%) participantes por sesión. Un programa similar de prevención de diabetes en Indios americanos y comunidades nativas de Alaska tuvo un promedio de 4 (40%) participantes por sesión, el cual coincide con el obtenido en este estudio (45%) (Jiang *et al.*, 2013).

En un programa de tratamiento de obesidad en adultos y otro programa de mejoras en la sensibilidad a la insulina en niños y adolescentes que manejaron los mismos componentes dietarios, de actividad física y conductuales, se obtuvieron porcentajes de participación de 71.4% y 77.0%, respectivamente (Díaz-Zavala, 2012; Armenta, 2014).

Las diferencias en los porcentajes de participación puede deberse a las diferencias en la intensidad de la implementación de los programas. En el programa de tratamiento de obesidad se ofrecieron sesiones semanales (relativamente menos intensas) (Armenta, 2014; Díaz-Zavala, 2012), mientras que en nuestro programa las sesiones fueron diarias, lo cual hace más intensa la participación. Al evaluar las razones de inasistencias al programa (barreras) y recalculando el nivel de participación, tomando en cuenta la solución de barreras, el porcentaje de participación real podría alcanzar un 75%.

**Conocimiento:** La aplicación del cuestionario de conocimientos al inicio del programa reveló que los participantes presentaron un alto conocimiento sobre diabetes, alimentación y actividad física. En la Cuadro 3 se pueden observar las preguntas del cuestionario y el porcentaje de aciertos en cada pregunta. Todas las preguntas tuvieron un alto porcentaje de aciertos a excepción de la pregunta relacionada con bebidas azucaradas. Debido al alto consumo de estas bebidas en la comunidad y el bajo conocimiento sobre ellas, se añadió una sesión exclusiva para educar sobre el consumo de este tipo de bebidas y sus efectos en la salud.

Estos resultados pueden ser producto de la labor educativa del promotor de salud, quien ofrece pláticas semanales a la comunidad sobre temas de salud de manera regular.

La aplicación del cuestionario reveló un alto nivel de conocimiento y manejo de la información por parte de los participantes, por lo tanto se determinó innecesaria la aplicación del mismo al final del programa.

**Aceptación:** Por medio de las entrevistas se identificaron las causas (barreras) por las cuales los participantes no asistieron a las sesiones. La causa principal, de acuerdo con lo que mencionaron, estuvo relacionada con viajes fuera de la comunidad, principalmente a Bahía de Kino, Hermosillo y a «El Desemboque» (comunidad Comcáac). La segunda causa de inasistencias fue por razones laborales propiamente y en menor grado, por motivos personales (cuidado de algún familiar enfermo).

**Cuadro 3.** Cuestionario de conocimientos sobre diabetes, nutrición y actividad física.

Pregunta	Respuesta correcta	%
1. En las personas con diabetes la azúcar en la sangre está:	Alta	100
2. ¿Qué siente una persona con diabetes?	Mucha hambre, sed y ganas de orinar	100
3. ¿Cuáles complicaciones presenta una persona con diabetes?	Daños en ojos, riñón y los pies	100
4. ¿Cuáles de estos factores pueden causar diabetes?	Obesidad y no hacer ejercicio	100
5. La diabetes se puede prevenir:	Sí	100
6. Perder peso nos ayuda a que no nos de diabetes:	Sí	81.8
1. De los siguientes alimentos, ¿Cuál debe de comer menos en su dieta?	Tortilla de harina	81.8
2. De los siguientes platillos, ¿Cuál se debe comer menos por el contenido de grasa?	Papas fritas	81.8
3. ¿Qué tipo de leche se recomienda que consuman las personas adultas como parte de una alimentación saludable?	Bajos en grasa (tapón amarillo)	100
4. Tener una alimentación saludable puede ayudarnos a prevenir la diabetes:	Sí	100
5. El consumo de fibra tiene beneficios para la salud:	Sí	100
6. Las bebidas azucaradas (sodas, jugos, bebidas en polvo) son productos que no benefician a la salud por su alto contenido en azúcar:	Sí	72.2
7. Tomar agua natural tiene muchos beneficios a la salud:	Sí	90.9
1. Hacer ejercicio nos ayuda a bajar de peso o a no subir de peso:	Sí	90.9
2. El pasar la mayor parte del día sentado y no hacer ejercicio puede ser un factor de riesgo para desarrollar diabetes:	Sí	100
3. Hacer al menos 30 minutos de ejercicio al día ayuda a prevenir el desarrollo de diabetes:	Sí	100

Un factor importante que influyó en las inasistencias fue la poca claridad con que se comunicó la invitación. No quedó claro en todos los participantes que serían talleres diarios y que éstos se impartirían por un periodo de dos semanas. Algunos participantes indicaron que habían entendido que se les había invitado a asistir un día fijo, por lo tanto si no les resultaba posible presentarse el día al que fueron invitados, no contemplaron la opción de asistir el siguiente día.

Es importante resaltar que los participantes mencionaron estar interesados en colaborar en el programa en el futuro. Como recomendación, coincidieron en que con el objetivo de facilitar su asistencia al programa, la impartición del

mismo se hiciera por las tardes, de esta forma tendrían más tiempo para atender sus actividades personales y descansar antes del inicio de las sesiones.

El estudio de Jiang (2013) mencionado anteriormente mostró que las razones más comunes de inasistencias de los participantes fueron dificultades de programación, movilidad o estar ocupados. Estas razones coinciden con las reportadas por los participantes de este programa.

Los participantes que completaron el programa revelaron en la entrevista que el programa les gustó mucho, que el lenguaje y el material utilizado fueron claros y entendibles. Mencionaron además, que estarían dispuestos a volver a asistir a este tipo de talleres y sugieren la incorporación de más sesiones al programa para ampliar el conocimiento en el tema de la diabetes.

En el estudio de Armenta (2014), la satisfacción de los participantes del programa, se evaluó aplicando una escala al final de cada sesión; así mismo se les pidió que expresaran su opinión acerca del programa. Los comentarios obtenidos coinciden con los reportados por los participantes del programa adaptado en relación con la sugerencia de cambiar el horario de las sesiones y añadir más temas.

## Conclusiones

El programa integral de intervención con cambios en el estilo de vida se adaptó adecuadamente. Se seleccionó el Programa de Prevención de Diabetes como el más adecuado y las adaptaciones realizadas al programa fueron socialmente aceptables en la comunidad Comcáac.

Al evaluar la factibilidad del programa se obtuvieron resultados positivos. Los participantes mencionaron que el programa y los materiales utilizados fueron de su agrado, mostraron un alto nivel de conocimientos sobre diabetes, nutrición y actividad física. Se obtuvo una asistencia moderada, aunque pudiera incrementarse tomando en cuenta las barreras encontradas.

El programa adaptado servirá como base para su aplicación en futuras investigaciones en adultos con prediabetes de esta misma comunidad con el fin de evaluar su efectividad en la prevención o retraso del desarrollo de diabetes.

## Agradecimientos

A The Christensen Fund por el apoyo financiero (número de proyecto: 2013-7437338). A las Autoridades Tradicionales y Secretaria de Salud (Jurisdicción Núm. 1) por su apoyo en la realización del proyecto. Un agradecimiento especial a los participantes del programa. A Reyes Salomón Romero López por la gran labor que hizo como reclutador, traductor y guía durante el estudio. Al equipo de trabajo Marcos Lavandera Torres, Banya Salinovich Cañez, José Manuel Moreno Abril, Alejandra Chávez Ríos, Lot Burrola Herrera, Anna Peñuñuri Ochoa, Janeth Maldonado Chan, Paulina Martínez Nuñez y José López.

## Referencias

- ABRAHAM, T. M., y C. S. Fox. 2013. Implications of rising prediabetes prevalence. *Diabetes Care* 36:2139-2141.
- ALBERTI, K. G., P. Zimmet, y J. Shaw. 2005. IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet*. 366:1059-1062.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. 2015. Classification and diagnosis of diabetes. Sec. 2. In standards of medical care in diabetes - 2015. *Diabetes Care* 38(Suppl. 1):S8-S16.
- ARANCETA-BATRINA, J. 2013. Planificación y Diseño de Programas de Nutrición Comunitaria. Nutrición Comunitaria. Editorial: Elsevier Masson. Madrid, España.
- ARMENTA-GUIRADO, B. L. Efecto de un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para el tratamiento de la obesidad en adultos en el primer nivel de atención a la salud [tesis de licenciatura]. México. Febrero 2014.
- BALAGOPAL, P., N. Kamalamma, T. G. Patel, y R. Misra. 2008. A community-based diabetes prevention and management education program in a rural village in India. *Diabetes Care* 31:1097-1104.
- DÍAZ-ZAVALA, R. G., J. Esparza-Romero, S. Y. Moya-Camarena, L. Quihui, R. Cisneros-Tapia, y M. E. Valencia. 2012. Mejora en la sensibilidad a la insulina con un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para control de obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención. *Arch Latinoam Nutr*. 62:258-266.
- ESPARZA-ROMERO, J., M. E. Valencia, M. E. Martínez, E. Ravussin, L. O. Schulz, y P. H. Bennett. 2010. Differences in insulin resistance in Mexican and U.S. Pima Indians with normal glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab*. 95:E358-E362.

- HEIKES, K. E., D. M. Eddy, B. Arondekar, y L. Schlessinger. 2008. Diabetes Risk Calculator: a simple tool for detecting undiagnosed diabetes and pre-diabetes. *Diabetes Care* 31:1040-1045.
- HU, F.B. 2011. Globalization of diabetes: the role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care* 34:1249-1257.
- JIANG, L., S. M. Manson, J. Beals, W. G. Henderson, H. Huang, K. J. Acton, y Y. Roubideaux. 2013. Special Diabetes Program for Indians Diabetes Prevention Demonstration Project. Translating the Diabetes Prevention Program into American Indian and Alaska Native communities: results from the Special Diabetes Program for Indians Diabetes Prevention demonstration project. *Diabetes Care* 36:2027-2034.
- KNOWLER, W. C., E. Barrett-Connor, S. E. Fowler, R. F. Hamman, J. M. Lachin, E. A. Walker, y D. M. Nathan. 2002. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med.* 346:393-403.
- LAVANDERA-TORRES, M. G., R. Urquidez-Romero, T. Quizán-Plata, J. M. Moreno-Abril, y J. Esparza-Romero. 2014. Adaptación y reproducibilidad de un cuestionario para evaluar actividad física en la población Seri. Proyecto Comcáac. *In: Memoria de artículos en resumen y en extenso, XX Foro Norte de Investigación en Salud. Hermosillo, Sonora. 28-30 Mayo, 2014. p. 61*
- LUQUE, D., y A. Robles. 2006. Naturalezas, Saberes y Territorios Comcáac (Seri) Diversidad Cultural y Sustentabilidad Ambiental. México. CIAD.
- MORENO-ABRIL, J. M., T. Quizán-Plata, R. Urquidez-Romero, A. Chavez-Rios, L. E. López-Delgado, *et al.* 2014. Diseño y validación de un cuestionario de frecuencia dietaria para personas adultas de la comunidad Seri: Proyecto Comcáac. *In: Memoria de artículos en resumen y en extenso, XX Foro Norte de Investigación en Salud. Hermosillo, Sonora. 28-30 Mayo, 2014. p. 56.*
- PAN, X. R., G. W. Li, Y. H. Hu, J. X. Wang, W. Y. Yang, Z. X. An, *et al.* 1997. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 20:537-544.
- PARMENTER, K., y J. Wardle. 1999. Development of a general nutrition knowledge questionnaire for adults. *Eur J Clin Nutr.* 53:298-308.
- PAVKOV, M. E., R. L. Hanson, W. C. Knowler, P. H. Bennett, J. Krakoff, y R. G. Nelson. 2007. Changing patterns of type 2 diabetes incidence among Pima Indians. *Diabetes Care* 30:1758-1763.
- RAMACHANDRAN, A., C. Snehalatha, S. Mary, B. Mukesh, A. D. Bhaskar, y V. Vijay. 2006. The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 49:289-297.
- SHAW, J. E., R. A. Sicree, y P. Z. Zimmet. 2010. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract.* 87:4-14.
- TUOMILEHTO, J., J. Lindström, J. G. Eriksson, T. T. Valle, H. Hämäläinen, P. Ilanne-Parikka, *et al.* 2001. Finnish Diabetes Prevention Study Group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med.* 344:1343-1350.
- URQUIDEZ-ROMERO, R., J. Esparza-Romero, L. S. Chaudhari, R. C. Begay, M. Giraldo, E. Ravussin, *et al.* 2014. Study design of the Maycoba Project: obesity and diabetes in Mexican Pimas. *Am J Health Behav.* 38:370-378.
- VILLALPANDO, S., V. de la Cruz, R. Rojas, T. Shamah-Levy, M. A. Avila, B. Gaona, *et al.* 2010. Prevalence and distribution of type 2 diabetes mellitus in Mexican adult population: a probabilistic survey. *Salud Pública Mex.* 52(Suppl 1):S19-26. 

---

Este artículo es citado así:

Robles-Ordaz, M.D., A.C. Gallegos-Aguilar, R.G. Diaz-Zavala, R. Urquidez-Romero, T. Quizán-Plata y J. Esparza-Romero. 2015. Adaptación y factibilidad de un programa de prevención de diabetes en la comunidad Comcáac (Seri) de Sonora, México. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(2): 75-83.

## Resumen curricular del autor y coautores

**MÓNICA DANIELA ROBLES ORDAZ.** Terminó su licenciatura en 2013. Obtuvo el testimonio de desempeño sobresaliente en el Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Nutrición emitido por El Centro Nacional de Evaluación Superior, A.C. el 7 de junio de 2013. Obtuvo el título con mención honorífica de Licenciada en Ciencias Nutricionales por la Universidad de Sonora (UNISON) con la tesis "Desarrollo, adaptación y evaluación de factibilidad de un programa de prevención integral en personas con prediabetes en la comunidad Seri: Proyecto Comcáac" en el 2014. Actualmente se encuentra cursando la Maestría en Ciencias en la Unidad de Investigación en Diabetes, Departamento de Nutrición Pública y Salud en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, A.C.). Ha participado en 4 trabajos científicos como primera autora y 4 como coautora y ha impartido 2 clases en la materia Regresión Lineal en la Investigación Epidemiológica a cargo del Dr. Julián Esparza Romero en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. en Hermosillo, Sonora. Ha Participado en dos cursos de actualización. Fue ganadora de la convocatoria por parte del programa de docencia del CIAD, A.C. para la presentación de póster "Historia Familiar de Diabetes como Factor de Riesgo para el Desarrollo de Prediabetes en Adultos de la Comunidad Comcáac" en la 7ma Feria Mesoamericana de Posgrados de Calidad 2015 en San José, Costa Rica y Bogotá, Colombia en octubre de 2015.

**ANA CRISTINA GALLEGOS AGUILAR.** Es egresada de la Universidad de Sonora de la Licenciatura de Ciencias Químico-Biológicas. En 1995 ingresó a CIAD como tesista de licenciatura en el proyecto "Diagnóstico y prevalencia de diabetes tipo 2 y su relación con algunos factores de riesgo en pimas y no-pimas de Maycoba, Sonora. Posteriormente, continuó con los estudios de postgrado con el proyecto "Factores de riesgo para la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares en adultos de México de diferentes niveles socioeconómicos". CIAD, AC. Ambos proyectos bajo la dirección del Dr. Mauro Valencia, en CIAD. Ha colaborado con el Dr. Mauro Valencia Juillerat, la Dra. Isabel Ortega Velez, la Dra. Rosa Oliva Méndez Estrada y el Dr. Heliodoro Alemán Mateo en la parte bioquímica de sus proyectos de investigación. Adicionalmente a esto, y, hasta noviembre de 2007, desempeñó el cargo de Auxiliar en Seguridad Radiológica de CIAD. Fue la responsable del laboratorio de espectrometría de masas llevando a cabo las pruebas de aliento para la detección de *Helicobacter pylori* hasta el 2010. Desde el 2014 y hasta la fecha de hoy ha colaborado con el Dr. Julián Esparza Romero en el área de Nutrición Pública y Salud en la Unidad de Investigación y Diabetes. Sus áreas de interés son epidemiología de la diabetes tipo 2 y factores de riesgo cardiovasculares (obesidad, resistencia a la insulina, síndrome metabólico, prediabetes, micro y macro-albuminuria). Estilos de vida y su asociación con la salud de comunidades indígenas. Ha participado en 3 coautorías de artículos, 4 comités de tesis de maestría, actualmente funge como directora de una tesis de licenciatura y pertenece a tres comités de tesis de maestría, las cuales están en proceso.

**ROLANDO GIOVANNI DÍAZ ZAVALA.** Licenciado en Nutrición por la Universidad de Querétaro con estancia de un año de Servicio Social en el Departamento de Nutrición Clínica del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y de la Nutrición Salvador Zubirán. Se dedicó durante dos años a la consulta privada y hospitalaria de nutriología. En el 2006 concluyó la Maestría en Ciencias y en 2009 obtuvo el título de Doctor en Ciencias en el Área de Nutrición por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Ambas tesis se centraron en el desarrollo, adaptación y evaluación de programas intensivos de cambio de estilo de vida para el tratamiento de la obesidad en niños y adolescentes. En 2010 su tesis doctoral obtuvo el primer lugar en la categoría nutrición aplicada obteniendo el premio en investigación en Nutrición 2010 por parte del Fondo Nestlé para la Nutrición de la Fundación Mexicana para la Salud. Desde entonces labora en la Universidad de Sonora, posee la categoría como profesor asociado Nivel D y actualmente es coordinador de la Licenciatura en Ciencias Nutricionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (2014-2016, nivel C). Su área de especialización es el tratamiento de obesidad en niños y adultos con programas intensivos de cambio de estilo de vida, así como su transferencia a la práctica clínica (investigación traslacional). El periodo de las fiestas decembrinas como factor de riesgo de obesidad y los programas de prevención de obesidad a nivel de escuelas. Ha dirigido 4 tesis de licenciatura, 1 de especialidad y tiene en proceso 3 tesis de maestría. Es autor de 5 artículos científicos indizados internacionales. Ha tenido participación en ponencias de congresos nacionales e internacionales. Tiene 7 proyectos de investigación incluyendo 2 con financiamiento externo. Es miembro del Registro de CONACYT de Evaluadores Acreditados (Medicina y Salud).

**RENÉ URQUIÚEZ-ROMERO.** Terminó su licenciatura en 2000. En ese año recibió el título de Químico Biólogo, Especialidad en Análisis Clínicos por el Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora (UNISON). Realizó su posgrado en México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área Nutrición en 2003 por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, y el grado de Doctor en Ciencias también en el área de Nutrición en 2013 por la misma institución. Desde 2004 labora en el Programa de Nutrición de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) y posee la categoría de Profesor-Investigador Titular C. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel Candidato (Período 2015-2017). Sus áreas de especialización son la Nutrición comunitaria, Bioquímica nutricional y Epidemiología. Ha dirigido 25 tesis de licenciatura y participado como director de 1 tesis de maestría y revisor de 2. Actualmente funge como director de 2 tesis de maestría. Es autor de 8 artículos indizados y 10 Arbitrados, y 3 capítulos de libros; además ha impartido mas de 10 ponencias en congresos y ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes internas y externas. Es árbitro de una revista científica de circulación internacional y una nacional.

**TRINIDAD QUIZÁN PLATA.** La Dra. Quizán Obtuvo su título de Ingeniero Bioquímico en 1995 por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Maestro y Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C. en 1999 y 2006 respectivamente. Actualmente es Docente e Investigador Titular C en la Coordinación de Ciencias Nutricionales del Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad de Sonora, México. Es profesor con perfil PROMEP de la Secretaría de Educación Pública desde el año 2009. Su experiencia es en desarrollo y ejecución de intervenciones educativas en nutrición y orientación alimentaria en grupos en edad escolar y mujeres adultas, así también en la percepción y las experiencias de hambre e inseguridad alimentaria en familias del vulnerables y derivado de esta investigación, recibió un premio estatal por la ponencia titulada: Inseguridad alimentaria: una mirada social. Su desempeño además destaca en apoyo social, educativo y alimentario en grupos poblacionales vulnerables. Sus investigaciones e interés académico, son por lo tanto, hacia la nutrición social. Ha recibido financiamiento por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y por la Universidad de Sonora. Ha dirigido y asesorado tesis de maestría y de licenciatura y publicado artículos en revistas científicas y de divulgación, así también ha participado con ponencias en varios congresos nacionales e internacionales.

**JULIÁN ESPARZA ROMERO.** El Dr. Esparza es Licenciado en Ciencias Químico-Biológicas por la Universidad de Sonora. Obtuvo su Maestría en Ciencias, Especialidad en Nutrición por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC y su Doctorado en Epidemiología por la División de Epidemiología del Colegio de Salud Pública Mel and Enid, Universidad de Arizona. Disertación Doctoral: Risk factors of type 2 diabetes in Mexican and U.S. Pima Indians: Role of environmen. Realizó una estancia sabática en el Colegio de Salud Pública Mel and Enid, Universidad de Arizona. Actualmente es Profesor-Investigador titular "C" en la Unidad de Investigación en Diabetes, Departamento de Nutrición Pública y Salud, Coordinación de Nutrición del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Hermosillo, Sonora. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I, Área III: Medicina y Ciencias de la Salud). Sus áreas de interés son epidemiología de la diabetes tipo 2 y factores de riesgo cardiovasculares (obesidad, resistencia a la insulina, síndrome metabólico, prediabetes, micro y macro-albuminuria). Estilos de vida y su asociación con la salud de comunidades indígenas. Programas de prevención y manejo de diabetes. Asesor responsable de 9 tesis de Licenciatura, 12 de Maestría y dos de doctorado. Ha participado en 37 Comités de Tesis de Maestría y 7 de Doctorado. Responsable y colaborador en un gran número de proyectos de investigación con financiamiento internacional y nacional. Es autor/coautor de 48 publicaciones en revistas indizadas y 12 artículos de divulgación. Autor/coautor de trabajos presentados en 42 congresos internacionales y 27 nacionales. Titular del curso de regresión múltiple en la investigación epidemiológica dentro del Programa de Maestría y Doctorado y colaborador en el curso de seminario de maestría en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Ha impartido varios diplomados en epidemiología básica e intermedia. Ha sido revisor de artículos en revistas indizadas nacionales e internacionales y proyectos de investigación CONACYT, UCMEXUS, Secretaría de Salud del estado de Sonora, Universidad de Sonora y Universidad de Sinaloa. Ha impartido conferencias por invitación y programas de radio y TV. Es miembro activo del Colegio de Profesionales en Salud Pública del Estado de Sonora.

# Violencia y otros aspectos en la construcción social - chihuahuense - de masculinidades

Violence and other aspects of social construction - in Chihuahua - of masculinities

GABRIELA GRIJALVA-JORDÁN<sup>1,2</sup> Y JESÚS ROBLES-VILLA<sup>1</sup>

*Recibido: Abril 28, 2015*

*Aceptado: Enero 27, 2016*

## Resumen

Se presenta un análisis en torno al proceso de la construcción de las masculinidades haciendo además referencia a algunos elementos observados en la ciudad de Chihuahua con datos del ámbito universitario. Se incluye una descripción del proceso histórico, psicología y la masculinidad, género, masculinidad hegemónica, sexualidad, familia y paternidad, violencia, y educación.

**Palabras clave:** masculinidad, masculinidades, género, violencia.

## Abstract

We present an analysis that aims to address the process of the construction of masculinities making reference at the same time to the specific situation in the society of Chihuahua with university level data is presented. A description of the historical process, psychology and masculinity, gender, hegemonic masculinity, sexuality, family and parenthood, violence, and education is included

**Keywords:** masculinity, masculinities, gender, violence.

## Introducción

**E**n gran parte del mundo se ha vivido una transformación respecto a lo "que son los hombres", "cómo son", "cómo se espera que sean", identificando a este cambio como la construcción de nuevas masculinidades. México está dentro de dicho cambio, sin embargo, no de manera homogénea, como generalmente sucede en los cambios sociales, que difícilmente son suaves, estables o parejos. De tal manera que hay expresiones culturales e indicadores diversos que muestran que, ya sea por resistencia, subdesarrollo o simple mantenimiento del estatus, los paradigmas y esquemas consolidados durante siglos anteriores respecto a la masculinidad siguen teniendo vigencia en muchas de nuestras sociedades, en diversas geografías o conviviendo en los mismos territorios.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Contaduría y Administración. Circuito Universitario s/n, Campus Universitario II Chihuahua, Chih., México. 31125. Tel. (614) 442-0000.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: gabriela\_gj@hotmail.com.

En el caso de Chihuahua, podemos reconocerla como una sociedad marcadamente convencional o tradicionalista. Es posible que esta característica nos haya permitido conservar valores y costumbres de antaño que siguen enriqueciendo nuestra cultura. Pero también es una realidad que la falta de un desarrollo social acorde a las necesidades locales y globales genera altos costos tanto en lo económico como en lo cultural.

En mi desempeño como catedrática he tenido la oportunidad de apreciar eventualmente muestras de cambios en el pensamiento y expresiones de mis alumnos y alumnas. Sin embargo, están también presentes de manera muy significativa rasgos que no corresponden con la sociedad dialógica que deseamos construir. De la misma manera, puedo decir que en el ambiente laboral persisten expresiones machistas en muchos de mis compañeros, así como también hacia ellos presión y discriminación también desde esquemas de machismo.

Es preciso que la educación superior asuma su responsabilidad y participe activa y efectivamente en la generación de espacios de reflexión, programas y actividades para el desarrollo de competencias en relación con el tema de género. La masculinidad es parte del *saber ser* que hemos de plantearnos, e incluir como parte importante en los ejes y contenidos de estudio.

## Proceso histórico

¿En qué momento se empezó a dudar y se puso en tela de juicio «lo que son» los hombres? ¿Por qué se cuestiona a quienes pretenden ser «más hombres»? A partir de los años setenta – en Estados Unidos y Europa— y como efecto de las acciones llevadas a cabo por las feministas que permitieron que luego de las interrogantes sobre lo femenino surgiera la pregunta por lo masculino (Parrini, 1999). Desde entonces, se llevan a cabo trabajos multidisciplinarios, conocidos como Estudios de la masculinidad, que tienen como objetivo investigar la construcción cultural y específica con/sobre los hombres como sujetos de estudio.

Se busca dar respuesta a la necesidad política y científica respecto a cómo se configura la masculinidad, dado que el hombre dejó de ser representante general de la humanidad y su experiencia se reconoció como específica en cada contexto histórico y cultural (Minello, 2002). Ya en los noventa surgió la «revolución teórica» haciendo énfasis en la problemática de la masculinidad como parte de una historia global marcada por la transformación (Minello, 2002). Desde entonces, los estudios de masculinidad siguen desarrollándose en y desde diferentes perspectivas: histórica, antropológica, sociológica, psicológica y política, para entender que no hay una, sino muchas masculinidades (Conevty, s.f.).

## Psicología y masculinidad

Bonino (2000) considera que es necesario realizar más trabajo respecto a la salud mental masculina. Él plantea en una estructura con un articulador ético que el «ser para sí» masculino no puede aceptarse como «normal» desde una reciprocidad de género, y a través de otro articulador teórico-clínico, el estudio de la subjetividad hegemónica masculina y sus creencias matrices.

En el segundo articulador, dice el autor, a su vez se encuentran dos ideologías, una del individualismo de la modernidad, donde el ideal del sujeto dice que *«autosuficiente, que se hace a sí mismo, racional y cultivador del conocimiento, que puede hacer lo que le venga en gana e imponer su voluntad y que puede usar el poder para conservar sus derechos»*, y en la segunda ideología se encuentra al individuo en una *«satanización/eliminación»* del otro, otra, distinto, distinta.

Con base en lo anterior, las patologías (Bonino, 2000) incluyen trastornos en relación con el fracaso, autosuficiencia, poder, violencia, sexualidad, autoridad, restricción emocional, todo ello con la necesidad de ser estudiado y resuelto con un enfoque que deje de invisibilizar este lado de la salud masculina y deje de considerar que la «anormalidad» corresponde a lo femenino.

## Género

Analizar la masculinidad desde el género nos permite primero dejar de pensar en lo relativo a los hombres como algo «natural» y entender que forma parte de sus realidades porque, de una u otra forma, entre cultura e individuo así lo conforman.

Tomando el enfoque de la antropología, tenemos cuatro formas para definir el concepto de masculinidad (Gutmann, 1998); una, cualquier cosa que los hombres piensen y hagan; dos, todo lo que los hombres piensan y hacen para ser hombres; tres, lo que los hombres hacen para ser más hombres; y cuatro, todo lo que no sean las mujeres. Gutmann (1998) también menciona que en los estudios antropológicos de los últimos años, los enfoques y conclusiones difieren en algunos aspectos, pero coinciden en plantear interrogantes particulares a los contextos históricos específicos de lo que reconoce como proceso de transformaciones sociales de género, lo cual confirma que no se puede hablar de un concepto de masculinidad uniforme o general para todos los hombres.

Por su parte, Guevara (2008) sostiene, desde un enfoque social de género, que los patrones de conducta masculinos «*no obedecen a atributos individuales porque éstos sólo existen en el nivel colectivo en la medida en que son definidos y sostenidos por las instituciones*». La misma autora afirma que la masculinidad adquiere existencia cuando la persona actúa.

Respecto al desempeño que los hombres llevan a cabo, Hardy y Jiménez (2001) dicen que es necesaria la comprensión respecto a las normas actuales y las posibles ventajas que les otorguen a los hombres en cuanto al uso del poder, ya que ello puede significar que queden atrapados en estereotipos patriarcales.

Y tal y como se plantea desde diversas instituciones y organizaciones «*es difícil que algún hombre llegue a cumplir con todas esas exigencias*» (Conevty, s.f.) haciendo referencia

al modelo masculino en el cual se encuentran todas las expectativas sociales, promoviendo así, desde la perspectiva del género, que cada hombre decida sobre los patrones de conducta que su medio le imponga o su preferencia a vivir con otros esquemas que él decida.

## Masculinidad hegemónica

A partir del concepto de hegemonía, que tiene que ver con dinámica social, se define a la masculinidad hegemónica como una práctica que, por una parte, legitima al patriarcado y garantiza la posición dominante de los hombres y la subordinación de las mujeres (Connell, 1995). Este autor menciona que para tales efectos se cuenta con lo mostrado en el cine, personajes y figuras de fantasía, y explica también que esta estrategia del patriarcado puede cambiar construyéndose nuevas hegemonías con nuevas soluciones.

En Latinoamérica también se ha estudiado el proceso de la masculinidad hegemónica, encontrándose como características de lo que «*un hombre debe ser: activo, jefe de hogar, proveedor, responsable, autónomo, fuerte, no tener miedo, no expresar emociones*», así como el deber de estar enfocado al trabajo y ser heterosexual (Parrini, 1999).

## Sexualidad

La relación de masculinidad con la sexualidad es obvia, puesto que parte de la diferenciación de sexo entre hombres y mujeres. Relacionando además la masculinidad con el modelo hegemónico ya mencionado, y a partir del cual se considera la heterosexualidad como característica obligatoria, está también que el fin de la masculinidad en este sentido es la conformación de una familia y el ejercicio de la paternidad, es decir, que relacionando hombre-patriarcado-sexualidad también se agregaría familia-paternidad (Parrini, 1999) aunque pasando por diferentes etapas donde se da un momento de «probación» de la hombría a través del ejercicio de la sexualidad con el mayor número posible de mujeres o bien con el éxito comprobado de una u otra forma.

En cuanto a la homosexualidad, se dice que ésta «*ocupa un lugar marginado por las concepciones que imperan desde el poder*» (Cruz, s.f.) y en tanto a las relaciones de poder que se dan en el patriarcado. Claro está que esto se ha modificado en las últimas décadas y a partir de la búsqueda del diálogo entre grupos de minorías no escuchadas antes, así como los estudios lésbicos/gays. Se han agregado también temas desde el transexualismo y bisexualidad que cuestionan la cuestión del deseo, del matrimonio y otros aspectos de la vida cotidiana de los hombres, analizándose de manera muy particular el problema de la homofobia, encontrando que ésta tiene que ver más con temores a la diferencia que con la sexualidad como anormalidad.

A partir de la sexualidad, de su comprensión, aceptación y entendimiento, se desprenden otras dinámicas sumamente importantes, como las adecuaciones en derechos humanos, derechos de las parejas y familia, así como sus respectivas legislaciones.

## Familia y paternidad

En la dinámica múltiple de masculinidad, género, hegemonía, sexualidad, familia y paternidad, el factor común ha sido la transformación de esquemas, paradigmas y relaciones. En un lado del proceso está la familia como dimensión, donde se garantiza la permanencia del esquema de masculinidad hegemónica, donde se proyectan las características de los hombres tanto como jefes de familia como hijos, hermanos y demás masculinos. En ello interviene además un proceso de discriminación y dominación simbólicas a través de la percepción, apreciación y acción, donde los «*dominados/as adoptan para sí mismos/as un punto de vista idéntico al del dominador y contribuyen, de esa manera, a su propia dominación, a veces sin saberlo y otras a pesar suyo*» (Guevara, 2008).

Cabe señalar que la dinámica familiar ha ido y sigue cambiando casi de manera constante en un sentido donde se busca

mayormente igualitaria, donde es posible que el factor de mayor impacto haya sido la participación de la mujer en actividades extradomésticas (Landeró, 2003).

## Violencia

Al hablar sobre masculinidad y violencia, puede identificarse primero su relación con la sexualidad y la estigmatización y discriminación – a lo no heterosexual – como violencia estructural desde el modelo de sexualidad dominante (Cruz, s.f.) y como homofobia o ejercicio de poder hacia quienes no se ajustan a dicho modelo.

En cuanto a la violencia masculina, ésta ha estado sustentada por legitimaciones culturales desde las construcciones sociales de género (Oxfam, 2010) «*la violencia se convierte en un instrumento para controlar, dominar e imponer la voluntad del hombre sobre la mujer, generalmente víctima*».

Otro tipo de violencia es el identificado como violencia intrafamiliar y como parte de ésta se incluye el problema en gran parte del mundo y particularmente en Latinoamérica y México con el aumento de hijos registrados sin padre, esto como muestra de una falta de compromiso económico, moral y emocional y como indicador de violencia intrafamiliar ejercida por el hombre.

## Educación

Se han realizado estudios de diferentes aspectos en torno a la masculinidad hegemónica en estudiantes adolescentes, cuyos resultados muestran que las normas están cambiando y que hay la apertura a otras formas de ser hombre (Vázquez y Chávez, 2006). Se sigue encontrando que los hombres cuestionan el modelo hegemónico de masculinidad y se busca dar respuesta, por parte de instituciones educativas, con propuestas concretas, como actos comunicativos que favorezcan relaciones igualitarias y la erradicación de problemáticas como la violencia de género (Peña y Ríos, 2011).

Han surgido además instituciones especializadas en los estudios que incluyen las masculinidades, teniendo como objetivos concretos tanto la equidad entre hombres y mujeres como la investigación en masculinidad, como el Instituto Wem en Costa Rica<sup>1</sup>, que es una asociación sin fines de lucro para la acción, educación e investigación de la masculinidad, pareja y sexualidad, así como la asociación civil Hombres por la Equidad en México<sup>2</sup>, que tiene como misión investigar, diseñar y contribuir a la eliminación de la violencia de género, cuestionando las visiones tradicionales de la masculinidad y promoviendo políticas públicas con perspectiva de género, ofreciendo además talleres y cursos en línea.

## Masculinidad y género en Chihuahua

Tal como lo mencioné en la introducción, mi percepción a través de los años que tengo de experiencia como docente universitaria en relación con mis alumnos y en relación con el ambiente laboral, así como desde mi perspectiva como alumna del doctorado en Administración, considero urgente que las instituciones universitarias en la ciudad y el estado de Chihuahua participen de manera más directa en la construcciones de nuevas masculinidades, acordes a las necesidades actuales tanto locales como globales.

A partir de una indagación del tema de género y masculinidad en un grupo focal con 12 alumnas y alumnos de segundo semestre de diversas licenciaturas se recopilaron las siguientes afirmaciones:

«yo, como hombre, soy tan capaz como tú para cuidar un bebé; sí, además de cambiarlo y todo eso, puedo también dormirlo y hasta apapacharlo, claro que sí», «las mujeres son las más indicadas para educar a los hijos» «para cuidar al bebé hombres y mujeres pueden ser buenos» «a mí no me importaría que mi

esposa ganara más que yo», «está bien que ellas ganen bien, pero uno debe de aportar lo principal o lo suficiente para los gastos más grandes como la compra de la casa», «de preferencia sí me gustaría ganar más que ella porque es la obligación del hombre dar lo que se necesite»

Fue muy significativo para mí constatar la diversidad de opiniones aún y siendo un grupo pequeño, así como comprobar lo fuerte que siguen estando algunos paradigmas tradicionales.

También quiero referirme a un panel realizado hace aproximadamente un año, con especialistas invitados para hablar del tema de género; en este ejercicio participaron un médico ginecólogo, una psicóloga, directora de una asociación civil muy involucrada en el tema de género, una profesionista con participación política y un ministro evangélico. El resultado de la actividad fue muy bueno, la asistencia al foro fue un lleno total y la participación del público fue muy activa. Pudimos observar – y registrar en el informe y evaluación – que la necesidad de información sobre los temas tratados en relación con el género (sexualidad, política, salud y espiritualidad), es muy significativa, y así lo expresaron textualmente los asistentes, solicitando una segunda realización del panel o algún tipo de seguimiento. En cuanto a las preguntas de los asistentes y observaciones del grupo organizador, se destacó el rechazo a la perspectiva del ministro, y la aceptación y apreciación de la información referida tanto por el médico como por la psicóloga. Todo ello confirmó mi propia percepción sobre el cambio en los valores de los y las estudiantes, así como de la necesidad de espacios y programas de estudio sobre los temas tratados.

Recientemente apliqué una encuesta a 100 alumnos y alumnas sobre todas aquellas ideas que consideraran en relación con la masculinidad, y las respuestas incluyeron lo siguiente (Cuadro 1):

<sup>1</sup> Instituto Wem. [http://www.institutowemcr.org/que\\_es/index.htm](http://www.institutowemcr.org/que_es/index.htm)

<sup>2</sup> Hombres por la Equidad, A.C. <http://www.hombresporlaequidad.org.mx/nosotros.php>

**Cuadro 1.** Ideas de hombres y mujeres en relación con la masculinidad.

Respuestas de hombres sobre la masculinidad.	Respuestas de mujeres sobre la masculinidad.
Referente al hombre, varón.	Todo lo que implica el género masculino
Padre.	Padre, hijo, abuelo, nieto, hermanos, novio, estatus impuesto, lo opuesto a lo femenino.
Virilidad, sexo.	Hombria, varón, adicto al sexo, pedofilia.
Personalidad, orgullo, porte, carácter, presencia, coraje, motivación.	Autoritarismo, superioridad, ambición, competitivo, elegancia, independencia, triunfo.
Pensamiento, lógico, tonto, sabio, realista, destreza, habilidad, cabeza fría, práctico.	Debe basarse en la inteligencia, sabiduría, paciencia, tonto, innovación, imaginación, descubrimientos.
Poder, líder, guerrero, proveedor en la familia, hombre de la casa, defensor de la familia.	Liderazgo, éxito, protección, cabeza de familia, poder de decisión, influyente, capacidad, desafío, jefe, sostén económico.
Fuerte, alto, grande, pene, testículos, barba, bigote, cabello corto, voz grave, musculoso, órganos masculinos, bello corporal.	El físico no lo define, pene, fuerza, musculoso, peludo, guapo, alto, barba, bigote, testosterona, cabello corto, grande, manos duras, espalda.
Carro, carros, pantalón, comida, perfume, reloj.	Carros pantalón, comida, perfume, traje, botas, motos, corbata, tenis.
Música, fiesta, table dance, gimnasio, deporte, peleas, trabajo sucio, caza de animales.	Fútbol americano, alcohol, cacería, pesca, fiesta, amigos, videojuegos, gimnasio.
Agresivo, rudo, caballeroso, competitivo, valiente, trabajador, formal, rudo, serio, rápido, impetuoso, macho, respetable, varonil, apasionado, independiente, ágil, astuto, amable, simpático, cortés, decidido, seguro, seco, hiperactivo.	Caballeroso, organizado, tosco, presumido, agresivo, egocéntrico, infiel, cariñoso, elegante, inmaduro, amargado, celoso, terco, superficial, inseguro, débil, conformista, amable, discreto, respetuoso, vulgar, necio, orgulloso, trabajador, emprendedor, detallista, patán, versátil, sexy, atractivo, distraído, impulsivo, atento, valiente, mentiroso, arrogante, gruñón, impositivo, rudo.
Violencia.	Violencia, discriminación, control, imposición.
Machismo.	Machismo.
Bondad, respeto y toma de decisiones, orden, honestidad, fidelidad, limpieza, responsabilidad.	Responsabilidad, solidaridad, sentido social, justicia, empatía, moral, sentimientos, honestidad, fidelidad, ternura, sencillez.
Mujeres.	Ver mujeres.
Azul.	Azul, rojo, colores fuertes.
	Antes marcaba cosas de hombres y a las mujeres las hacia ver masculinas, equidad.

Las respuestas quedaron agrupadas en clasificaciones según semejanzas en la información. Puede notarse en las respuestas de las mujeres que agregaron más información en las clasificaciones hechas y respecto a un cambio o transformación en sus apreciaciones, utilizando concretamente la palabra «antes»; igualmente, mientras que ellos sólo incluyeron «padre», ellas mencionaron «hijo, hermano,

abuelo, nieto, hermanos, novio». Lo más significativo me parece que es lo relacionado con contenidos de violencia como «discriminación, control, imposición». El ejercicio indagatorio fue un acercamiento muy breve, pero que puede ser un indicador respecto al cambio que se está dando y que en este caso, mostró mayor significancia en las respuestas de las mujeres.

Respecto al ambiente académico en el cual me relaciono como alumna del programa de doctorado, puedo decir que es bastante frecuente que se den comentarios en torno al género como por ejemplo: «la desintegración social es debida a tantos hogares sin jefe de familia», «ya no hay desigualdad entre hombres y mujeres», «las feministas quieren que seamos iguales pero no lo somos», «yo no entiendo a esas señoras (de ONG y feministas) que alegan y nos acusan a todos por lo que supuestamente no tienen», y otras expresiones parecidas, provenientes tanto de compañeros con grado académico de maestría como por parte de los guías y asesores con grado académico de doctorado, lo cual indica que aún y contando con una educación formal a nivel de posgrado no se ha llevado a cabo un proceso de aprendizaje, que por una parte les permita apreciar las perspectivas de la masculinidad de ellos mismos, de otros y de otras, así como también conocer y argumentar respecto a la equidad de género con mayor concordancia a las demandas locales, nacionales y globales.

## Conclusiones

De acuerdo con lo expuesto, queda por revisar el papel de las universidades en Chihuahua, tanto en su función como educadoras de jóvenes hombres y mujeres, así como institución conformada por hombres y mujeres de ciencia, que al estar comprometidos con el desarrollo social impactan de manera altamente significativa en la construcción de nuevas masculinidades de nuestra sociedad mexicana con efectos además en la realidad global.

Considero que la visión que compartimos para alcanzar mejores condiciones de bienestar para todos y todas será posible en la medida en que nuestra labor como profesionales, investigadores y educadores responda más efectivamente a las demandas de la época que vivimos.

## Literatura Citada

- BONINO, L. 2000. Varones, género y salud mental: deconstruyendo la «normalidad» masculina. Capítulo III en *Nuevas Masculinidades* de Marta Segarra y Ángels Carabí. Ed. Icaria: México.
- CONEVYT. Masculinidades. Recuperado el 1 de abril de 2015 en <http://www.conevyt.org.mx/cursos/minicursos/masculinidades/bienvenida.htm>
- CONNEL, R.W. 1995. La organización social de la masculinidad. Recuperado el 2 de abril de 2015 en <http://www.letreaese.org.mx/georganizacion.pdf>
- CRUZ, S.S. Masculinidad y diversidad sexual. Recuperado el 2 de abril de 2015 de <http://www.estudiosmasculinidades.buap.mx/paginas/reportesalvadorcruz.htm>
- GUEVARA, R.E. 2008. La masculinidad desde una perspectiva sociológica; una dimensión del orden de género. *Revista Sociológica*, 23(66).
- GUTMANN, M.C. 1998. Traficando con hombres: la antropología de la masculinidad. *Revista de Estudios de Género La ventana*, 8:47-99.
- HARDY, E., y A.L. Jiménez. 2001. Políticas y estrategias en salud pública. *Revista cubana de salud pública*, 37(4).
- LANDERO, H. R. 2003. Familia, poder, violencia y género. Universidad Autónoma de Nuevo León, Senado de la República: México
- MINELLO, M.N. 2002. Masculinidades, un concepto en construcción. *Nueva Antropología*, 18(61):11-30.
- OXFAM. 2010. Construyendo masculinidades sin violencia. Oxfam Quebec. Recuperado el 4 de abril en [https://oxfam.qc.ca/sites/oxfam.qc.ca/files/sistematizacion\\_Construyendo\\_Masculinidades\\_sin\\_Violencia.pdf](https://oxfam.qc.ca/sites/oxfam.qc.ca/files/sistematizacion_Construyendo_Masculinidades_sin_Violencia.pdf)
- PARRINI, R. 1999. Apuntes acerca de los estudios de masculinidad; de la hegemonía a la pluralidad. Red de masculinidad. Recuperado el 1 de abril de 2015 en <http://www.eurosur.org/FLACSO/apuntesmasc.htm>
- PEÑA, J.C. y O. Ríos. 2011. Actos comunicativos que promueven en nuevas masculinidades en los centros educativos. CREA-UB, Centro Especial en Teorías y Prácticas Superadoras de Desigualdades. Universidad de Barcelona. Recuperado el 4 de abril de 2015 en [http://www.cime2011.org/home/panel4/cime2011\\_P4\\_OriolRios\\_JuanCarlosPena.pdf](http://www.cime2011.org/home/panel4/cime2011_P4_OriolRios_JuanCarlosPena.pdf)
- VÁZQUEZ, G.V. y A.M.E. Chávez. 2006. Masculinidad hegemónica en la Universidad Autónoma Chapingo. Un estudio de caso entre estudiantes. *Textual*, 49:41-66. 

---

Este artículo es citado así:

Grijalva-Jordán, G. y J. Robles-Villa. 2015. Violencia y otros aspectos en la construcción social - chihuahuense - de masculinidades. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(2): 84-90.

## Resumen curricular del autor y coautores

**GABRIELA GRIJALVA JORDÁN.** Terminó su licenciatura en 1984, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Pedagogía por la Escuela Superior de Pedagogía. Realizó su posgrado obteniendo el grado de Maestra en Desarrollo Humano y Valores en 2012 por el Instituto Agustín Palacios Escudero (IAPE) y es alumna del Doctorado en Administración desde el 2014, realizando un proyecto de investigación en el Cuarto Sector. Se desempeñó en diversas áreas pedagógicas de educación básica durante más de 10 años y desde 1995 ha laborado en universidades privadas en la ciudad de Chihuahua como catedrática en carreras administrativas y de áreas humanistas tanto en nivel de licenciatura como de maestría y en la Facultad de Contaduría de la UACH desde 2013. Sus áreas de especialización son los estudios de género, así como el desarrollo social a través de organizaciones de la sociedad civil. Ha dirigido 2 publicaciones impresas en materia de género y 1 digital del mismo tema. Es directora general de la asociación civil Emma Catalina, A.C.

**JESÚS ROBLES VILLA.** Terminó su licenciatura en 1968, año en que le fue otorgado el título de Contador Público por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Obtuvo el título de Licenciado en Derecho por la Universidad Autónoma de México (UNAM) en 1997. Realizó su posgrado obteniendo el grado de Maestro en Administración en 1972 por el Instituto de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y el grado de Doctor en Administración por la Universidad Autónoma de Chihuahua en 2008. Desde 1969 labora en la Facultad de Contaduría de la UACH y posee la categoría de Académico Titular C. Su área de especialización es la investigación en administración y específicamente en el combate a la corrupción. Es autor de más de 20 artículos especializados en investigación sobre la administración; más de 20 ponencias en congresos científicos de la administración, 4 capítulos de libros de temas relacionados con la administración; ha arbitrado más de 20 ponencias y artículos que se han publicado en diversos órganos de difusión de las ciencias de la administración, además ha impartido más de 20 conferencias por invitación.

# Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública

Effect of pesticides used for control of black Sigatoka in banana plantations in Mexico, as well their effect on the environment and public health

XENIA MENA-ESPINO<sup>1,3</sup> Y YENI COUOH-UICAB<sup>2</sup>

Recibido: Julio 27, 2015

Aceptado: Septiembre 17, 2015

## Resumen

Las plantaciones bananeras en México son fuente de generación de empleos, sin embargo, son afectadas por diversos patógenos, entre ellos *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la enfermedad conocida como Sigatoka negra. El principal método de control de este patógeno es a base de fungicidas sintéticos, de tipo preventivo o sistémico. El número de aplicaciones de éstos en las plantaciones bananeras varían en un rango de 10 a 45 por año. El principal riesgo del uso frecuente y excesivo de estos compuestos es la generación de resistencia como la que actualmente se observa en *M. fijiensis* ante la acción de los fungicidas. En esta revisión se presentan algunos estudios sobre la resistencia de *M. fijiensis* a los fungicidas y los efectos que éstos generan sobre el ambiente y salud humana en plantaciones bananeras de México.

**Palabras clave:** plaguicidas, plátano, ambiente, salud.

## Abstract

In Mexico, banana plantations are a source of employment, but they are affected by pathogens such as *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of the disease known as black sigatoka. The main control method for this pathogen is by synthetic fungicides of the preventive or systemic type. The number of fungicide applications in banana plantations vary from 10 to 45 per year. The main risk derived by the excessive and frequent use of these compounds is the generation of resistance, as it has currently been observed in *M. fijiensis* by the action of the fungicides. In this review, some studies on resistance *M. fijiensis* to fungicides are presented, and the effect of these fungicides on the environment and human health in banana plantations in Mexico.

**Keywords:** pesticides, banana, environment, health.

## Introducción

El plátano es uno de los cultivos más importantes en la agricultura mexicana, ocupa el segundo lugar de la producción en frutas tropicales; la importancia de este cultivo radica en su uso alimentario, su alto valor nutritivo rico en potasio, hierro y vitamina K, además de su precio bajo, sabor agradable y disponibilidad todo el año (COVECA-SAGARPA, 2010). En México, los principales estados productores de plátano son Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Jalisco. En el 2013 se obtuvo una producción de 2,127,772.29 toneladas de fruta, con un ingreso de \$ 5,411,964,860 (SIAP, 2013).

<sup>1</sup> Investigador de Cátedra CONACYT-División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Vicentina, Iztapalapa C.P. 09340 Ciudad de México, D.F. (+52) 55 5804 4600 (ext. 1102).

<sup>2</sup> Laboratorio de Biología Molecular. Departamento de Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya, Ave. Tecnológico y A, García Cubas s/n, col. FOVISSSTE. C.P. 38010. Celaya, Gto, Mexico.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: xmenaes@conacyt.mx.

A nivel nacional los estados con mayor uso de plaguicidas son: Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca. En estas regiones se aplica el 80% del total de plaguicidas usados en el país (Albert, 2005). Entre estos estados, Chiapas, Veracruz y Tabasco también son reconocidos por ser los principales productores de banano y de plátano.

### Plaguicidas utilizados en plantaciones bananeras para el control de la Sigatoka negra

El uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades es una práctica frecuente en plantaciones bananeras. La aplicación de fungicidas en las grandes plantaciones bananeras se lleva a cabo por avionetas, y en las pequeñas plantaciones, con mochilas de aspersión. Se estima que durante el año 2010, los productores mexicanos de plátano gastaron más de 55 millones de dólares en la compra de fungicidas, con base a un costo aproximado de 1100 dólares por hectárea (Marín *et al.*, 2003).

Debido a que la Sigatoka negra se encuentra distribuida en la mayoría de todas las zonas bananeras del mundo (Gavilan, 2013), para su control se usan fungicidas sintéticos de tipo preventivos y sistémicos. Los fungicidas preventivos como Clorotalonil y Mancozeb, tienen como función básica la prevención de la enfermedad, impidiendo la germinación de las esporas de los hongos. Suelen ser de amplio espectro, excepto el azufre (antioídico). No eliminan al hongo si ha penetrado en los tejidos vegetales, por lo que hay que tratar antes de la infección (Guzmán *et al.*, 2004, Pérez *et al.*, 2013). Mientras que los fungicidas sistémicos Benomil, Propiconazol, Fusilazol, Fenbuconazol, Tebuconazol, Hexaconazol, Ciproconazol y Azoxystrobina, tienen capacidad de desplazamiento por el interior de la planta, a través de la savia, y controlar la infección en fases más tardías (Guzmán y Romero, 1997).

Existen también fungicidas sistémicos locales, los cuales son un grupo intermedio de fungicidas y entre éstos se encuentra el Tridemorf (Calixin) (Martínez-Bolaños *et al.*, 2012) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Fungicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra.

Grupo químico	Nombre común	Modo de acción	Dosis de P.F/ha*
DMI's	Propiconazol	Sistémico	0.4 l
	Tebuconazol	Sistémico	0.4 l
	Difenoconazo	Sistémico	0.4 l
	Fenbuconazol	Sistémico	0.3-0.5 l
	Flutriafol	Sistémico	0.4 l
	Epoconazol	Sistémico	0.8 l
Benzimidazoles	Benomyl	Sistémico	400 g
	Carbendazim	Sistémico	280 g
	Metiltiofanato	Sistémico	280 g
Aminas	Tridemorf	Sistémico	0.6 l
	Spiroxamina	Sistémico	0.4 l
Anilopirimidinas	Pyrimethanil	Sistémico	0.4-0.6 l
Estrobilurinas	Azoxistrobin	Sistémico	
	Trifloxistrobin	Sistémico	0.4-0.6 l
	Piraclostrobin	Sistémico	
Ditiocarbamatos	Mancozeb	Protectivo	2.0- 5 l
Derivados de isoftalonitrilo	Clorotalonil	Protectivo	1.5-2.5 l
Inorgánicos	Cobre	Protectivo	1.0 l

\*P.F. producto formulado por hectárea.

Fuente: Modificado de FRAC, 2010.

### Resistencia de *Mycosphaerella fijiensis* a fungicidas

Como ya se había mencionado anteriormente, uno de los grandes problemas generados por el uso excesivo de los plaguicidas en las plantaciones es la resistencia que ha adquirido el patógeno a estos compuestos. Entre los diferentes mecanismos de resistencia se encuentran: 1) alteraciones en el sitio blanco, lo cual ocasiona la reducción de la sensibilidad del organismo al producto químico, 2) modificaciones en la vía metabólica, lo que evita que el compuesto llegue a su sitio de acción, 3) desactivación metabólica del

fungicida, y 4) excreción del fungicida (Van den Bosch *et al.*, 2014). Cuando el mecanismo de resistencia es la modificación genética del sitio de acción del fungicida, esta modificación es generada por un cambio en la secuencia genética codificadora de la enzima o proteína que constituye el sitio de acción en el hongo. De acuerdo a este criterio, los fungicidas pueden tener un sitio de acción múltiple (ejemplo carbamatos) o sitio específicos (ejemplo triazoles) (Zhan *et al.*, 2014). En el año 2010 el Comité de Acción para Resistencia a Fungicidas (FRAC) actualizó sus recomendaciones para la aplicación de cada clase de fungicidas.

La resistencia de *M. fijiensis* a estrobilurinas, es un problema para países como Colombia, Costa Rica, Guatemala y Panamá. En los años 2007-2009, el patógeno mostró diferente sensibilidad a inhibidores de demetilación como el bitertanol, difenoconazol, epoxiconazol, fenbuconazol, miclobutanil, propiconazol, tebuconazol, tetraconazol y triadimenol. Mientras que con el grupo de las aminas espiroxamina, fenpropimorf y tridemorf, la sensibilidad de *M. fijiensis* a estos compuestos es alta y no ha cambiado en los últimos dos años. La resistencia de *M. fijiensis* a los fungicidas inhibidores del citocromo bc1 o Qols (por sus siglas en inglés *Quinone Outside Inhibitors*) como: pyraclostrobin, trifloxystrobin y azoxystrobin, se ha reportado en Ecuador, Belice, Colombia, Guatemala y Costa Rica. No obstante, en Filipinas las cepas de *M. fijiensis* muestran alta sensibilidad a los Qol. Por otra parte, en Costa Rica se ha reportado una reducción en sensibilidad a guanidinas y a inhibidores de la succinato deshidrogenasa, ya que las cepas se hacen resistentes a estos compuestos (FRAC, 2010; Churchill, 2011).

En el caso de México, los fungicidas más usados para el control de la Sigatoka negra son: Mancozeb, clorotalonil, benzimidazol, imazalil, triazoles, estrobilurinas, y anilino pirimidinas (Orozco-Santos *et al.*, 2001; Aguilar-Barragán *et al.*, 2014, Hanada *et al.*, 2015).

La aplicación de los plaguicidas es fuertemente afectada por las condiciones climáticas del lugar donde se encuentra la plantación; en el caso particular del estado de Tabasco, el manejo químico de la Sigatoka negra requiere de entre 48 a 52 aplicaciones de fungicidas por año, principalmente de mancozeb, propiconazol y tridemorf, por lo cual hay riesgo de desarrollo de resistencia del patógeno a estos plaguicidas (FRAC, 2010). En Veracruz, el número de aplicaciones es de 20 a 25. En el Pacífico Centro, el número de aplicaciones de fungicidas sistémicos-protectante, para el control de Sigatoka negra es variable, sin embargo, con los fungicidas protectantes Mancozeb o Clorotalonil se realizan entre 30 a 35 aplicaciones por año (Ramírez y Rodríguez, 1996).

Como consecuencia de las aplicaciones constantes, en un estudio realizado por Martínez-Bolaños *et al.* (2012), se determinó que cepas aisladas de *Mycosphaerella fijiensis* presentaron resistencia a propiconazol y susceptibilidad a tridemorf. También se han aislado cepas de *M. fijiensis* con resistencia a benomyl, propiconazol y azoxystrobin, mostrando estas cepas altos niveles de agresividad sobre las plantas de banano (Chin *et al.*, 2001). Mientras que existen efectos diferentes en otras cepas, tal como es la cepa C1233 de *M. fijiensis* que mostró resistencia a Mancozeb y susceptibilidad a Benomilo (Couoh-Uicab *et al.*, 2012).

En otro estudio, se aislaron 40 cepas de *M. fijiensis* de plantaciones con programas de manejo semi-intensivo y rústico y se evaluó su sensibilidad a seis fungicidas: fludioxonil, vinclozolina, azoxystrobin, carbendazim, propiconazole y mancozeb. Los resultados indicaron que las cepas provenientes de plantaciones con manejo semi-intensivos tuvieron una pérdida de sensibilidad a los fungicidas azoxystrobin, carbendazim y propiconazole, respecto a los aislados de manejo rústico. Sin embargo, se encontró que las cepas tienen tolerancia al Mancozeb,

mientras que el fludioxonil y vinclozolin no fueron funcionales para el control de la enfermedad con estas cepas (Aguilar-Barragán *et al.*, 2014). Las diferencias en las resistencias a los plaguicidas nos permiten observar que la resistencia a fungicidas es un factor crítico que limita la eficiencia de los programas de manejo integrado del hongo, al incrementar dosis o frecuencia de las aspersiones.

## Efectos de los fungicidas utilizados en plantaciones bananeras sobre el ambiente y la salud humana.

La toxicidad de los plaguicidas, así como los esquemas de aplicación y el mal uso que se hace de los mismos, genera riesgos para la sobrevivencia de la biodiversidad en los agroecosistemas. En México existen pocos estudios realizados sobre los efectos de los fungicidas empleados en las zonas bananeras sobre el ambiente y la salud, a pesar de que esto constituye uno de los problemas ambientales más urgentes en países tropicales (Bravo *et al.*, 2011).

Las numerosas aplicaciones de fungicidas en las plantaciones de zonas tropicales pueden ocasionar riesgo de acumulación de estos químicos en suelos, agua y organismos. Por su larga persistencia pueden depositarse en el suelo, bioacumulándose en las plantas, las cuales posteriormente pueden ser consumidos directamente por el ganado o el ser humano (Niti *et al.*, 2013).

Respecto a la descomposición de los fungicidas en el ambiente, es variable, por ejemplo, el mancozeb tiene una vida media en el suelo de 17 días, pero su descomposición en el ambiente vía fotólisis, hidrólisis o descomposición biológica, genera un producto de degradación que es la etilenotiourea (ETU), compuesto altamente tóxico que afecta el sistema digestivo, la glándula tiroidea y es cancerígeno (Shukla y Arora, 2001). Una característica importante de este metabolito es su alta solubilidad en suelo y agua (Paro *et al.*, 2012), además de que tiene un tiempo mayor de degradación que el mancozeb. Aunado a esto, al momento que se solubiliza va

acompañado de subproductos como son los metales Zinc y Manganeseo, que en dosis mayores de los requeridos por el suelo son una fuente de contaminación en las plantaciones.

En el 2010, Geissen y colaboradores, realizaron un estudio para evaluar el efecto del mancozeb 2.5 kg ha<sup>-1</sup>, semana<sup>-1</sup>, 10 años, en suelos de una zona bananera ubicada en el estado de Tabasco. Los resultados obtenidos mostraron que existe una severa acumulación de Mn, y ETU, en las zonas de aplicación y áreas circundantes, lo que representa un grave riesgo para el ambiente y la salud.

A pesar de la importancia económica y social de las plantaciones bananeras en nuestro país, la protección a la salud de los trabajadores ha sido pasada por alto, en términos de enfermedades evitables (Maroni *et al.*, 2006).

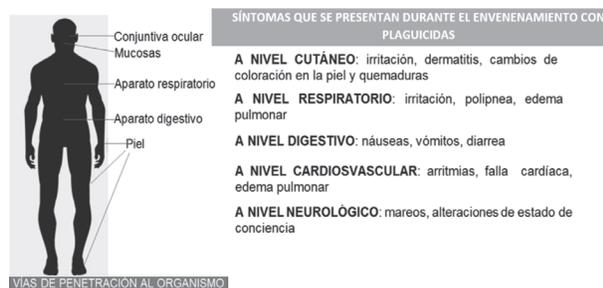
Estos compuestos químicos afectan la salud de los trabajadores, desde las personas que realizan las aplicaciones, a los que manipulan el producto para su venta, hasta las personas que viven en zonas aledañas. La solubilidad de algunos plaguicidas afectan los mantos acuíferos y otros son dispersados por el aire hasta las casas cercanas a las plantaciones (Trejo-Acevedo *et al.*, 2014).

En algunos países de América Latina y África, los racimos de plátanos y bananos son protegidos por bolsas con mallas que contienen clorpirifós, ya que este químico evita el ataque de ciertos insectos durante el crecimiento de los racimos (Aguirre-Buitrago *et al.*, 2014). Sin embargo, este plaguicida tiene un grave efecto nocivo, el cual está asociado con efectos neurológicos en niños. Las exposiciones de clorpirifós en mujeres embarazadas se han relacionado con bajo peso en recién nacidos (Perera *et al.*, 2003; Eskenazi *et al.*, 2004). Además, los niños expuestos al clorpirifós en el útero también son más propensos a tener retrasos en el desarrollo mental y motor (Rodríguez *et al.*, 2006; Rauh *et al.*, 2012). Su uso para el control de plagas en zonas urbanas ya fue prohibido hace una década en los Estados Unidos, sin embargo, en México sigue siendo empleado de forma común (USEPA, 2002; Domínguez *et al.*, 2009).

Otro fungicida empleado comúnmente en México en plantaciones bananeras es el clorotalonil, que aunque en nuestro país no se han estudiado sus efectos sobre la salud humana, en Panamá se ha comprobado su efecto sobre los trabajadores de plantaciones de plátano, quienes presentan dermatitis pigmentada de tipo crónico (Penagos, 2002). En el caso de los carbamatos, éstos tienen efectos dañinos sobre la salud humana y el ambiente. Entre los carbamatos más difundidos comercialmente se encuentra el carbofuran, el cual debido a su peligrosidad ya fue prohibido en Europa, mientras que en Estados Unidos está en análisis su prohibición, sin embargo, se sigue utilizando sin ninguna restricción en América Latina (Jamal *et al.*, 2002; Eddleston *et al.*, 2006).

Se sabe que la exposición humana a los plaguicidas durante plazos largos puede ocasionar cáncer, problemas de fertilidad, malformidades, bajo peso al nacer, inmunosupresión, daño al sistema respiratorio, alergias, hipersensibilidad, daño al sistema nervioso, desórdenes neurológicos de comportamiento y desarrollo, pérdida de la memoria a corto plazo y problemas dermatológicos (Rauh *et al.*, 2012; Woignier *et al.*, 2014) (Figura 1). Sin embargo, en México prácticamente no se han realizado estudios sobre el efecto en la salud de los plaguicidas empleados en plantaciones bananeras.

**Figura 1.** Síntomas de envenenamiento por la penetración de un plaguicida químico al ser humano (Modificado de Neme *et al.*, 2010).



## Prevención, detoxificación y biorremediación de los plaguicidas en suelos

Considerando el daño que los plaguicidas provocan, la mejor manera para evitar o disminuir sus efectos sería la prevención de su uso, para ello existen acciones que pueden ayudar y son: tener un control integrado de plagas, realizar un uso de dosis mínimas de plaguicidas, llevar a cabo la aplicación adecuada de plaguicidas, selección de plaguicidas con escaso efecto residual, alternancia de plaguicidas y la implementación de buenas prácticas agrícolas en las plantaciones bananeras, tales como la de plantar diferentes variedades de banano o plátano y cultivos rotativos para reducir la posibilidad de infestación de plagas, usar trampas con feromonas para atraer y combatir algunos insectos, cavando trincheras alrededor de las plantas de banano, eliminar plantas enfermas con la mano para reducir la propagación de plagas y enfermedades, y aumentar la materia orgánica y microorganismos benéficos para fortalecer las plantas y mejorar la salud del suelo (Badii y Abreu, 2006; Ibarra *et al.*, 2006).

Otra manera para evitar el daño de los plaguicidas es mediante la remoción de contaminantes, lo cual está limitado por la baja solubilidad de los compuestos orgánicos hidrofóbicos (HOC por sus siglas en inglés) presentes en el suelo. Una técnica para disminuir la concentración de plaguicidas en el ambiente es mediante la detoxificación de los suelos, esto puede ser por medio de la plantación de cultivos tolerantes a las plagas. También se ha propuesto la adición química de compuestos que faciliten la eliminación de plaguicidas y la irrigación con agua para acelerar el proceso de eliminación de plaguicidas, sin embargo, si el suelo es lo bastante permeable, se puede inducir la lixiviación del plaguicida, con el consiguiente riesgo de contaminación de los mantos acuíferos.

Existen también metodologías agronómicas que facilitan la inactivación y eliminación de los plaguicidas del suelo, y una propuesta que está tomando auge en los últimos años es la biorremediación del suelo mediante el uso de microorganismos (bacterias y hongos), con capacidad para degradar los plaguicidas y/o sus metabolitos (Odukkathil y Vasudevan, 2013; Fulekar, 2014).

## Biorremediación de áreas contaminadas con plaguicidas

Esta opción aprovecha la composición química de los plaguicidas, cuya estructura constituye una fuente de carbono y de electrones para diversos organismos presentes en el suelo (Chowdhury *et al.*, 2008), tales como: *Rhodococcus* sp., bacteria capaz de degradar las triazinas a nitrato. Durante un ensayo de biorremediación con dicha bacteria se generó 30% de nitrito, 3.2% óxido nitroso, 10% amonio y 27% formaldehído (Fournier *et al.*, 2002). Otros microorganismos que han sido reportados por su capacidad para biorremediar son: *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus* y *Absidia corymberifera*, aisladas de suelos contaminados con plaguicidas, dichos organismos mostraron capacidad degradadora del herbicida metribuzin (Torres-Rodríguez, 2003). En un estudio se observó que la bacteria *Pseudomonas putida* ha demostrado ser adecuada para degradar el plaguicida Mancozeb, por lo que se considera como promisorio para usos en biorremediación (Pirahauta *et al.*, 2006)

El impacto de los procesos de biorremediación en un suelo contaminado con plaguicidas depende de la comunidad microbiana que haya tolerado y desarrollado en él, ya que tienen un papel esencial en el ciclo biogeoquímico del suelo y en el ecosistema. Se puede tratar el suelo por organismos autóctonos (atenuación natural) o bien añadiendo microorganismos caracterizados por poder degradar el tipo de contaminante del suelo (bioaumentación) (Mercier *et al.*, 2013). Cabe

mencionar que para que esta técnica sea eficiente se depende de los siguientes factores: estructura del plaguicida, concentración del plaguicida, pH del suelo, salinidad del suelo, contenido de materia orgánica del suelo, contenido de humedad, temperatura, capacidad de disipación del plaguicida y componentes bióticos del suelo. Estos factores permitirán un buen desarrollo de los microorganismos que degradan los contaminantes (Torres-Rodríguez, 2003). Entre las investigaciones futuras de los microorganismos degradadores de los plaguicidas y otras herramientas de remediación que podrían ser utilizados para limpiar suelos contaminados, se debe tomar la accesibilidad del plaguicida en la microestructura del suelo, ya que éste interviene en la fijación, distribución del plaguicida en el suelo y el desarrollo de la comunidad microbiana que se desarrolla en él (Romeh y Hendaw, 2014).

Se requieren evaluaciones para considerar la persistencia del plaguicida en el suelo y así determinar la pérdida del contaminante. Para realizar la estimación cuantitativa se requieren modelos matemáticos mediante programas de cómputo que usen parámetros referentes al lugar, suelo, cultivo, tratamientos, información meteorológica, etc. En caso de no poder hacer una cuantificación de este tipo, una valoración cualitativa de contaminación potencial de los plaguicidas de aguas superficiales o subterráneas es posible usando los índices de adsorción y persistencia. Esto permitirá conocer la eficiencia de los métodos que se están empleando para descontaminar el suelo (Castillo *et al.*, 2003).

## Conclusión

El manejo de plaguicidas implica riesgos importantes y requiere, en cualquier país, políticas claras de reducción en su uso para eliminar o disminuir la exposición ambiental y de la población en general a estas sustancias. Se requieren iniciativas principalmente en los países en desarrollo como México, que cuentan con poca inversión en investigación, tienen

medidas de seguridad débiles para la protección del ambiente y la salud y sus programas de monitoreo ambiental son limitados. Nuestro país no cuenta con estadísticas exactas sobre el uso de plaguicidas (cantidad por cultivo y por región) y ni los efectos de la toxicidad y comportamiento ambiental de éstos que permitan evaluar la vulnerabilidad ambiental, así como de los riesgos sobre la salud humana asociados con el uso de dichos productos. Debido a ello, es importante tener estrategias que contrarresten el uso excesivo de plaguicidas, para evitar el desarrollo de resistencia en las cepas, descontaminar los sitios afectados y a la vez que las instancias correspondientes realicen evaluaciones, medidas de prevención para no afectar el ambiente y la salud.

## Literatura Citada

- Aguilar-Barragán, A., A. García-Torres, O. Odriozola-Casas, G. Macedo-Raygoza, T. Ogura, G. Manzo-Sánchez, A. James, I. Islas-Flores, and M. Beltrán-García. 2014. Chemical management in fungicide sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* collected from banana fields in México. *Braz. J. Microbiol.* 45(1):359-364.
- AGUIRRE-BUITRAGO, J., S. Narváez-González, M. Bernal-Vera y E. Castaño-Ramírez, 2014. Contaminación de operarios con clorpirifos, por práctica de «embolsado» de banano (*Musa sp.*) en Urabá, Antioquia. *Revista Luna Azul* 38:191-217.
- ALBERT, L. A. 2005. Panorama de los plaguicidas en México. *Revista de Toxicología*. (En línea). Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/retel/n08/01.pdf>. 7° Congreso de Actualización en Toxicología Clínica. pp.1-17.
- BADII, M. H. and J. L. Abreu. 2006. Biological control a sustainable way of pest control. *DAENA* 1(1):82-89.
- BRAVO, V., T. Rodríguez, B. van Wendel, N. Canto, G. R. Calderón, M. Turcios, L. A. Menéndez, W. Mejía, A. Tatis, F. Z. Abrego, E. de la Cruz, and C. Wesseling. 2011. Monitoring pesticide use and associated health hazards in Central America. *Int. J. Occup. Environ. Health* 17(3):258-269.
- CASTILLO, A. E., J. Rojas., R. Monteros., I. Nardelli y G. Guasch. 2003. Métodos para determinar Carbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il metilcarbamato). *Agrotecnia* 10:15-20.
- CHIN, K. M., M. Wirz, and D. Laird. 2001. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* from banana to trifloxystrobin. *Plant Dis.* 85:1264-1270.
- CHOWDHURY, A., S. Pradhan, S. Monidipta, and N. Sanyal. 2008. Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies. *Indian J. Microbiol.* 48:114-127.
- CHURCHILL, A. C. 2011. *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. *Mol. Plant Pathol.* 12:307-328.
- COMISIÓN VERACRUZANA DE COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA-SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (COVECA-SAGARPA). 2010. Monografía del Plátano. Veracruz Gobierno del Estado, México. 2,7-9,20 y 21.
- COUOH-UICAB, Y., Islas-Flores, I., Kantun-Moreno, N., Zwiars, L., Tzec-Simá, M., Peraza-Echeverría, S., Brito-Argaez, L., Peraza-Echeverría, L., Grijalva-Arango, R., James, A., Rodríguez-García, C. and B. Canto-Canché. 2012. Cloning, in silico structural characterization and expression analysis of MfAtr4, an ABC transporter from the banana pathogen *Mycosphaerella fijiensis*. *Afr. J. Biotechnol.* 11:54-79.
- DOMÍNGUEZ, M., Peñuela, G. y M. Flórez. 2009. Método analítico para la determinación de etilentiurea (ETU) subproducto del Mancozeb en un Andisol del Oriente Antioqueño. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia* 49:42-49.
- EDDLESTON, R., F. Mohamed, J. Davies, P. Eyer, F. Worek, M Rezvi and N. Buckley. 2006. Respiratory failure in acute organophosphorus pesticide self-poisoning. *QJM.* 99(8):513-522.
- ESKENAZI, B., Harley, K., Bradman, A., Weltzien, E., Jewell, N., Barr, D., and N. Holland. 2004. Association of in utero organophosphate pesticide exposure and fetal growth and length of gestation in an agricultural population. *Environ. Health Persp.* 112(10):1116-1124.
- FOURNIER, D., A. Halasz, J. Spain, P. Fiurasek, and J. Hawari. 2002. Determination of key metabolites during biodegradation of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine with *Rhodococcus* sp. strain DN22. *Appl. Environ. Microbiol.* 68(1):166-72.
- FULEKAR, M. 2014. Rhizosphere bioremediation of pesticides by microbial consortium and potential microorganism. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 3(7): 235-248.
- FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (FRAC). 2010. Fungicide use guidelines. 10th Meeting Working Group Bananas. Orlando, FLA, USA. The FRAC Code List. [Online]. Available: [www.frac.info](http://www.frac.info).
- GAVILAN, J. 2013. Principales plagas y enfermedades del banano. Sigatoka Negra. <http://www.galeon.com/bananasite/plagas.html>. Página visitada el 26 de diciembre de 2014.
- GEISSEN, V., F. Que-Ramos, P. Bastidas-Bastidas, G. Díaz-González, R. Bello-Mendoza, E. Huerta-Lwanga, and L. Ruiz-Suárez. 2010. Soil and water pollution in a banana production region in tropical México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 85:407-413.
- GUZMÁN, M. y R. A. Romero. 1997. Comparación de los fungicidas azoxistrobina, propiconazole y difenoconazole en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa AAA*). *Corbana* 22:49-59.
- GUZMÁN, M., S. Knight, H. Sierotski, G. Franceshi and I. Alon. 2004. Sensitivity to fungicides in *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. A Global Overview. Memorias de la XVI Reunión Internacional de ACORBAT, Oaxaca, México, Sept. 29-Oct. 2004 (1):251-252.
- HANADA, R., L. Gasparotto and A. Moreira. 2015. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* from plantains to fungicides propiconazol and azoxystrobin. *Rev. Cienc. Agrar.* 58(1):21-26.
- IBARRA, J., M. Del Rincón, E. Galindo, M. Patiño, L. Serrano, R. García, J. Carrillo, B. Pereyra-Alfárez, A. Alcázar-Pizaña, H. Luna-Olvera, L. Galán-Wong, L. Pardo, C. Muñoz-Garay, I. Gómez, M. Soberón y A. Bravo. 2006. Los microorganismos en el control biológico de insectos y fitopatógenos. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 48(2):113-120.
- JAMAL, G., S. Hansen, A. Pilkington, D. Buchanan, R. Gillham, M. Abdel-Azis, P. Julu, S. Al-Rawas, F. Hurley and J. Ballantyne. 2002. A clinical neurological, neurophysiological, and neuropsychological study of sheep farmers and dippers exposed to organophosphate pesticides *Occup. Environ. Med.* 59(7):434-441.

- MARÍN, D. H., R. A. Romero, M. Guzmán, and T. B. Sutton. 2003. Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant. Dis.* 87: 208-222.
- MARONI, M., A. Fanetti, and F. Metruccio. 2006. Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture. *Med. Lav.* 97(2):430-7.
- MARTÍNEZ-BOLAÑOS, L., D. Téliz-Ortiz, J. Rodríguez-Maciél, J. Mora-Aguilera, D. Nieto-Ángel, J. Cortés-Flores, D. Mejía-Sánchez, C. Nava-Díaz and G. Silva-Aguayo. 2012. Fungicides resistance on *Mycosphaerella fijiensis* populations of southeastern México. *Agrociencia* 46:707-717.
- MERCIER, A., M. Dictor, J. Harris-Hellal, B. Dominique, and M. Christophe. 2013. Distinct bacterial community structure of 3 tropical volcanic soils from banana plantations contaminated with chlordecone in Guadeloupe (French West Indies). *Chemosphere* 92:787-794.
- NEME, C., M. Ríos, N. Zaldúa, y S. Cupeiro. 2010. Aproximación a la normativa vigente sobre plaguicidas y sus impactos ambientales. Ed. *Vida Silvestre Uruguay*. pp.11:19.
- NITI, C., S. Sunita, K. Kamlesh, and K. Rakesh. 2013. Bioremediation: An emerging technology for remediation of pesticides. *Res. J. Chem. Environ.* 17(4):88-105.
- ODUKKATHIL, G. and N. Vasudevan. 2013. Toxicity and bioremediation of pesticides in agricultural soil. *Rev. Environ. Sci. Bio/technol.* 12(4):421-444.
- OROZCO-SANTOS, M., J. Fariás-Larios, G. Manzo-Sánchez, and S. Guzmán-González 2001. Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) in México. *Infomusa-10*:33-37.
- PARO, R., Tiboni, G., Buccione, R., Rossi, G., Cellini, V., Canipari, R. and S. Cecconi. 2012. The fungicide mancozeb induces toxic effects on mammalian granulosa cells. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 260(2):155-61.
- PENAGOS, H. G. 2002. Contact dermatitis caused by pesticides among banana plantation workers in Panama. *Int. J. Occup. Environ. Health* 8(1):14-8.
- PERERA, F. P., V. Rauh, W. Tsai, P. Kinney, D. Camann, and D. Barr. 2003. Effects of transplacental exposure to environmental pollutants on birth outcomes in a multiethnic population. *Environ. Health Persp.* 111:201-206.
- PÉREZ, M.A., H. Navarro y E. Miranda. 2013. Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29:45-64.
- PIRAHALTA, A., M. Mojica, M. y E. Baquero. 2006. Aislamiento, purificación y selección de bacterias como candidatos para ser utilizados en procesos de biorremediación de mancozeb (ethylenebisdithio carbamate) utilizando en cultivos de papa. *Rev. Científic.* 8(8):157-171.
- RAMÍREZ, S. G. y C. J. Rodríguez. 1996. Manual de producción de plátano para Tabasco y Norte de Chiapas. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, México. FOLLETO TÉCNICO. No. 13. 80 pp.
- RAUH, V., F. Perera, M. Horton, R. Whyatt, R. Bansal, X. Hao, J. Liu, D. Boyd, T. Slotking, and B. Peterson. 2012. Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *PNAS* 109(20):7871-7876.
- RODRÍGUEZ, T., L. Younglove, C. Lu, A. Funez, S. Weppner, D. B. Barr, and R.A. Fenske. 2006. Biological monitoring of pesticide exposures among applicators and their children in Nicaragua. *Int. J. Occup. Environ. Health* 12(4):312-20.
- ROMEY, A. and Y. Hendaw. 2014. Bioremediation of certain organophosphorus pesticides by two biofertilizers, *Paenibacillus* (*Bacillus*) *polymyxa* (Prazmowski) and *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck). *J. Agr. Sci. Tech.* 16: 265-276.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. (SIAP). 2013. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> Agricultura Producción Anual. Cierre de la producción agrícola por cultivo. (Consulta Octubre-Noviembre, 2013).
- SHUKLA, Y. and A. Arora. 2001. Transplacental carcinogenic potential of the carbamate fungicide mancozeb. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* 20(2):127-131.
- TORRES-RODRÍGUEZ, D. 2003. El papel de los microorganismos en la biodegradación de compuestos tóxicos. *Ecosistemas* 12(2):1-5.
- TREJO-ACEVEDO, A., N. Rivero y J. Ordóñez. 2014. Exposición a plaguicidas en niños de la zona platanera del soconusco, Chiapas. *Revista AIDIS* 7(2):179-188.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2002. Chlorpyrifos: Reregistration eligibility decision (RED), EPA, 738-R-01-007. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- VAN DEN BOSCH, F., R. Oliver, F. van den Berg and N. Paveley. 2014. Governing principles can guide fungicide-resistance management tactics. *Annu. Rev. Phytopathol.* 52:175-95.
- WOIGNIER, T., F. Clostre., P. Cattán, J. Levillain, Y. M. Cabidoche and M. Lesueur-Jannoyer. 2014. Diagnosis and management of field pollution in the case of an organochlorine pesticide, the Chlordecone. In: Hernandez Soriano, Maria C., dir., Environmental Risk Assessment of Soil Contamination (Edit). Rijeka, HRV:InTech. Chapter 21:615-636.
- ZHAN, J., P. Thrall and J. Burdon. 2014. Achieving sustainable plant disease management through evolutionary principles. *Trends Plant. Sci.* 19(9): 570-576. 

Este artículo es citado así:

Mena-Espino, X., y Y. Couoh-Uicab. 2015. Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 9(2): 91-98.

## Resumen curricular del autor y coautores

**XENIA MENA ESPINO.** Cursó la carrera de licenciatura Químico Farmacéutico Biólogo en la Universidad Autónoma de Campeche, la Maestría en Microbiología en Universidad Autónoma de Campeche, Doctorado en Ciencias y Biotecnología de Plantas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Realizó el postdoctorado en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)-Unidad Zacatenco. Investigador Cátedras CONACyT asignada División de Ciencias Básicas e Ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

**YENY LIZZET COUOH UICAB.** Cursó la carrera de licenciatura en Biología en el Instituto Tecnológico de Conkal, el Doctorado en Ciencias y Biotecnología de Plantas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Realizó el postdoctorado en el Instituto Tecnológico de Celaya. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel C.

# Sustentabilidad ambiental y discordancia social, el caso de la suspensión de la pesca en la costa de San Felipe, Baja California

Environmental sustainability and social discord, the case of the suspension of fishing on the coast of San Felipe, Baja California

VIRGINIA MARGARITA GONZÁLEZ-ROSALES<sup>1</sup>, VIRGINIA GUADALUPE LÓPEZ-TORRES<sup>1,2</sup>

*Recibido: Septiembre 1, 2015*

*Aceptado: Diciembre 15, 2015*

## Resumen

El presente estudio plantea una reflexión sobre la aplicación de políticas públicas con tendencia conservacionista a fin de proteger especies en peligro, específicamente el caso de la vaquita marina -*Phocoena sinus*-. La reflexión se realiza desde el enfoque de la sustentabilidad como constructo multidimensional. Al considerarse que el gobierno ha privilegiado la dimensión ecoambiental sin considerar la dimensión social. De ahí que se apliquen políticas con un enfoque reduccionista del problema, que al buscar resolverlo genera situaciones que afectan la estabilidad de la población de San Felipe, Baja California. El escrito analiza este hecho desde la perspectiva del desarrollo endógeno.

**Palabras clave:** Vaquita marina, San Felipe, sustentabilidad, conservación, territorio.

## Abstract

This study proposes a reflection on the implementation of public policies with conservationist tendency to protect endangered species, specifically the case of the vaquita -*Phocoena sinus*-. The reflection is done from the perspective of sustainability as a multidimensional construct. Considering that, the government has prioritized the eco-environmental dimension without considering the social dimension. Hence, policies with a reductionist approach to the problem are applied, but as it is sought to solve the problem, it generates situations affecting the stability of the population of San Felipe, Baja California. The paper analyzes this fact from the perspective of endogenous development.

**Keywords:** Vaquita, San Felipe, sustainability, conservation, territory.

## Introducción

La conservación de los recursos naturales y el desarrollo son temas intrínsecamente relacionados. En la actualidad, resulta imposible establecer acciones de planeación del desarrollo sin considerar la heterogeneidad social y cultural, así como los efectos de las actividades humanas sobre los recursos naturales. Siguiendo a Beck (1998:89), "...la naturaleza ya no puede ser pensada sin la sociedad y la sociedad ya no puede ser pensada sin la naturaleza".

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Zertuche y Los Lagos s/n, Unidad Universitaria Valle Dorado, Ensenada, Baja California, 21100, Tel. (646) 176-6600 ext. 161.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: [vglopeztorres@gmail.com](mailto:vglopeztorres@gmail.com).

En el mismo sentido, Mihelcic (2003) presenta una definición de sustentabilidad, bastante acertada, donde la describe como una cualidad de los sistemas humanos en interacción con la naturaleza, para asegurar el uso de los recursos y que los ciclos naturales no afecten la calidad de vida, ni la pérdida de oportunidades futuras para el desarrollo económico, social, de salud y del medio ambiente.

Sin embargo, este concepto de sustentabilidad suele confundirse con el término sostenibilidad, los cuales, más allá de las diferencias semánticas difieren entre sí, al considerar que la sustentabilidad abarca la triple acción social, ambiental y económica con el hoy y el futuro. Según De la Rosa (2012) la sostenibilidad se centra en la permanencia futura de la operación de un ente u organismo, contando con los medios para ello, de manera que es posible ser sostenible sin ser sustentable. Ordoñez y Meneses (2015:84) refieren a la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo para indicar que «la sostenibilidad es una relación entre los sistemas humano y ecológico que permite mejorar y desarrollar la calidad de vida, manteniendo, al mismo tiempo, la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas que sustentan la vida». Dentro de este constructo los autores destacan tres dimensiones: ambiental, económica y social; señalando que esta última se refiere a reconocer el derecho a un acceso equitativo a los bienes comunes para todos los seres humanos, en términos intrageneracional e intergeneracional, tanto entre géneros como entre culturas.

Precisando, sostenible viene de sostener y sustentable de sustentar, las cosas se sostienen desde afuera pero se sustentan desde adentro. Mientras la sostenibilidad se podría lograr con acciones decididas desde afuera, la sustentabilidad requiere que las acciones se decidan desde adentro; en forma autónoma. Por lo tanto, si lo que se busca es construir territorios sustentables se requiere de una sustentabilidad con perspectiva múltiple como la que se ilustra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Perspectivas de la sustentabilidad.

Perspectiva	Descripción
Sustentabilidad social	Significa justicia social, es decir, inclusión y equidad social como condiciones de posibilidad para la existencia humana.
Sustentabilidad política	Implica legitimidad, participación y empoderamiento ciudadano, que generen gobernabilidad sostenida en el tiempo.
Sustentabilidad cultural	Requiere la superación del etnocentrismo occidental, la aceptación y el fomento de la demo-diversidad mediante el reconocimiento y respeto de todas las identidades, lenguas y creencias.
Sustentabilidad económica	Demanda una mejor distribución de los beneficios y las cargas del bienestar logrado por la humanidad exigiendo más de quienes más tienen y pueden compartir, mediante la moderación de su consumo.
Sustentabilidad ecoambiental	Exige considerar los límites que la biosfera pone al operar lo humano, reconocer el valor de la biodiversidad y superar nuestro antropocentrismo.

Fuente: Elaboración propia con información de Elizalde (2003).

Este enfoque holístico impulsa una propuesta de sociedad-territorio sustentable, la cual engloba las áreas fundamentales de la experiencia humana que necesitan ser consideradas en cualquier escenario de desarrollo sostenible, sin embargo, en la práctica la sustentabilidad suele orientarse con mayor énfasis hacia la arista ecoambiental, derivado de la influencia internacional de potenciar la focalización de los problemas asociados al medio natural, especialmente aquellos cuya causa se encuentra vinculada al impacto de las actividades antropogénicas, destacándose la contaminación, el calentamiento global, la deforestación y la pérdida de biodiversidad. Dándole una mayor ponderación a la búsqueda de remediar o amortiguar dichos efectos, sobre la equidad social y el empoderamiento ciudadano.

Por otra parte, el concepto de desarrollo sustentable comenzó a popularizarse a partir del Relatorio Brundtland (WCED, 1987). En este se asume al desarrollo sustentable como «aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia

y prosperidad de las generaciones futuras». Concepto que denota dos elementos centrales; en primer lugar, la garantía para las futuras generaciones de un mundo físico-material y de seres vivos igual o mejor al que existe actualmente; explícitamente, a relaciones técnicas, ya que se considera la sociedad futura como una unidad y no podría ser de otra forma porque se hace mención a una sociedad futura y por tanto desconocida, que se relaciona con su medio ambiente. Y como segundo elemento destaca el desarrollo con equidad para las presentes generaciones. Por ende se trata directamente de relaciones sociales, relaciones entre seres humanos, lo cual obliga a pensar la sociedad humana a partir de sus diferencias sociales internas, sin embargo, no puede pensarse en una equidad si se analiza la sociedad como una unidad. Ambos elementos, la garantía futura y la equidad se han mantenido en la mayoría de las definiciones sobre sustentabilidad, sin embargo, en las mediciones la preocupación por las futuras generaciones es el atributo más destacado, dejando de lado la equidad (Foladori, 1999).

Además, al considerar la forma en cómo se relaciona la sociedad humana con su entorno, las mediciones sobre sustentabilidad consideran a la sociedad como un ente homogéneo, una unidad frente a la naturaleza externa. Quedando con ello ocultas las contradicciones sociales, que son, muchas veces, las verdaderas causas de los problemas ambientales (Foladori, 1999).

Por otra parte, San Felipe es un poblado de Baja California cuyas costas son bañadas por el mar de Cortés, donde habita la vaquita marina (*Phocoena sinus*), especie endémica del Alto Golfo de California, con una distribución restringida, siendo la especie con mayor amenaza de todos los cetáceos en el mundo. El gobierno federal mexicano, considerando el reporte de la 5ª Reunión del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA-5), donde se determina que a pesar de todos los esfuerzos llevados a cabo hasta la fecha, la población de vaquita está notablemente

disminuida, recomienda regulaciones de emergencia estableciendo una zona de exclusión de redes agalleras; sin embargo; el gobierno decide establecer una suspensión temporal de dos años de la pesca en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), como medida que contribuya a la conservación de la especie (Diario Oficial de la Federación, 2015).

En este sentido, la filosofía de la sustentabilidad en la práctica se muestra contradictoria, el gobierno escucha a la comunidad científica pero no a la comunidad nativa y residente del poblado.

Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo es reflexionar sobre la pertinencia de analizar los problemas de la sustentabilidad desde una perspectiva más amplia, que permita considerarla desde un enfoque pluridimensional que incluya la heterogeneidad de los territorios en su análisis. Para lograrlo, el ensayo se desarrolla en tres grandes apartados, incluido el presente destinado a describir el constructo sustentabilidad, en el segundo apartado se analiza la suspensión de la pesca en San Felipe, Baja California y en las conclusiones se emiten inferencias derivadas del análisis.

## Desarrollo

Todas las formas de medición de la sustentabilidad, de acuerdo con Foladori (1999), presentan la debilidad de considerar a la sociedad humana como un bloque, un conjunto homogéneo de individuos que se mide en relación con el ambiente externo, sin ubicarse en un contexto histórico, sin relaciones sociales y sin considerar al territorio. Como es sabido, un territorio es mucho más amplio que el espacio, mientras que el concepto espacio se refiere únicamente a una realidad física, el soporte donde tiene lugar la actividad económica, el concepto de territorio se refiere a diversos aspectos. Siendo el físico sólo el marco que contiene o define geográficamente a una o varias comunidades que desarrollan sus actividades y que se definen por un cúmulo de relaciones sociales (Massey, 1994).

Además, debe considerarse que, para analizar el desarrollo sustentable, este no puede englobarse como un paradigma propio de las ciencias naturales ni de las ciencias sociales, sino que abarcaría cierta interface entre ambas. Por ejemplo, la sustentabilidad no puede medirse a nivel bio-ecológico como se hace en la ecología de poblaciones aplicada a especies pesqueras o forestales y que genera un cuerpo teórico para predecir la renovabilidad de los recursos vivos, pues es imposible hacer esas predicciones para los procesos económicos y sociales que determinan el aprovechamiento de esos recursos (García, 1995).

Por lo anterior, se puede decir que el aspecto ambiental ha sido un parteaguas para el desarrollo y evolución de los conceptos sustentabilidad y desarrollo sustentable, y que el interés en este tema se ha incrementado a raíz de los múltiples problemas de la naturaleza, lo que ha conllevado a que los gobiernos nacionales y las instituciones internacionales generen un conjunto de estrategias con el objetivo de minimizar los anteriores problemas mediante la creación de medidas de control como son las reservas naturales, las cuales tienen, entre otros propósitos, el promover la conservación efectiva de la biodiversidad (CONANP, 2012).

Específicamente, en el caso de México, de acuerdo con información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), existen en el país 176 áreas naturales protegidas (ANP) que cubren poco más de 23 millones de hectáreas y representan alrededor del 12.9% de la superficie territorial a nivel nacional. A partir del año 2010 el crecimiento de las ANP se ha desarrollado de manera considerable, pues en los últimos cuatro años se han creado 39 nuevas ANP en el país. Esto debido al compromiso que el gobierno de México adquirió en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre la Biodiversidad. Por lo que, al parecer, las ANP continuarán creciendo, dado que según la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA, 2014) para 2018 se deben incrementar en un 10% las ANP marinas.

De forma particular, en Baja California se documenta la existencia de tres zonas geográficas consideradas como reserva de la biosfera, igual número de parques nacionales y dos áreas de protección de flora y fauna. Destaca el caso de la reserva del Golfo de California, la cual fue definida como tal para proteger a dos especies endémicas marinas: la vaquita marina (*Phocena sinus*) y la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), ambas se han reducido considerablemente, presuntamente por la pesca irracional.

Cabe destacar que, además de la presencia de estas dos especies endémicas, el Golfo de California es una región caracterizada por su gran biodiversidad y abundancia en recursos pesqueros. De acuerdo con la OECD (2006) citada por Erisman *et al.* (2010) es una de las zonas pesqueras más importantes de la región del Pacífico Este Tropical, y la pesquería más productiva de México, lo cual evidentemente significa que es fuente de ingresos de miles de personas que de manera directa o indirecta se dedican al desarrollo de la actividad pesquera.

En la región se localiza el puerto de San Felipe, dedicado a la pesca desde su fundación, se encuentra dentro de la subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tiene por objeto el desarrollo de actividades productivas bajo esquemas de sustentabilidad y la regulación y control estrictos del uso de los recursos naturales. En dicha subzona se permite exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que los beneficios generados repercutan en los pobladores locales, además, se permite la investigación científica, el turismo y la educación ambiental. Sin embargo, como ya se mencionó, en 2015 se estableció una veda temporal por dos años de la principal actividad económica de la región, la pesca, con la finalidad de proteger a la vaquita marina (*Phocena sinus*), especie en peligro de extinción que viene protegiéndose desde hace 20 años sin resultados favorables. En consecuencia, la sociedad se encuentra en conflicto con las medidas gubernamentales y

en franca oposición a las restricciones, pues con ellas los habitantes quedan sin una actividad económica que les permita la simple subsistencia.

Esto concuerda con lo dicho por Salas *et al* (2010), Cinti *et al*, (2010), y Ezcurra *et al*. (2009) quienes aseguran que la recuperación de ecosistemas como el del Golfo de California, así como el desarrollo de pesquerías sustentables en México, se encuentran impedidas por los problemas de coordinación intergubernamental, conflictos entre sectores, capacidad institucional limitada, la falta de aplicación y acatamiento de políticas, las cuales se basan en una sola especie, un pobre manejo del contexto social así como una escala muy amplia de manejo, ya que todas las políticas se basan en una sola especie, la vaquita marina, no existe una evaluación ni dimensionalización de las implicaciones socioeconómicas, lo que evidentemente lleva a la inconformidad y eventualmente a la falta de acatamiento de la normatividad.

Es innegable que las diversas estrategias de protección, como son las ANP, buscan la armonía entre los elementos medioambientales y las actividades económicas. Sin embargo, existen discrepancias entre los objetivos de conservación de un área geográfica y sus especies y los pobladores locales, dado que hasta ahora las políticas públicas establecidas para proteger, por ejemplo, a la vaquita marina, han impactado en el desarrollo de varias pesquerías, afectando la actividad pesquera en San Felipe y por ende mermando el ingreso de los pescadores. Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2001), menciona que los conflictos de interés son una característica inevitable de todas las sociedades, cuando la gente utiliza los recursos naturales, ya que su uso es diferente en cada territorio y estas discrepancias se ven acrecentadas cuando se decide cambiar la forma de manejarlos.

Para Reyes-García *et al*. (2012) se trata de un enfoque de etnoecología, ya que puede señalarse que los diferentes grupos humanos

que habitan San Felipe tienen la misma percepción de la naturaleza, considerando que los conocimientos, creencias y prácticas son comunes y prevalecen desde la fundación del poblado.

Von Bertrab (2010) argumenta que bajo el escenario de la conservación, las acciones impositivas no resuelven el deterioro ambiental y sí lo pueden agravar, por un lado se debilita el tejido social necesario para desatar un proceso de desarrollo comunitario sustentable, y por otro, la conservación se transforma en una actividad o interés ilegítimo para la población local, lo que endurece las posturas y dificulta la búsqueda conjunta de soluciones. Agrega además, que los conflictos suelen asociarse con la inestabilidad, los disturbios, la violencia, el estancamiento en las relaciones y la falta de cooperación. Esto concuerda con Vásquez (2010), quien señala que la ineficacia de las acciones de conservación que no prestan atención al contexto social y económico puede apreciarse en diversas áreas protegidas de México, en las cuales se pretenden proteger los recursos por decreto, sin consultar e involucrar de manera efectiva a las poblaciones locales. Así, no sólo no se ha logrado mantener la diversidad biológica, sino que se ha imposibilitado el manejo adecuado de los recursos naturales, lo que ha fomentado a su vez el descontento social y el aumento de conflictos en torno al uso y acceso a los recursos. Este escenario define lo que ha sucedido en la comunidad de San Felipe, con los pescadores, quienes en un par de ocasiones han cerrado la carretera que comunica a la ciudad de Mexicali con el puerto, y se ha llegado al extremo de cerrar la garita internacional Mexicali-Caléxico.

A través de dichas acciones es que los pescadores buscan mantener y reafirmar su estado de derecho, en particular sus derechos culturales, así como recuperar el control sobre su territorio como un espacio ecológico, productivo y cultural que les permita reapropiarse del patrimonio de los recursos naturales y significados culturales, los cuales

están siendo descalificados por el gobierno mexicano. Sería trascendental, en términos de una política situada, considerar a los habitantes del poblado, su tejido social y sus tensiones. De acuerdo con Madoery (2012), la política debe ser pensada desde la realidad regional, para evitar reducir el desafío del desarrollo a una sola dimensión de lo real, generando de ese modo, valiosos aportes para la interpretación y la transformación de la realidad regional. Para ello es necesario incluir el conocimiento local, ya que, de acuerdo con (Johannes *et al.*, 2000; Berkes *et al.*, 2001; Cudney-Bueno y Basurto, 2009; y Moreno-Baez, 2010), se ha demostrado en repetidas ocasiones que cuando los pescadores se involucran en el proceso de investigación y toma de decisiones, es más probable que el manejo de un área sea más efectivo como resultado de un incremento en la confianza entre quienes aportan el conocimiento local y quienes preguntan para considerar dicho conocimiento en las decisiones del manejo de un territorio.

Esto, debido a que el territorio es el espacio social donde la sustentabilidad tiene sus fundamentos sobre los aspectos ecológico-ambientales, pero también en identidades culturales donde las personas son actores principales, que deben ser capaces de ejercer su poder para controlar tanto la degradación ambiental como para movilizar a la población a desarrollar proyectos ambientales por ellos mismos, a fin de generar los medios para satisfacer necesidades, aspiraciones y deseos de su comunidad. Boff (2012), comenta que no se debe olvidar que la democracia ya no puede ser exclusivamente antropocéntrica y sociocéntrica, como si el ser humano y la sociedad lo fueran todo, sino que se tiene que incorporar en los nuevos ciudadanos, que les nazca el interés por la naturaleza, sus bienes, servicios, las aguas, los ríos y océanos, la fauna y la flora, los paisajes y el medioambiente como un todo. Debe ser una democracia socio-cósmica, o una biocracia, o una cosmocracia, pero, ¿cómo lograr esa cosmocracia o biocracia, si la sociedad es auto-percibida como

infravalorada? ¿Cómo lograr ese interés en la flora y fauna, si es la propia fauna la que les está quitando su sustento, pese a los muchos años dedicados a acatar los lineamientos y a proteger a las especies?

El mismo Boff (2012) menciona que «si asumimos que el ser humano es la misma Tierra, consciente e inteligente, ello implica admitir que ella participa de la misma dignidad y de los mismos derechos. Por lo tanto, la Tierra es sujeto de dignidad y de derechos». Entonces, si la Tierra tiene los mismos derechos del hombre, porqué se elige conservar a un grupo de delfines sobre el derecho al trabajo de los pescadores, de cuyo ingreso depende la vida de miles de seres humanos afectando también el derecho a un nivel de vida adecuado, que les asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios.

Al respecto, resulta pertinente señalar algunas características distintivas de la especie en cuestión para comprender el porqué de la postura de rechazo al proteccionismo desmedido para con este organismo. La vaquita marina, si bien es cierto, es de gran importancia por su endemismo y escasez, sin embargo, presenta ciertas características atípicas que han favorecido su reducción en abundancia. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2011), la especie tiene baja variabilidad genética, es decir, se reproducen entre parientes cercanos que comparten el mismo juego genético, por lo que se cree que esto provoca algunas malformaciones de nacimiento, tales como calcificaciones ováricas. Además, se le considera una de las especies de mamíferos marinos con la distribución histórica y actual más restringida en el mundo (INE, 2012), esto significa que para sobrevivir, las condiciones de su entorno son únicas, de ahí surge el cuestionamiento de si el organismo es apto para subsistir en las condiciones actuales, las cuales, según Galindo-Bect *et al.* (2013) difieren mucho de las que existían cuando la especie

era abundante, ya que debido a modificaciones en la línea de costa, el cambio climático y de la dinámica del océano, condiciones como la temperatura y salinidad de su hábitat han tenido variaciones, por lo tanto, es importante cuestionarse si la pesca es verdaderamente un factor de riesgo para este organismo o si simplemente se está buscando mostrar al mundo que se toman medidas para proteger a un animal que de manera natural está condenado a extinguirse. Aunado a lo anterior, para la cuantificación de su población y determinación de su distribución se utilizan técnicas acústicas como medidas indirectas, ya que su avistamiento es prácticamente imposible. Actualmente se presume que existe un aproximado de 97 ejemplares, de los cuales, se estima que menos de 25 son hembras sexualmente maduras, y se utiliza el término presuntamente ya que existen varias declaraciones sobre la inexistencia e incluso mitificación del mamífero.

Pese a estos argumentos, la autoridad tiene una postura rígida, argumentando que no dará un paso atrás en la modificación de la normatividad debido a que estos son compromisos adquiridos ante organismos internacionales; a pesar de ello, reconoce la ausencia de trabajos socioeconómicos que permitan determinar los posibles impactos de la normatividad en quienes dependen de la actividad y sus comunidades. Mientras, el frente de los pescadores amenaza con tomar más acciones de cierre de carreteras, garitas e incluso dar origen a la constitución de un grupo de autodefensa, escenario que afectaría a otros sectores y actividades económicas. Pero esta es la respuesta radical ante los hechos que se perciben como una imposición centralista, una política de escritorio elaborada por ajenos al territorio y a la pesca, un gobierno cerrado que no consulta ni escucha a la población.

Esta postura que busca complacer a la comunidad internacional, se debe, posiblemente, a lo que Leff (2002) expresa: la biodiversidad aparece ya no sólo como una multiplicidad de formas de vida, sino como

zonas de reservas que hoy están siendo valoradas por su riqueza genética, las políticas recientes en torno a la biodiversidad no responden tan sólo a una preocupación por la pérdida de especies biológicas y por su importante papel en el equilibrio ecológico del planeta, sino por la simple existencia de diversidad; basta con saber que a la zona donde se ubica San Felipe se le conoce comúnmente como el acuario del mundo, y como tal es un sistema cerrado donde se busca mantener a un grupo de organismos para la mera contemplación de sus poseedores.

Gudynas y Acosta (2011), mencionan que ya desde los años sesenta existieron distintas visiones críticas inconformes con las posturas de un progreso lineal, con reclamos en el terreno social y ambiental, este caso es presumible que la restricción hacia la actividad pesquera afecta a todo el territorio, producto de una llamada de atención a las autoridades o presiones sociales por parte de la comunidad internacional hacia el gobierno, quien ni siquiera verifica la existencia de la especie que intenta proteger, dado que no existe evidencia real de la presencia de este organismo, es decir, se está protegiendo a una quimera.

De acuerdo con Abramovay (2006), la perspectiva territorial implica el abandono de la visión sectorial que considera las actividades económicas incluidas en determinados sectores económicos, cuantificables en relación con la productividad. La categoría territorial pone en relevancia la organización social en torno al ecosistema, la socialización de los conocimientos, la interdependencia de los actores sociales, entre otros aspectos. La clave se sitúa en la comprensión de la interacción social, por lo cual, la perspectiva de los actores resulta el eje transversal de articulación territorial; además, en el territorio se evidencia la manera en que la sociedad utiliza los recursos de los que dispone para la producción de bienes y la reproducción social. Se puede afirmar que los territorios «son el resultado de la manera como las sociedades se organizan para usar los sistemas naturales en los que se apoya su

reproducción, lo cual abre un interesante campo de cooperación entre las ciencias sociales y naturales para el conocimiento de esta relación» (Abramovay, 2006: 53). Sin embargo, en este caso, la realidad difiere mucho de la visión de Abramovay, pues el abordaje del problema está siendo analizado desde la óptica de las ciencias naturales y, peor aún, desde una óptica conservacionista o ambientalista cegada por los ánimos de protección que ni siquiera analiza con claridad la situación biológica-ecológica del organismo, dejando de lado al enfoque social, y sobre todo la organización social alrededor de un ecosistema que es la directriz de ese territorio.

Complementariamente, Alimonda (2002) señala que para abordar la sustentabilidad de un territorio es necesario partir de las fortalezas que presenta la perspectiva de análisis multivariable del territorio, donde la «sustentabilidad» es un elemento del territorio caracterizado por su dinamismo y permanente interacción. Así pues, no se trata de una cuestión del ambiente, del desarrollo, o de la sociedad en general. Por el contrario, tiene el propósito de involucrar a la gente y sus múltiples acciones: es un proceso que involucra las estrategias de participación a escala local, incluyendo las formas de vida y la cultura. Por ello, sustentabilidad no debería ser «el estado ideal» que anhela lograr la sociedad.

Cáceres (2005:115) destaca:

«la necesidad de entender a la sustentabilidad como un concepto histórico, dinámico y situado desde el punto de vista ecológico y socioeconómico, e inmerso en un proceso de permanente reconceptualización y cambio, (...) la sustentabilidad debería ser entendida como un blanco móvil, es decir, como un espacio dinámico en permanente proceso de construcción, deconstrucción y reconstrucción. En todo caso, más que una situación ideal debería ser entendida como muchas situaciones ideales que responden a una gran diversidad de realidades particulares y a su vez redefinidas permanentemente como consecuencia del cambio de las condiciones contextuales propias del devenir histórico».

Entonces, no sería pertinente que para el abordaje de esta situación se consideraran medidas acordes a la realidad de la sociedad de San Felipe, que las medidas de protección fueran específicas para garantizar el cuidado y conservación de la especie, pero sin dejar de lado las necesidades y el saber-ser de los san felipenses.

Adicionalmente deben considerarse los argumentos de Vázquez (2010), quien afirma que la conservación y el manejo de los recursos naturales, como componentes indispensables del desarrollo en el ámbito rural, no pueden ni deben centrarse únicamente en la permanencia, en el largo plazo, de las especies silvestres, sino que debe incluir la mejora de las condiciones de vida de la población local. Esto es especialmente pertinente donde los «objetos de conservación» son el sustento no sólo alimenticio de millones de personas, sino parte relevante de su cosmovisión, los cuales proveen los insumos indispensables para la satisfacción de las necesidades básicas y culturales. Por lo tanto, no se deben guiar las políticas públicas por el individualismo metodológico que caracterizaba al pensamiento liberal porque estaríamos excluyendo la comprensión de la naturaleza de las identidades colectivas del poblado (Mouffe, 2007), recordando siempre que el territorio es el locus de las demandas y los reclamos de la gente para reconstruir sus mundos de vida. El nivel local es donde se forjan las identidades culturales, donde se expresan como una valorización social de los recursos económicos y como estrategias para la reapropiación de la naturaleza.

Es así como Soja (1996), confirma que la democracia debe ser más participativa, mostrando sus mejores atributos en los ámbitos locales; la recuperación de tierras y litorales para habitantes desplazados; la preservación de áreas de radicación histórica para pueblos originarios; la sustentabilidad enraizada en bases ecológicas e identidades culturales; el conocimiento y la innovación ligados al saber hacer de los lugares; la plena vigencia de derechos humanos y naturales; el buen vivir, y el buen gobierno son elementales.

Filtrada la información sobre la veda, los pescadores, a través de la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera Ribereña del Puerto de San Felipe, S. de R.L. de C.V., empezaron a ejercer presión para ser escuchados; mediante una serie de reuniones lograron un apoyo que inicialmente solo estaba destinado a permisionarios. Situación que refleja el desconocimiento del ejercicio de la actividad, dado que se reconoce que la mayoría de los permisionarios no son quienes realizan la pesca, debiendo considerarse que por panga suelen ir tres pescadores. Demostrada la cadena de valor, se logró apoyo para permisionarios, pescadores y agentes involucrados en la cadena productiva.

Sin embargo, el programa de compensación presenta irregularidades desde su origen, las cuales ha reconocido el gobierno federal a través del delegado de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) en Baja California. Entre otros, se destaca que se inscribió como pescador a personas ajenas a la actividad; aunque el mayor problema es en sí todo este escenario visto como un proceso.

Lo recomendable es emprender políticas de mediano a largo plazo, ciertamente se deben cuidar las especies, pero ello emanado de un diagnóstico integral, por ejemplo, analizar las capacidades regionales y de su población, empezando por inventariarlas. Para ello, a partir de un estudio de vocaciones, impulsar las acciones correspondientes que permitan dotar de ventajas comparativas y competitivas a la región.

Si bien la región está excesivamente estudiada, solo se ha hecho desde disciplinas específicas, encabezadas por la biología, pero estudios desde otros escenarios disciplinarios son escasos o nulos.

Por ejemplo, siguiendo a De Laire (2002), en el caso específico de la pesca y sus actores, el autor asegura que los enfoques que buscan garantizar la sustentabilidad del sector pesquero suelen centrarse en una sola dimensión del problema: productiva, económica o territorial, sin atender al carácter sistémico del equilibrio que

se requiere para mantener vivo a este sector. Por lo que el autor asegura que la sobrevivencia de la pesca artesanal requiere conciliar diversos equilibrios. Si uno de ellos falla, la actividad en su conjunto pierde sustentabilidad inmediatamente. El mismo autor propone cinco dimensiones de la sustentabilidad: la productiva, la territorial, además de las tres tradicionales, la económica, la ecológica y la social. A la sustentabilidad productiva, el autor la define como el generar las condiciones para una explotación racional del recurso, que permita gestionarlo económicamente sin que ello derive en su extinción, alcanzar dicha gestión implica un cambio cultural profundo como fue el paso, para el ser humano, de la condición de cazador a la condición de agricultor, por lo que se requiere de un proceso de acompañamiento del aprendizaje.

Por otro lado, en el aspecto de sustentabilidad territorial, el autor asegura que hay que impulsar un plan de inversión en viviendas y servicios básicos para el sector, no la erradicación; que la pesca artesanal debe ser vista como una actividad complementaria y no en contradicción con la actividad turística. En este sentido, me permito apuntar que la pesca artesanal no sólo es compatible con la actividad turística, sino que también es posible complementarla con la de conservación, ya que existen variantes del turismo que fomentan el desarrollo de estas actividades. Por ejemplo el turismo verde, el cual permite a largo plazo una mejora significativa de la situación económica sin destruir el paisaje, la cultura local, la arquitectura o la agricultura. Cuando se trata de conservación y mejora del medio ambiente, el ecoturismo es garantía de un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Dabrowski, 1994).

En Europa, se ha unido la pesca a la economía del turismo, aplicando el nuevo concepto de economía de la experiencia, enfoque que ha originado casos de éxito como la isla italiana de Cerdeña, reconocida por su programa pescaturismo y los vaqueros del mar, la apuesta de Tuna-tour en España (Farnet Magazine, 2013).

Por consiguiente, esta actividad sería una opción que compatibilice a la pesca con el turismo y conservación, amén de permitir que en las temporadas de baja productividad o vedas los pescadores tengan una actividad económica alternativa, lográndose así no solo el mantenimiento de su actividad económica sino una mejora en su calidad de vida y un incremento en sus ingresos. En consecuencia, una visión de sustentabilidad desde un enfoque holístico sería de mayor pertinencia para analizar de manera integral problemas complejos como el caso descrito, entonces, el abordaje de un problema tan pluridimensional no puede ser enfocado desde una perspectiva unidimensional.

## Conclusiones

La situación de sustentabilidad-sostenibilidad que se presenta actualmente en San Felipe, permite reflexionar sobre la pertinencia de seguir considerando a la sustentabilidad desde una visión tridimensional, o si es necesario ampliar dicha perspectiva, ya que de acuerdo con Romero, Ramos, Solís, Vásquez y Vélchez (2010) las dimensiones de la sustentabilidad funcionan como pilares que soportan los aspectos económicos, sociales y ambientales de las actividades humanas, y por lo tanto deben de ser consideradas tanto por autoridades como por las personas, organismos y empresas. Sin embargo, existen diferentes enfoques que quedan excluidos de esa trinidad y que deben ser considerados en aras de alcanzar esa sustentabilidad multivariable que mencionaba Alimonda (2002).

En concordancia, Gutiérrez y Martínez (2009) señalan que la sustentabilidad está alcanzando enfoques que no fueron imaginados en 1987, cuando se hablaba de tomar en cuenta los límites ambientales. La sustentabilidad es un cuerpo geométrico que puede ser descrito por diversas dimensiones, las de mayor tradición han sido la social, la económica y la ambiental. Pero hoy en día, diferentes autores dependiendo de su disciplina y sector, hablan de otras dimensiones, por ejemplo: la

académica, espiritual, arquitectónica, política, paisajística, entre otras, mismas que cobran importancia en función del contexto que se tiene, y el rumbo que se le quiere dar a la sustentabilidad.

Un rumbo más propicio para planear estrategias de desarrollo en el sector pesquero sería entonces la adopción de programas de desarrollo comunitario desde la perspectiva de la endogeneidad, programas que potencialicen las capacidades locales y que no se centren en el apoyo económico per se, ya que de esta manera el sentido de comunidad se desgasta y se refuerza el paternalismo. Para ello, la planificación debe considerar la construcción participativa de estrategias que respondan a las necesidades locales, desde las múltiples perspectivas de las propias comunidades. En conclusión, para reducir la discordancia entre la sustentabilidad ambiental y la social es necesario generar una reestructuración de los enfoques tradicionales de la sustentabilidad, para lograr incluir una sustentabilidad productiva y territorial que se encuentre enmarcada en una visión que respete la heterogeneidad que caracteriza a los diversos territorios.

En el caso de San Felipe, el gobierno debería analizar la situación que actualmente prevalece en el poblado, valorar los impactos socio-económicos a casi un año de la suspensión. Los autores no estamos en contra de la protección de especies, sino de la forma en cómo se gestan las políticas públicas, desde el centralismo, sin reflejar la heterogeneidad del territorio de San Felipe. Siguiendo a Figueroa (2012), la suspensión de la pesca es una política que dejó fuera a sectores importantes de la población, por ello es percibida y comprendida como un acuerdo de las clases dominantes, es una decisión pública, por el poder público de la autoridad, pero que no necesariamente es de beneficio público. De ahí la necesidad de avanzar en México a una idea de lo público asentado en identidades locales. Donde lo público emerja de un acuerdo democrático entre los agentes que participan en lo público, que entienden lo público, que viven lo público.

## Literatura Citada

- ABRAMOVAY, R. 2006. Para una teoría de los estudios territoriales. *Desarrollo rural: organizaciones, instituciones y territorios*, 51-70.
- ALIMONDA, H. 2002. *Ecología Política*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 53-83.
- BECK, U. 1998. La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad. Paidós Ibérica. Barcelona. 304 pp.
- BOFF, L. 2012. La madre Tierra sujeto de dignidad y derechos. *América Latina en Movimiento*, 479. Obtenido de <http://alainet.org/publica/479.phtml>.
- CÁCERES, D. 2005. Tecnologías, sustentabilidad y trayectorias productivas. En R. Benecia, & C. Flood, *Trayectorias y contextos. Organizaciones rurales en la Argentina de los Noventa*. Buenos Aires: La Colmena. 105-136.
- CONABIO. 2011. Fichas de especies prioritarias. *Vaquita (Phocoena sinus)* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- CONANP. 2012. Seminario Desarrollo y Capital natural, retos y éxitos de las áreas protegidas en México ¿Qué falta por hacer? La política más exitosa. Obtenido de [http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/pdf/seminario/retos\\_exitos\\_areas\\_protegidas.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/pdf/seminario/retos_exitos_areas_protegidas.pdf).
- DABROWSKI, P. 1994. Turismo para la conservación, conservación para el turismo. 45. Food and Agriculture Organization. Obtenido de [http://www.fao.org/docrep/v2900s/v2900s03.htm#areas\\_protegidas\\_para\\_el\\_siglo\\_xxi:\\_trabajando\\_para\\_proporcionar\\_beneficios\\_a\\_la](http://www.fao.org/docrep/v2900s/v2900s03.htm#areas_protegidas_para_el_siglo_xxi:_trabajando_para_proporcionar_beneficios_a_la).
- DE LA ROSA LEAL, M. E. 2012. *Visión integral de la sustentabilidad y la responsabilidad social*. Hermosillo, Sonora, México: Universidad de Sonora. 448 pp.
- DE LAIRE, F. 2002. ¿Está Chile o no por la sustentabilidad de la pesca artesanal? Algunas reflexiones teóricas a partir del análisis de la situación de la Primera Región. *Perspectivas en Política, Economía y Gestión*, 6(1):141-158. Obtenido de <http://www.dii.uchile.cl/~revista/ArticulosVol6-N1/07-De%20Laire.pdf>.
- ELIZALDE, A. 2003. *Desarrollo Humano y ética para la Sustentabilidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Chile: Universidad Bolivariana. Obtenido de [www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/elizalde01.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/elizalde01.pdf).
- ERISMAN, B., Mascarenas, I., Paredes, G., de Mitcheson, Y. S., Aburto-Oropeza, O., & Hastings, P. 2010. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*, 106(3):279-288.
- FAO. 2001. Conflictos y manejo de recursos naturales. Obtenido de <http://www.fao.org/forestry/21575-0968b8bbf0673156ec237ead64c082b3.pdf>.
- FAO. 2014. Chairperson's report of the technical consultations on international guidelines for securing sustainable small scale fisheries. Committee on Fisheries. 30p. Obtenido de <http://www.fao.org/cofi/42012-0b57ccfe210b01ee77ff0583999330713.pdf>.
- FARNET MAGAZINE 2013. Uniendo la pesca con la economía del turismo. Otoño-invierno, #9, 4-31. Obtenido de [https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/cms/farnet/files/documents/FARNET\\_Magazine\\_09\\_ES\\_0.pdf](https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/cms/farnet/files/documents/FARNET_Magazine_09_ES_0.pdf).
- FIGUEROA BURDILES, N. 2012. El desarrollo y las políticas públicas. *Polis Revista Latinoamericana*, 33:1-12.
- FOLADORI, G. 1999. Sustentabilidad y contradicciones sociales. *Ambiente y sociedad*, 5(2):19-36. Obtenido de <https://polis.revues.org/8580#quotation>.
- GALINDO-BECT, M. Santa Ríos A, Hernández Ayón J, Huerta Díaz M, Delgado-Hinojosa F. 2013 The use of urban wastewater for the Colorado River delta restoration. *Procedia Environmental Sciences* 18:829-835.
- GARCÍA, E. 1995. Notas sobre desarrollo sustentable y propósito consciente. *Ecología Política*, 10:45-58.
- GUDYNAS, E., & Acosta, A. (s.f.). Rebelión. Obtenido de Journal of Sustainability Education: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=146873>.
- GUTIÉRREZ BARBA, B. E., y M.E. Martínez Rodríguez. 2009. Dimensiones de sustentabilidad en instituciones de educación superior. Propuesta para un centro de investigación. *Educación superior*, 38(152):113-124.
- INE. 2012. Todo lo que quería saber de la vaquita y no había a quien preguntarle. Obtenido de: Todo lo que quería saber de la vaquita y no había a quien preguntarle. Recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/con-eco-vaquita/417-vaquita-intro#1>.
- LEFF, E. 2002. La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. En A. E. Ceseña, & Sader, La guerra infinita. Hegemonía y error mundial. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. 280 pp.
- MADOERY, O. 2012. El desarrollo como categoría política. *Crítica y Emancipación*, 7:59-83.
- MASSEY, D. B. 1994. *Space, place and gender*. Minnesota: University of Minnesota Press. 227 pp.
- MIHELICIC, J. R., Crittenden, J. C., Small, M. J., Shonnard, D. R., Hokanson, D., Zhang, Q., & Schnoor, J. L. 2003. Sustainability science and engineering: the emergence of a new metadiscipline. *Environmental Science & Technology*, 37(23):314-324.
- MORENO-BÁEZ, M., Orr, B. J., Cudney-Bueno, R., & Shaw, W. W. 2010. Using fishers' local knowledge to aid management at regional scales: spatial distribution of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 86(2):339-353.
- MOUFFE, C. 2007. *En torno a lo político* (1a ed.). Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 139 pp.
- ORDÓÑEZ DÍAZ M, Menses Silva L, 2015. Criterios e Indicadores de sostenibilidad en el sector vial, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2):81-98. doi:10.18359/rcin.1433.
- PROFEPA (2014, 20 de diciembre). BP/643- 14. Disponible en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6692/1/mx.wap/incrementar\\_a\\_10\\_por\\_ciento\\_areas\\_naturales\\_protegidas\\_marinas\\_compromiso\\_gubernamental\\_para\\_2018:\\_haro\\_belchez.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6692/1/mx.wap/incrementar_a_10_por_ciento_areas_naturales_protegidas_marinas_compromiso_gubernamental_para_2018:_haro_belchez.html).
- REYES-GARCÍA, V; Calvet-Mir, L; Domínguez, P; Orta -Martínez, M; Ruiz-Mallén, I. 2012. Investigación aplicada en etnoecología: experiencias de campo. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 7:9-32. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62322227002>.
- ROMERO URRUTIA, L., Ramos Rodríguez, L., Solís Castro, L., Vásquez Humancaja, E., & Vilchez Fraga, A. 2010. Desarrollo. Obtenido de <http://www.slideshares.net/manykun/desarrollo-acepciones-y-terminologia>.
- SALA, E., Aburto-Oropeza, O., Reza, M., Paredes, G., & López-Lemus, L. G. 2004. Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. *Fisheries*, 29(3):19-25.
- SOJA, E. W. 1996. *Thirdspace: Journeys to Los Angeles and other Real-andimagined Places*. Cambridge. 329 pp.
- VÁZQUEZ KARNSDET, A. P. 2010. El reto de la conservación y el desarrollo comunitario. *La ciencia y el hombre*, 23(1). Obtenido de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num1/articulos/reto/index.html>.
- VON BERTRAB, T. 2010. Conflicto social alrededor de la conservación en la reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas: un análisis de intereses, posturas y consecuencias. *Nueva Antropología*, 23(72):55-80. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-06362010000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362010000100004&lng=es&nrm=iso).
- WCED World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*. New York: Oxford University Press. 300 pp. Obtenido de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

---

Este artículo es citado así:

González-Rosales, V.M., V.G. López-Torres. 2015. Sustentabilidad ambiental y discordancia social, el caso de la suspensión de la pesca en la costa de San Felipe, Baja California. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 9(2): 99-110.

## Resumen curricular del autor y coautores

**VIRGINIA MARGARITA GONZÁLEZ ROSALES.** Terminó su licenciatura en 2004, obteniendo el título de Licenciado en Oceanología por la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) Realizó su posgrado en administración, obteniendo el grado de Maestra en Administración en el año 2010 por la UABC. Desde 2011 labora en la Facultad de Ciencias Administrativas de la misma universidad, como maestra de asignatura. Actualmente se encuentra realizando sus estudios doctorales en la misma facultad.

**VIRGINIA GUADALUPE LÓPEZ TORRES.** Terminó su licenciatura en 1993, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas por el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Realizó su posgrado en Tijuana, Baja California donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Administración Industrial en 2001 por el Instituto Tecnológico de Tijuana y el grado de Doctora en Ciencias Administrativas en 2009 por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Desde 1994 labora en la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la UABC y posee la categoría de Profesor de carrera titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2010 (Nivel 1 2010-2012; 2013-2016). Su área de especialización es la competitividad, sustentabilidad y desarrollo regional. Ha dirigido 21 tesis de maestría y 4 de doctorado. Es autora de 33 artículos científicos, más de 100 ponencias en congresos, y 56 capítulos de libros científicos; además ha impartido 7 conferencias por invitación y ha dirigido 1 proyecto de investigación financiado por fuentes externas. Es evaluadora de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos, sectoriales y de innovación) y es árbitro de seis revistas científicas de circulación internacional.

# Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua

## Production and seed quality of forage grasses in response to fertilization in Aldama, Chihuahua

EDITH SÁENZ-FLORES<sup>1</sup>, RUBÉN ALFONSO SAUCEDO-TERÁN<sup>2</sup>, CARLOS RAÚL MORALES-NIETO<sup>1,3</sup>, PEDRO JURADO-GUERRA<sup>2</sup>, CARLOS RENÉ LARA-MACÍAS<sup>2</sup>, ALICIA MELGOZA-CASTILLO<sup>3</sup>, JUAN ÁNGEL ORTEGA-GUTIERREZ<sup>3</sup>

Recibido: Septiembre 15, 2015

Aceptado: Noviembre 10, 2015

### Resumen

Una de las principales limitantes para la resiembra de pastizales en zonas áridas y semiáridas es la baja disponibilidad de semilla de zacates forrajeros. Además, existe poca información sobre la producción de semilla de zacates en México. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización sobre la producción y calidad de semilla de cinco zacates forrajeros. La investigación se realizó en el Sitio Experimental La Campana del INIFAP, ubicado en el km 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga. Las especies evaluadas fueron: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), banderita (*Bouteloua curtipendula*), gigante (*Leptochloa dubia*), buffel (*Pennisetum ciliare*) y garrapata (*Eragrostis superba*). Los tratamientos incluyeron la fertilización química con 120-60-00, 60-30-00, 60-30-00 + micorriza, fertilizante de liberación lenta, fertilizante orgánico y el testigo. Las unidades experimentales fueron parcelas de campo de 12 m<sup>2</sup> distribuidas bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se estimó la producción de semilla, germinación de semilla y producción de forraje. En general, la mayor ( $P \leq 0.05$ ) producción de semilla en las cinco especies se obtuvo con los tratamientos 120-60-00 y 60-30-00 + micorriza, con valores desde 289 kg ha<sup>-1</sup> en zacate navajita con la dosis 120-60-00 hasta 1,619 kg ha<sup>-1</sup> en zacate garrapata con el tratamiento 60-30-00 + micorriza. El fertilizante de liberación lenta y la dosis 60-30-00 mostraron los porcentajes más altos ( $P \leq 0.05$ ) de germinación de semilla, con 14.5% en zacate navajita hasta 96.5% en gigante, ambos con fertilizante de liberación lenta. Algunos fertilizantes incrementaron el rendimiento y germinación de semilla y la producción de forraje.

**Palabras clave:** rendimiento de semilla, porcentaje de germinación, fertilizantes químicos, fertilizantes de liberación lenta, fertilizantes orgánicos

### Abstract

One of the main limiting factors for grassland seeding programs in arid and semiarid regions is the low seed availability of forage grasses. Furthermore, there exists little information on seed production of grasses species in Mexico. The objective was to evaluate the effect of fertilization on seed production and germination of five forage grass species. Research was conducted at INIFAP-La Campana Experimental station, located in Aldama, Chihuahua, km 33.3 Chihuahua-Ojinaga highway. Species studied were: blue grama (*Bouteloua gracilis*), sideoats grama (*Bouteloua curtipendula*), green sprangletop (*Leptochloa dubia*), buffel grass (*Pennisetum ciliare*), and wilman lovegrass (*Eragrostis superba*). Treatments were chemical fertilization at 120-60-00, 60-30-00, 60-30-00 + mycorrhiza, slow release fertilizer, organic fertilizer, and control. Experimental units were field plots of 12 m<sup>2</sup> which were distributed according to a randomized block design with three replications. Seed production and germination, and forage production were estimated. In general, highest ( $P \leq 0.05$ ) seed production for all grass species was shown by 120-60-00 and 60-30-00 + mycorrhiza, where values ranged from 289 kg ha<sup>-1</sup> in blue grama under 120-60-00 to 1,619 kg ha<sup>-1</sup> in wilman lovegrass under 60-30-00 + mycorrhiza. Slow release fertilizer and 60-30-00 fertilizer rate showed higher seed germination percentages ( $P \leq 0.05$ ) at 14.5% in blue grama, and 96.5% in green sprangletop both under slow release fertilizer. Some fertilizers increased seed yield and germination, and forage production.

**Keywords:** seed yield, seed germination, chemical fertilizers, slow release fertilizers, organic fertilizer.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Km. 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 132-0298.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio experimental La Campana. Km. 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. C. P. 32910. Aldama Chihuahua México. Tel. (614) 184-8582.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: cnieto@uach.mx.

## Introducción

**D**iversas actividades antropogénicas como la agricultura, la ganadería y la construcción de caminos y carreteras, han causado la degradación de vastas áreas de pastizales (SAGARPA, 2008; SEMARNAT, 2008). Se estima que cerca del 85% de la superficie ubicada en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, se encuentra en una condición que va de regular a pobre.

De esta superficie, 37.5 millones de hectáreas requieren de algún tipo de revegetación (PACP-Ch, 2011). En el estado de Chihuahua, cerca de 1.6 millones de hectáreas de pastizal presentan un deterioro que va de moderado a extremo (Royo *et al.*, 2005). Por lo anterior, es importante establecer planes de manejo para recuperar estas áreas e incrementar la cobertura de pastos y mejorar la condición de los agostaderos (Vallentine, 1989). La resiembra de pastizales representa una opción para recuperar a corto plazo este ecosistema. Esta práctica se recomienda en áreas donde la cobertura de pastos nativos sea menor del 15%, o bien en superficies que fueron abiertas al cultivo y abandonadas. No obstante, la resiembra es considerada como la última opción para la rehabilitación del pastizal, ya que es costosa e implica un alto riesgo de fracaso para su establecimiento (Velásquez, 2014). La disponibilidad, la calidad y el costo de la semilla, son los principales limitantes para realizar una resiembra. En México existe un atraso tecnológico en materia de recursos genéticos forrajeros, ya que cerca del 90% de las semillas forrajeras son importadas a un costo elevado (Ramos y Espinoza, 1999). En nuestro país sólo se producen pequeñas cantidades de semilla, recolectándola en pequeños lotes de producción o en las orillas de las carreteras. La falta de producción de semilla ha sido la principal causa de los costos elevados y de la baja demanda. Sin embargo, existe el potencial y la tecnología para la producción de semilla, siendo una buena opción el establecer lotes de producción con especies evaluadas y mejoradas. Además, el producir semilla de especies forrajeras previamente evaluadas y seleccionadas, garantiza la obtención de semilla de calidad y un mejor establecimiento, persistencia y adaptación a las condiciones de la región (Morales y Melgoza, 2010).

El uso de fertilizantes incrementa la producción y calidad de semilla, sin embargo, es importante aplicar una fertilización adecuada para hacer un uso eficiente de los nutrientes. Por lo anterior, es importante evaluar los requerimientos de fertilización y la fuente de suministro adecuada para cada especie (FAO, 2000). Existen diferentes fuentes de fertilización y la dosis óptima varía de acuerdo al tipo de fertilizante. En la fertilización tradicional (mineral) la dosis óptima para lotes productores de semilla de pastos es 120-60-00 (Franco *et al.*, 2005). El uso de fertilizantes de liberación lenta representa una buena opción de fertilización, ya que el aporte de nutrientes es continuo y su eficiencia de aprovechamiento mayor, debido a que la liberación de nutrientes ocurre entre las semanas 6 y 12, lo cual corresponde al tiempo de mayor demanda de nutrientes en la planta (Lightbourn *et al.*, 2010). La fertilización orgánica representa otra opción, ya que suministra nutrientes y sustancias húmicas al suelo y tiene un efecto directo en su fertilidad. Además, incide en la absorción de nutrientes y en el crecimiento de la planta, se reduce el uso de fertilizantes químicos y la emisión de gases de efecto invernadero (Rojas y Moreno, 2008). El uso de micorrizas en la producción de gramíneas favorece el incremento de la biomasa. Sin embargo, existe poca información sobre el efecto de los fertilizantes en la producción y calidad de la semilla de pastos (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos y tipos de fertilización sobre el rendimiento de semilla y el porcentaje de germinación de cinco especies forrajeras bajo condiciones de riego.

## Materiales y métodos

### Área de Estudio

El experimento se realizó en el área agronómica del Sitio Experimental La Campana del INIFAP, ubicado en el km 33.3 de la carretera Chihuahua-Ojinaga. La temperatura media anual es de 19.4 °C. La precipitación media anual es de 336.3 mm, donde el 76% de esta precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre (Medina *et al.*, 2006). El suelo presenta un pH de 7.0 y su contenido de materia orgánica es de 0.356%.

### Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron diferentes dosis y tipos de fertilizantes, donde el tratamiento 1 fue considerado como testigo (sin fertilizante). En el tratamiento 2 se utilizó una fuente granulada convencional con 120-60-00 (N-P-K), dividida en dos aplicaciones iguales de urea (N) y monofosfato de amonio (P). Para el tratamiento 3 se utilizó una fuente granulada convencional con 60-30-00, dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. El tratamiento 4 consistió en la inoculación de la semilla con micorriza y la aplicación de una fuente granulada convencional de fertilizante con base en la dosis 60-30-00, la cual fue dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. La micorriza aplicada fue del tipo endomicorriza cuya especie es *Glomus intraradices*. La inoculación consistió en la mezcla del inóculo con la semilla previamente humedecida bajo condiciones de sombra. En el tratamiento 5 se utilizó un fertilizante de liberación lenta con la fórmula 24-06-12 (Novatek, M.R. y Blaukorn, M.R.) en una sola aplicación al momento de la siembra. Con esta dosis se aplica la misma cantidad de nutrientes correspondiente al tratamiento 2, pero se utiliza una menor cantidad porque este tipo de fertilizante tiene una eficiencia del 90%, en tanto que los fertilizantes tradicionales su eficiencia es alrededor del 20%. Para el tratamiento 6 se utilizó una fuente orgánica con la fórmula 24-06-00, con dos aplicaciones de

un fertilizante nitrogenado (Bioteksa-N, M.R.) y otro fosforado (Bioteksa-P, M.R.). El ajuste de la cantidad de fertilizante aplicado se realizó con base en la recomendación del fabricante. En todos los casos en los que la fertilización se dividió en dos aplicaciones, la primera aplicación se llevó a cabo al momento de la siembra. La segunda aplicación se efectuó a los 45 días posteriores a la fecha de siembra. La unidad experimental de los tratamientos de fertilización fueron parcelas de 4 x 3 metros (12 m<sup>2</sup>), divididas en cuatro surcos espaciados a 80 cm.

### Material Genético

Las especies seleccionadas por el alto potencial que presentan para su uso en la resiembra de pastizales fueron: zacate navajita variedad alma [*Bouteloua gracilis* (Willd.) ex Kunth] Lag. ex Steud.], banderita variedad niner [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], gigante variedad van horn [*Leptochloa dubia* (Kunth) Nees.], buffel variedad común (*Pennisetum ciliare* L.) y garrapata [*Eragrostis superba* (Peyr.)]. La semilla utilizada fue de tipo comercial certificada, producida en E.U.A.

### Manejo Agronómico

La preparación de la cama de siembra consistió en barbecho, rastreo y nivelación del terreno. La siembra se efectuó de forma manual, depositando la semilla en la parte media entre la cresta y el fondo del surco. Las densidades de siembra fueron de 1.7, 5, 3, 5 y 2 kg ha<sup>-1</sup> de semilla pura viable de las especies navajita, banderita, gigante, buffel y garrapata, respectivamente. La fecha de siembra fue el 16 de mayo de 2013. Los riegos se efectuaron mediante aspersion cada tercer día durante el primer mes y cada cinco días en los meses posteriores, hasta completar el ciclo de crecimiento, el cual concluyó en el mes de octubre con un total de 410 mm de lámina de riego. Además, se aplicaron herbicidas y control manual de las malezas de hoja ancha. El herbicida aplicado fue la mezcla de 2,4-D con aminopyralid diluida al 1%, y se aplicó en tres ocasiones con intervalos de una semana, iniciando a los 15 días posteriores a la siembra.

### *Variables de respuesta*

Las variables evaluadas fueron: producción de semilla, germinación de semilla y producción de forraje. Para determinar producción de semilla se cosecharon las inflorescencias de un metro lineal en los dos surcos centrales de cada parcela. Las muestras se depositaron en bolsas de papel y fueron secadas al sol, después se extrajo la semilla de cada inflorescencia de forma manual. Para determinar el porcentaje de germinación, se llevaron a cabo ensayos de germinación en cámaras de crecimiento. Estos ensayos se realizaron en septiembre del 2014, una vez que la semilla en teoría superó su etapa de latencia. Para cada tratamiento de fertilización se utilizaron cuatro cajas Petri provistas de papel filtro y algodón con 50 semillas para cada una de las cinco especies. Los conteos de la semilla germinada se realizaron a diario después de la siembra hasta los 28 días. Para evaluar producción de forraje se obtuvieron tres muestras de forraje en 0.5 metros lineales por parcela en los dos surcos centrales para evitar el efecto de orilla. El forraje se secó y se pesó, con dichos valores se estimó la producción de forraje.

### *Análisis de datos*

Los datos obtenidos de cada especie se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Los datos de germinación fueron sometidos a una transformación angular de *arco-seno* ( $\text{seno}^{-1}$ ), por no cumplir con el supuesto de normalidad. Los análisis estadísticos se efectuaron usando el procedimiento MIXED del SAS 9.1.3 (2006), en el cual los tratamientos de fertilizantes constituyeron el efecto fijo y los bloques el efecto aleatorio.

## Resultados y discusión

### *Producción de semilla*

La producción de semilla de las diferentes especies forrajeras se muestra en el Cuadro 1. En zacate navajita se encontró que las mayores producciones de semilla se obtuvieron en los tratamientos 2, 3 y 4, los cuales resultaron

estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ) entre sí, pero diferentes al resto de los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Dichos tratamientos tuvieron un rango de producción de 243 a 289  $\text{kg ha}^{-1}$  sobresaliendo el tratamiento 120-60-00. Para esta especie las mayores producciones corresponden a fertilizantes químicos, mientras que el fertilizante orgánico y el de liberación lenta mostraron un comportamiento similar al testigo. Beltrán *et al* (2010) estimaron la producción de forraje y semilla en zacate navajita «Cecilia», bajo condiciones de riego en el Campo Experimental San Luis, INIFAP, donde obtuvieron una producción de semilla de 390  $\text{kg ha}^{-1}$ . Esa producción es superior a la obtenida en este estudio, lo cual tal vez se deba a que los datos obtenidos en el presente estudio corresponden al primer año de producción.

En zacate banderita la mayor producción de semilla se obtuvo en los tratamientos 2 y 5, los cuales resultaron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ) entre sí. Como era de esperarse, los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos con las dosis más altas de nutrientes. La media de producción de esos tratamientos es similar a la obtenida por Beltrán *et al.* (2013), quienes obtuvieron 743  $\text{kg ha}^{-1}$ . Corleto *et al.* (2009) estimaron la producción de forraje y semilla del zacate banderita, bajo condiciones de fertilización y temporal en el sur de Italia, obteniendo una producción de semilla de 280  $\text{kg ha}^{-1}$  al tercer año, siendo inferior a la obtenida en este estudio.

En zacate gigante la mayor producción de semilla se obtuvo con la combinación de fertilizante químico con micorriza, mientras que el fertilizante orgánico mostró baja producción con un comportamiento similar al testigo. Estadísticamente, las mayores producciones de semilla en esta especie se obtuvieron con los tratamientos 2, 3, 4 y 5, los cuales resultaron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). No se encontraron estudios sobre producción de semilla de esta especie.

De manera similar al zacate gigante, en el zacate buffel las mayores producciones de

semilla correspondieron a los tratamientos 2, 3, 4 y 5, las cuales fueron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ) entre sí. Sin embargo, en esta especie el tratamiento con mayor producción de semilla corresponde al tratamiento 2. Además, el fertilizante orgánico mostró una baja respuesta en la producción de semilla. Valores similares fueron observados por Vásquez (2000), quien concluye que al aplicar de 80 a 120 kg N ha<sup>-1</sup>, se incrementa la producción de semilla en un 50% respecto al testigo en zacate buffel, bajo condiciones de riego en Zaragoza, Coahuila.

En zacate garrapata, la producción reportada corresponde a dos cortes efectuados en el primer año de establecimiento. La mayor producción de semilla se obtuvo con los tratamientos 2, 4 y 5, los cuales fueron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ) entre ellos. En esta especie, el tratamiento de fertilización química combinado con micorriza obtuvo la mayor producción de semilla, con un incremento del 38% respecto al testigo. Nuevamente el fertilizante orgánico presentó una producción de semilla baja. Estas producciones son superiores a las obtenidas por Beltrán *et al.* (2009), quienes evaluaron la producción de semilla en zacate garrapata bajo riego y fertilización (120-60-00), obteniendo una producción de semilla (con cubiertas) de 1,468 kg ha<sup>-1</sup> durante el primer año.

**Cuadro 1.** Producción de semilla (kg ha<sup>-1</sup>) de cinco especies de zacates, bajo diferentes fuentes de fertilización en Aldama, Chihuahua.

Tratamiento	Navajita*	Banderita*	Gigante*	Buffel*	Garrapata*
	(kg ha <sup>-1</sup> )				
1. Testigo	181 <sup>b</sup>	451 <sup>b</sup>	416 <sup>c</sup>	223 <sup>b</sup>	1174 <sup>c</sup>
2. 120-60-00	289 <sup>a</sup>	707 <sup>a</sup>	568 <sup>ab</sup>	324 <sup>a</sup>	1606 <sup>a</sup>
3. 60-30-00	243 <sup>a</sup>	506 <sup>b</sup>	578 <sup>ab</sup>	272 <sup>ab</sup>	1128 <sup>c</sup>
4. 60-30-00+micorriza	264 <sup>a</sup>	483 <sup>b</sup>	670 <sup>a</sup>	245 <sup>ab</sup>	1619 <sup>a</sup>
5. Compo 24-6-12	207 <sup>b</sup>	549 <sup>ab</sup>	565 <sup>ab</sup>	295 <sup>ab</sup>	1425 <sup>ab</sup>
6. Bioteksa 24-06-00	231 <sup>b</sup>	475 <sup>b</sup>	435 <sup>c</sup>	215 <sup>b</sup>	1254 <sup>bc</sup>
EE	26	85	65	48	104

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P<0.05$ ) entre tratamientos. \*Cariópside más fascículos. EE = Error estándar.

### Germinación de semilla

Los resultados de porcentajes de germinación de semilla de las diferentes especies se muestran en el Cuadro 2. En zacate navajita, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Independientemente de los tratamientos, los porcentajes de germinación fueron muy bajos, con un máximo de 14.5% en el tratamiento 5. Beltrán *et al.* (2010) reportaron porcentajes de germinación de hasta el 82.6% en lotes de semilla de zacate navajita. Aunque las condiciones de fertilización fueron similares en ambos estudios, las diferencias en los porcentajes de germinación podrían atribuirse a que la semilla evaluada en el presente estudio corresponde a semilla del primer año, ya que las plantas podrían no haber alcanzado su madurez fisiológica.

En zacate banderita el tratamiento 3 mostró el porcentaje más alto de germinación (81.5%), seguido por el fertilizante orgánico (76.5%) y el tratamiento 60-30-00+micorriza (75.5%). El porcentaje de germinación más alto obtenido en este trabajo es un poco más bajo al obtenido por Beltrán *et al.* (2013), quien reportó un porcentaje de germinación de 88.8%. Al comparar los anteriores porcentajes de germinación con los resultados del trabajo realizado por Corleto *et al.* (2009) bajo condiciones de temporal, en el que obtuvieron porcentajes de germinación del 19.5%, se da por manifiesto la importancia de una adecuada distribución de la disponibilidad de agua que se logra a través del riego.

En zacate gigante, todos los tratamientos de fertilización superaron al tratamiento testigo pero no mostraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre sí. La germinación de dichos tratamientos fluctuó entre 86.5 y 96%, la cual puede ser calificada como muy alta. Desafortunadamente no se encontraron resultados de otros trabajos de investigación que permitan efectuar comparaciones con los resultados obtenidos en este estudio.

En zacate buffel los tratamientos con los que se obtuvieron los mayores porcentajes de

germinación fueron 2, 3 y 6, los cuales resultaron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ), con una germinación máxima de 17% (tratamiento 3). Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Vásquez (2000) quien obtuvo porcentajes de germinación con un rango de 27 a 32%, sin encontrar diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos de fertilización. En otro estudio se evaluó la germinación de la semilla de tres variedades de zacate buffel recolectada en el agostadero, y se obtuvo una germinación promedio de 15.9% (Gómez y González, 2002).

En zacate garrapata, los porcentajes de germinación de todos los tratamientos de fertilización superaron al tratamiento testigo, aunque no presentaron diferencias estadísticas entre sí ( $P>0.05$ ). Estos porcentajes son similares a los reportados por Beltrán *et al.* (2009), quienes obtuvieron un 76.6% de germinación en zacate garrapata durante el primer año de establecimiento del lote.

**Cuadro 2.** Germinación de semilla (%) de cinco especies de zacates, bajo diferentes fuentes de fertilización en Aldama, Chihuahua.

Tratamiento	Navajita	Banderita	Gigante	Buffel	Garrapata
	% de germinación				
1. Testigo	9.0 <sup>a</sup>	70.5 <sup>bc</sup>	76.5 <sup>b</sup>	8.0 <sup>c</sup>	67.0 <sup>b</sup>
2. 120-60-00	9.0 <sup>a</sup>	63.5 <sup>c</sup>	86.5 <sup>ab</sup>	14.5 <sup>ab</sup>	85.3 <sup>a</sup>
3. 60-30-00	10.5 <sup>a</sup>	81.5 <sup>a</sup>	93.0 <sup>ab</sup>	17.0 <sup>a</sup>	82.0 <sup>a</sup>
4. 60-30-00+micoriza	8.0 <sup>a</sup>	75.5 <sup>ab</sup>	95.5 <sup>a</sup>	11.5 <sup>b</sup>	76.0 <sup>ab</sup>
5. Compo 24-6-12	14.5 <sup>a</sup>	69.5 <sup>bc</sup>	96.5 <sup>a</sup>	6.5 <sup>c</sup>	77.0 <sup>ab</sup>
6. Bioteksa 24-06-00	13.0 <sup>a</sup>	76.5 <sup>ab</sup>	96.0 <sup>a</sup>	12.5 <sup>ab</sup>	83.5 <sup>a</sup>
EE	2.0	3.4	3.5	2.3	3.8

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P<0.05$ ) entre tratamientos. EE = Error estándar.

### Producción de forraje

Los resultados de producción de forraje para las distintas especies se muestran en el Cuadro 3. En zacate navajita, las producciones de forraje más altas se obtuvieron con los tratamientos 2, 3 y 4, que resultaron estadísticamente iguales entre sí ( $P>0.05$ ). Las producciones de dichos tratamientos fluctuaron de 2,693 a 3,192 kg MS ha<sup>-1</sup> y resultaron

inferiores a las obtenidas por Beltrán *et al.* (2010), quienes reportaron producciones de forraje desde 5,270 hasta 6,210 kg MS ha<sup>-1</sup> en lotes que tenían varios años de establecidos.

En zacate banderita, las mayores producciones de forraje tuvieron un rango de 2,286 a 3,192 kg MS ha<sup>-1</sup> y correspondieron a los tratamientos 2, 3 y 5, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí ( $P>0.05$ ). Esas producciones de forraje fueron similares a las reportadas por Corleto *et al.* (2009) quienes obtuvieron producciones de 2,600 kg MS ha<sup>-1</sup> durante el primer año, aunque se sitúan muy por debajo de los resultados obtenidos por Beltrán *et al.* (2013), quienes reportaron producciones de forraje desde 6,120 hasta 9,850 kg MS ha<sup>-1</sup>.

La mayor producción de forraje en el zacate gigante correspondió a los tratamientos 3, 4 y 5, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí ( $P>0.05$ ). Desafortunadamente no se encontraron reportes sobre producción de forraje de zacate gigante, de tal modo que no es posible establecer comparaciones ni calificar las producciones obtenidas en este trabajo. Lo más relevante de estos resultados es la alta producción de forraje obtenida en el tratamiento 3, cuya media fue de 7,975 kg MS ha<sup>-1</sup>. En esos términos, la producción de forraje representa un importante ingreso adicional para el potencial productor de semilla de zacate gigante.

En zacate buffel los tratamientos con mayor producción de forraje fueron 2, 4 y 5, los cuales resultaron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ). Vásquez (2000) encontró que con aplicaciones de 80 a 120 Kg N ha<sup>-1</sup> se incrementan los rendimientos de forraje en zacate buffel en un 44%, respecto al testigo. En este estudio, la mayor producción de forraje obtenida en el tratamiento 2 (120-60-00), significó un incremento de 46% con respecto al testigo, lo cual coincide con lo reportado por Vásquez (2000). Márquez *et al.* (2007) evaluaron el efecto de diferentes tipos de fertilización en tres genotipos de *Pennisetum purpureum*, concluyendo que la fertilización con nitrógeno influyó positivamente en la producción de forraje,

lo cual concuerda con este estudio, donde los tratamientos con mayor cantidad de nitrógeno fueron los de mayor producción de forraje. Por otro lado, al igual que en el caso del zacate gigante, las altas producciones de forraje del zacate buffel (de hasta 14,556 kg MS ha<sup>-1</sup>) representan un ingreso adicional con respecto a la actividad de producción de semilla.

En zacate garrapata, las mayores producciones de forraje se obtuvieron en los tratamientos 2 y 4, los cuales fueron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). Beltrán *et al.* (2009) reportaron producciones de forraje en zacate garrapata de 9,400 kg MS ha<sup>-1</sup>, las cuales son similares a algunas producciones obtenidas en este estudio, que representan ingresos adicionales con respecto a la semilla producida.

**Cuadro 3.** Producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) de cinco especies de zacates, bajo diferentes fuentes de fertilización en Aldama, Chihuahua.

Tratamiento	Navajita	Banderita	Gigante	Buffel	Garrapata
	(kg MS ha <sup>-1</sup> )				
1. Testigo	2052 <sup>c</sup>	2111 <sup>b</sup>	5872 <sup>b</sup>	9917 <sup>b</sup>	7289 <sup>b</sup>
2. 120-60-00	3192 <sup>a</sup>	2813 <sup>a</sup>	5422 <sup>b</sup>	14556 <sup>a</sup>	9192 <sup>a</sup>
3. 60-30-00	2693 <sup>ab</sup>	2286 <sup>ab</sup>	7975 <sup>a</sup>	10125 <sup>b</sup>	7130 <sup>b</sup>
4. 60-30-00+micorriza	2938 <sup>a</sup>	1911 <sup>b</sup>	6753 <sup>ab</sup>	11597 <sup>ab</sup>	8411 <sup>ab</sup>
5. Compo 24-6-12	2214 <sup>b</sup>	2425 <sup>ab</sup>	7020 <sup>ab</sup>	12306 <sup>ab</sup>	7545 <sup>b</sup>
6. Bioteksa 24-06-00	2014 <sup>c</sup>	2013 <sup>b</sup>	5363 <sup>b</sup>	9344 <sup>b</sup>	7347 <sup>b</sup>
EE	287	311	653	1243	846

abc Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. EE = Error estándar.

## Conclusiones y recomendaciones

La aplicación de fertilizantes permite incrementar la producción de semilla, su porcentaje de germinación y la producción de forraje de pastos nativos e introducidos bajo condiciones de riego.

En cada una de las especies se obtuvieron resultados diferentes en las tres variables de evaluación, de tal modo que la selección del mejor tratamiento depende de conjuntar las respuestas productivas con los costos de cada una de las opciones de fertilización evaluadas en este estudio.

Se plantea la necesidad de dar continuidad a este trabajo, ya que la información generada corresponde al primer año de producción. De igual manera, es importante que además de los indicadores de productividad, también se lleve a cabo un análisis económico que permita conocer la relación costo/beneficio de los diferentes tratamientos de fertilización así como la rentabilidad de la producción de semilla como actividad productiva.

## Agradecimientos

Al Sitio Experimental La Campana del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por su apoyo en la realización de la presente investigación. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo al becario de posgrado.

## Literatura citada

- ALARCÓN, A., y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17(3):179-191.
- BELTRÁN, S. L., C. A. García, J. A. Hernández, C. Loreto, C. Loreto, J. Urrutia, L. A. González, y H. G. Gámez. 2013. «Banderilla Diana» *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Rev Mex Cien Pecu.* 4(2):217-221.
- BELTRÁN, S. L., C. A. García, J. A. Hernández, C. Loreto, J. Urrutia, L. A. González, y H. G. Gámez. 2010. «Navajita Cecilia» *Bouteloua gracilis* H.B.K (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Rev Mex Cien Pecu.* 1(2):127-130.
- BELTRÁN, S. L., C. O. Loredo, C. A. García, J. A. Hernández, J. Urrutia, H. G. Gámez, L. A. González, y T. Núñez. 2009. Llorón imperial y garrapata hércules nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí. INIFAP-SAGARPA: Folleto Técnico 36. 39 p.
- CORLETO, A., E. Cazzato, P. Ventriceelli, S. L. Cosentino, F. Gresta, G. Testa, M. Maiorana, F. Fornaro, and D. De-Grigorio. 2009. Performance of perennial tropical grasses in different mediterranean environments in southern Italy. *Trop grasslands* 43(1):129-138.
- FAO. 2000. Estrategias en materia de fertilizantes. Disponible en <http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertstrs.pdf>. Consultado junio 15, 2015.
- FRANCO, L., H. Calero, y C. V. Duran. 2005. Evaluación de la tecnología por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento de Valle de Cuaca. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/5052/1/9789584411754.pdf> Consultado en febrero 2, 2015.
- GÓMEZ, M. S., y J. R. González. 2002. Latencia de la semilla en nuevas variedades de zacate buffel *Cenchrus ciliaris*. Departamento fitomejoramiento. Disponible en [http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances\\_2002/Zaridas/GomezBuffel.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Zaridas/GomezBuffel.pdf). Consultado en marzo 20, 2015.

- LIGHTBOURN, L. A., V. Garza, G. González, y A. González. 2010. Bioteksa y el nuevo paradigma de la nutrición vegetal. Disponible en <http://www.institutolightbourn.edu.mx/laposibilidaddeloimposible.pdf>. Consultado en julio 15, 2014.
- MÁRQUEZ, F., J. Sánchez, D. Urbano, y C. Dávila. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). *Zootecnia Tropical*. 25(4):253-259.
- MEDINA, G., G. Díaz, M. Berzoza, M. Silva, A. Chávez y A. Báez. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). 1a ed. SAGARPA-INIFAP-Centro de investigación regional norte centro. Dirección de coordinación y vinculación del estado de Chihuahua. Chihuahua, México.
- MORALES, N. C. y A. Melgoza. 2010. Características productivas de zacates forrajeros importantes en el norte de México. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico 28. 51 p.
- PACP-CH, 2011. Plan de acción para la conservación y uso sustentable de los pastizales del desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016. Disponible en [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/PACP\\_chihuahua.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/PACP_chihuahua.pdf). Consultado en febrero 17, 2014.
- RAMOS, J. L., y J. M. Espinoza. 1999. Proyecto nacional de producción de semillas forrajeras. S. E. Pabellón. INIFAP-IRNOC. Desplegable Informativo. 7.
- ROJAS, J. y N. Moreno. 2008. Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Rev. Col. de Biotec.* 10(2):50-62.
- ROYO, M., A. Melgoza, J. S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez, y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. En: Conferencia Magistral, II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales (UAZ, INIFAP). 20-21 de septiembre de 2005. Zacatecas, México.
- SAGARPA. 2008. Producción de carne en México. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/estudio/carne.pdf>. Consultado en noviembre 15, 2014.
- SAS, Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- SEMARNAT. 2008. Programa hacia la igualdad de género y la sustentabilidad ambiental 2007-2012. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/participacionsocial/igualdaddegenero/Documents/Proigesam%20dummie.pdf>. Consultado en enero 16, 2015.
- VALLENTINE, J. F. 1989. Range developments and improvements. Academic Press Inc. San Diego, Cal. USA. 524 p.
- VAZQUEZ, M. C. 2000. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro». Facultad de División de Ciencia Animal. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- VELÁSQUEZ, M., I. Sánchez, R. Gutiérrez, J. A. Muñoz, y H. Macías. 2014. Impacto hidrológico del cambio de uso del suelo de un pastizal nativo a praderas de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). *Revista Chapingo* 13(2):47-58. 

Este artículo es citado así:

Sáenz-Flores, E., R. A. Saucedo-Terán, C. R. Morales-Nieto, P. Jurado-Guerra, C. R. Lara-Macías, A. Melgoza-Castillo y J. A. Ortega-Gutierrez. 2015. Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(2): 111-119.

## Resumen curricular del autor y coautores

**EDITH SÁENZ FLORES.** Terminó su licenciatura en el año 2010, donde se le otorgó el título de Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción por la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Recursos Naturales en 2015 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su área de especialización es Manejo de Pastizales. Ha dirigido 1 tesis de licenciatura, 1 de maestría. Es autora de 2 artículos in extenso y 1 ponencia en congreso.

**RUBÉN ALFONSO SAUCEDO TERÁN.** Terminó su licenciatura en 1980, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Zootecnista por la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en la misma Facultad, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Producción Animal en 1991 y el grado de Doctor en Ciencias Ambientales en 2002 por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV). Desde agosto de 1981 labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) donde posee la categoría de Investigador titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1992 (candidato 1992-1995; Nivel 1 2004-2014). Su área de especialización es el uso y manejo sustentable de los recursos naturales. Ha dirigido 6 tesis de licenciatura y 2 de maestría. Es autor de 28 artículos científicos, 2 libros y 5 capítulos de libros científicos.

## Resumen curricular del autor y coautores

**CARLOS RAÚL MORALES NIETO.** Terminó su licenciatura en 1982, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Zootecnista por la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en Saltillo, Coah., donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Tecnología de Semillas en 1992 por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el grado de Doctor en Filosofía en el área de Genética en 2006 por el Colegio de Postgraduados. De 1982 a 2012 laboró en el INIFAP con la categoría de Investigador titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I desde 2008 a la fecha. Su área de especialización es el Manejo y Mejoramiento de Pastizales y Genética de Pastizales. Ha dirigido 8 tesis de licenciatura, 9 de maestría y 3 de doctorado. Es autor de 17 artículos científicos, más de 140 ponencias en congresos, 4 libros técnicos, 9 capítulos de libros científicos 40 revistas divulgativas; además ha impartido más de 30 conferencias por invitación y ha dirigido 17 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales) y Fundación Produce Chihuahua y es árbitro de 4 revistas científicas de circulación internacional.

**PEDRO JURADO GUERRA.** Terminó su licenciatura en 1985, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Zootecnista por la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en Estados Unidos, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Ciencias de Pastizales en 1996 por la Universidad de Texas Tech y el grado de Doctor en Filosofía también en el área de Ciencias de Pastizales en 2000 por la Universidad de Texas Tech. Desde 1985 labora en el INIFAP y posee la categoría de Investigador titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2001 (candidato 2001-2004; Nivel 1 2008-2018). Su área de especialización es el manejo y rehabilitación de pastizales y relaciones suelo-planta en pastizales. Ha dirigido 8 tesis de licenciatura, 9 de maestría y 2 de doctorado. Es autor de 12 artículos científicos, más de 30 ponencias en congresos, y 2 capítulos de libros científicos; además ha impartido 5 conferencias por invitación y ha dirigido 15 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales) y Fundación Produce Chihuahua, y es árbitro de tres revistas científicas de circulación nacional y tres revistas de circulación internacional.

**CARLOS RENÉ LARA MACÍAS.** Terminó su licenciatura en 1976, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Manejo y Conservación de Recursos Naturales en 2003 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde 1981 labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y posee la categoría de Investigador Titular C. Su área de especialización es el Manejo y la Conservación de Recursos Naturales. Ha dirigido 2 tesis y es autor de 20 ponencias en congresos y 4 capítulos de libros científicos. También, ha dirigido 10 proyectos de investigación financiados por fuentes externas.

**ALICIA MELGOZA CASTILLO.** Terminó su licenciatura en 1977, año en que le fue otorgado el título de Biólogo por la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Realizó su posgrado en Estados Unidos, donde obtuvo el grado de Maestra en Ciencias en el área de Manejo de Pastizales en 1985 por la Universidad de Arizona y el grado de Doctor en Filosofía en el área de Ecología de Pastizales en 1995 por la Universidad Estatal de Nuevo México. De 1977 hasta 2007 laboró en el INIFAP con categoría de Investigador titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1994, actualmente es Nivel 1. Su área de especialización es Taxonomía y Ecofisiología de plantas de Pastizal. Ha dirigido 15 tesis de licenciatura, 7 de maestría y 5 de doctorado. Es autor de 25 artículos científicos, más de 40 ponencias en congresos, 5 capítulos de libros científicos y 2 libros técnicos. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales) y Fundación Produce Chihuahua, y es revisor de la editorial Elsevier y árbitro de 3 revistas científicas de circulación nacional.

**JUAN ÁNGEL ORTEGA GUTIÉRREZ.** Terminó su licenciatura en 1986, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Zootecnista por la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su maestría en la misma facultad, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Reproducción y Genética en 1990 y el grado de Doctor en Filosofía en el área de Mejora Genética en 2002 por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Desde 1988 labora en la Facultad de Zootecnia de la UACH y posee la categoría de Académico titular C. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores como candidato de 1992-1995. Su área de especialización es la aplicación de los métodos estadísticos a la investigación científica y desde 2003 ha sido el coordinador de la Maestría Profesional en Estadística Aplicada que la Facultad de Zootecnia y Ecología ofrece. Ha dirigido 5 tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal, 12 tesis en la Maestría Profesional en Estadística Aplicada y 1 Disertación Doctoral en Producción Animal. Es autor de 10 artículos científicos, en más de 40 artículos científicos como coautor y ha participado como asesor estadístico en más de 100 tesis desde nivel licenciatura hasta nivel de doctorado.

# Guía para autores de escritos científicos

## Política editorial

Son bienvenidos manuscritos originales e inéditos de tipo científico, tecnológico o humanístico, los cuales deberán estar escritos con un lenguaje accesible a lectores con formación profesional, atendiendo a los principios de precisión, lógica y claridad. Todo manuscrito recibido es revisado en primera instancia por el Comité de Editores Asociados, para asegurar que cumpla con el formato y contenido establecido por las normas editoriales de *TECNOCENCIA Chihuahua*. Una vez revisado, los editores asociados determinarán su viabilidad para ser publicado; enseguida, se regresa al autor responsable para que incorpore las observaciones y sea editado. Posteriormente, es sometido a un estricto arbitraje bajo el sistema de doble ciego, realizado por dos especialistas en el área del conocimiento.

Para la evaluación de escritos se aplican los criterios de: Rigor científico, calidad y precisión de la información, relevancia del tema y la claridad del lenguaje. Los árbitros prestarán especial atención a la originalidad de los escritos, es decir, revisarán que el manuscrito sea producto del trabajo directo del autor o autores y que no haya sido publicado o enviado algo similar a otras revistas. Los artículos deben presentar: Un análisis detallado de los resultados, así como un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva del tema investigado, o ser de gran impacto social. Sólo serán aceptados trabajos basados en encuestas donde se incluyan mediciones, organización, análisis estadístico, prueba de hipótesis e inferencia sobre los datos obtenidos del estudio.

## Lineamientos generales

Se aceptan manuscritos originales e inéditos, producto de la creatividad del o los autores, cuyos resultados de investigación no hayan sido publicados parcial o totalmente (excepto como resumen de algún congreso científico), ni estén en vías de publicarse en otra revista (nacional o internacional) o libro. Para tal fin, el autor y coautores deberán firmar la carta de autoría, donde declaran que su trabajo no ha sido publicado o enviado para su publicación simultáneamente en otra revista; además, en dicho documento señalarán estar de acuerdo en aceptar las normas y procedimientos establecidos por el Consejo Editorial Internacional de la *Revista*

*TECNOCENCIA Chihuahua*, especificando el nombre del investigador a quien se dirigirá toda correspondencia oficial (autor de correspondencia). Se aceptan artículos en español o inglés, sin embargo, tanto el título como el resumen deberán escribirse en ambos idiomas. El contenido puede ser cualquier tema relacionado con algunas de las áreas del conocimiento definidas previamente o que a juicio del Consejo Editorial Internacional pueda ser de interés para la comunidad científica.

El Comité Editorial del área a la que se envíe el manuscrito, revisará que los resultados obtenidos sean de impacto regional, nacional o internacional. Además, prestará atención a la metodología en la que se sustenta la información y que esta sea adecuada y verificable por otros investigadores. No se aceptarán artículos basados en pruebas de rutina, o cuyos resultados experimentales se obtuvieron sin un método estadístico apropiado.

Cuando un artículo presente resultados experimentales con un alcance limitado puede recomendarse su publicación como una Nota Científica. Reconocemos que una mejora de la calidad de la revista es responsabilidad tanto del Consejo Editorial Internacional como de los autores.

## Manuscritos

Se entregarán cuatro copias impresas y una versión electrónica del manuscrito. También podrán remitirse los manuscritos a las direcciones

electrónicas de la revista que fueron mencionadas anteriormente pero la carta de presentación, firmada debidamente por los autores, deberá entregarse personalmente en las oficinas de la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chihuahua; también puede escanearse para su envío por correo electrónico o remitirse por FAX [(614) 439-1823]. Todo manuscrito deberá acompañarse con la carta de autoría firmada por todos los autores, cuyo formato es proporcionado por la revista. En la carta deberá indicarse el orden de coautoría y el nombre del autor de correspondencia con la revista, para facilitar la comunicación con el Editor en Jefe. Esta carta debe incluir datos completos de domicilio, número de fax y dirección electrónica.

### Formato

El manuscrito científico tendrá una extensión máxima de 25 cuartillas, incluyendo figuras y cuadros, sin considerar la página de presentación. Para su escritura se utilizará procesador Word 2003 o posterior, para Windows XP o versión más reciente; todo texto se preparará utilizando la fuente Arial en 12 puntos, escrito a doble espacio y numerando páginas, renglones, cuadros y figuras del documento para facilitar su evaluación. Utilizar un margen izquierdo de 3.0 cm y 2.0 cm para el resto. Se recomienda no utilizar sangría al empezar cada párrafo del manuscrito. Los manuscritos de las diferentes categorías de trabajos que se publican en la revista deberán contener los componentes que a

continuación se indican, empezando cada uno de ellos en página aparte.

- a. Página de presentación.
- b. Resumen en español (con palabras clave en español).
- c. Resumen en inglés, abstract (con palabras en inglés, keywords).
- d. Texto (capítulos y su orden).
- e. Agradecimientos (opcional).
- f. Literatura citada.

**Página de presentación.** No se numera y debe contener: a) Títulos en español e inglés, escritos en mayúsculas y minúsculas, letras negritas y centradas; b) Nombres de los autores en el orden siguiente: Nombres y apellidos de autor y coautores, uniendo con un guión el apellido paterno y materno de cada uno; incluir su afiliación institucional; c) Información completa (incluyendo teléfono, domicilio con el código postal y dirección electrónica), anotando departamento e institución a la que pertenece el autor y coautores; si el autor y coautores pertenecen a la misma institución, no es necesario numerarlos (ver ejemplo mostrado en el cuadro de texto). Como una norma general, el Editor en Jefe se dirigirá solamente al autor de correspondencia mencionado en la carta de autoría y no se proporcionará información alguna a otra persona que lo solicite.

**Cuadro 1.** Ejemplo de una página de presentación de un manuscrito científico que incluye títulos, autores y coautores, así como nombre de institución de adscripción y datos generales para propósitos de comunicación.

---

## Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, México

Deforest analysis areas in the north central region of the Sierra Madre  
Occidental of Chihuahua, Mexico

Carmelo Pinedo-Álvarez<sup>1,3</sup>, Rey Manuel Quintana-Martínez<sup>1</sup>  
y Martín Martínez Salvador<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada, Km 1 de la Carretera Chihuahua-Cuauhtémoc. Chihuahua, Chih., México, 31031. Tel. (614) 434-0303.

<sup>3</sup> Campo Experimental La Campana-Madera, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Av. Homero 3744, Fracc. El Vergel. Chihuahua, Chih., México, 31100.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: cpinedo@uach.mx.

**Título.** Es indicador del contenido del artículo, y si está escrito apropiadamente, facilitará indexarlo. Un buen título es breve (no más de 15 palabras), descriptivo e identifica el tema y propósito del estudio; al escribir el título debe elegirse palabras de gran impacto que revele la importancia del trabajo. Es recomendable evitar el uso de palabras o frases que tienen poco impacto y que no proporcionan información relevante sobre el contenido del estudio; por ejemplo: «*Estudio de . . . ; Influencia de la . . . , Efecto del . . . ; Relación de...*», entre otros.

**Resumen en español.** Al leer un resumen, el investigador puede reconocer el valor del contenido del escrito científico y decidir si lo revisa todo; por lo tanto, el resumen proporciona valiosa información del estudio facilita al lector decidir si lee todo el escrito. En la segunda página se debe incluir un resumen que no exceda 250 palabras. Aquí se indicarán la justificación y objetivos del estudio; una breve descripción de la metodología empleada; una descripción de los resultados más relevantes y presentar datos numéricos importantes (ejemplo: *se observó un incremento de 15 % en el rendimiento con la densidad de 60,000 plantas por ha*), y de ser posible, enfatizar el significado estadístico y escribir la conclusión general del trabajo.

**Palabras clave.** Después del resumen, en punto y aparte, escribir alfabéticamente de 4 a 6 palabras o frases cortas clave diferentes a las del título, que ayuden a indexar y clasificar el trabajo de acuerdo a su contenido. Las palabras se publicarán junto con el resumen. Los nombres de especies biológicas se escriben al principio de esta sección.

**Resumen en inglés (*abstract*).** Debe ser una traducción exacta del resumen en español, para ello es conveniente que los autores busquen la asesoría de profesionales de las ciencias que dominen el idioma inglés.

**Palabras clave en inglés (*keywords*).** Son las mismas palabras indicadas para el resumen en español que deberán ser traducidas al idioma inglés con la asesoría de un científico o técnico experto en la lengua.

**Texto (capítulos y su orden).** Existen diferencias en cuanto al contenido y estructura de cada una de las categorías de escritos científicos, que son

publicados en la revista. Las normas específicas para cada categoría son descritas enseguida, y para aquellos escritos recibidos que no se ajusten a estos formatos, el Consejo Editorial decidirá si pueden enviarse para su revisión al Comité Editorial del área correspondiente.

## 1. Artículo científico

Trabajo completo y original, de carácter científico o tecnológico, cuyos resultados se obtuvieron de investigaciones conducidas por los autores en alguna de las seis áreas del conocimiento citadas inicialmente. El manuscrito científico se divide en los capítulos siguientes:

- Resumen y abstract
- Introducción
- Materiales y métodos
- Resultados y discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Literatura citada

### Resumen y *abstract*

En una sección previa fueron descritas las normas editoriales para elaborar este elemento del escrito científico.

### Introducción

- a) Es importante resaltar el *tema* que trata la investigación. Se recomienda iniciar esta sección redactando una o dos oraciones de carácter universal, que sirva al investigador como argumento científico al describir su trabajo. A continuación se cita un artículo, cuyo título es: «Olor penetrante y azúcares de cultivares de cebolla de días cortos afectados por nutrición azufrada»; los autores empiezan con las oraciones siguientes:

«El sabor en la cebolla (*Allium cepa*) depende de hasta 80 compuestos azufrados, característicos del género *Allium*, además de varios carbohidratos solubles en agua. La intensidad del sabor es determinada por el genotipo de la variedad de cebolla y el ambiente en que se cultiva».

- b) También debe incluirse la *información previa y publicada* sobre el tema del estudio (*antecedentes*). Para orientar al lector es suficiente incluir referencias bibliográficas relevantes y recientes, en lugar de una revisión extensa de citas a trabajos viejos y de poca importancia sobre el tópico investigado. A continuación se presenta un ejemplo de cómo presentar cronológicamente las citas bibliográficas:

«La existencia de variación genética dentro de los cultivares de cebolla ha sido demostrada para intensidad de sabor y contenido total de azúcares (Darbyshire y Henry, 1979; Bajaj *et al.*, 1980; Randle, 1992b).

- c) *Problema a resolver*. Con una o dos oraciones especificar el problema abordado, justificar la realización del estudio, o bien, enunciar la hipótesis planteada por el investigador y cuya validez será probada por el experimento. Siguiendo con el ejemplo anterior, se presenta una breve descripción del problema estudiado:

«Se requiere un mayor conocimiento sobre características deseables, como el sabor intenso y contenido de carbohidratos solubles de la cebolla, que son afectadas por la interacción cultivar x niveles de fertilización azufrada»

- d) *Definición de los objetivos del estudio*. Aquí se enuncia brevemente hacia donde se dirige la investigación, es decir, se describe la manera o el medio a través del cual se pretende examinar el problema definido o la pregunta planteada por el investigador. Esta parte de la introducción permitirá al lector ver si las conclusiones presentadas por el investigador son congruentes con los objetivos planteados al inicio del trabajo. Ejemplo:

«Los objetivos de esta investigación fueron: **Evaluar cultivares** de cebolla de fotoperiodo corto, caracterizadas por su poco sabor y bajo contenido de carbohidratos solubles en agua, con niveles bajos y altos de azufre y **determinar la asociación** de dichas características con la fertilización».

## Materiales y métodos

Debe responder a las preguntas: ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cómo se hizo el trabajo? Puede incluir cuadros y figuras. El autor debe proporcionar información concisa, clara y completa, para que las técnicas y/o los procedimientos descritos así como las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el estudio, puedan ser repetibles por otros investigadores competentes en el área (lugar, ciclo o etapa biológica, manejo del material biológico, condiciones ambientales, etc.).

Si un procedimiento es ampliamente conocido basta con citar a su(s) autor(es); sin embargo, cuando el método seguido ha sido modificado, debe proporcionarse detalles suficientes del mismo así como de un diseño experimental inusual o de los métodos estadísticos aplicados para el análisis de los resultados (arreglo de tratamientos, diseño experimental, tamaño de la unidad experimental, variables de respuesta, proceso de muestreo para obtener los datos, análisis estadístico de los datos, técnica de comparación de medias, etc.). Es recomendable dar una descripción cronológica del experimento y de los pasos de la metodología aplicada.

Al describir los materiales, deben señalarse especificaciones técnicas, cantidades, fuentes y propiedades de los materiales indicando nombre y dirección del fabricante. Para el caso de material biológico, dar información suficiente de las características particulares de los organismos (edad, peso, sexo, etapa fenológica, etc.); es importante también identificar con precisión el género, especie y nombre del cultivar o raza utilizado en el estudio. Si se trata de material no vivo, por ejemplo suelo cultivado, proporcionar los datos taxonómicos para facilitar su identificación.

## Resultados y discusión

Los resultados derivados del estudio se distinguen porque: son presentados en forma de cuadros y figuras, analizados estadísticamente e interpretados, bajo la luz de la hipótesis planteada antes de iniciar la investigación. Es recomendable que el autor incluya un número óptimo de cuadros y figuras de buena calidad, que sean absolutamente necesarios y que sirvan como fundamento para mejorar la comprensión de los resultados y darle soporte a la hipótesis sometida a prueba.

Cada cuadro y figura debe numerarse; su título debe ser claro y descriptivo; los símbolos y abreviaturas incluidos deben ser explicados apropiadamente. Los cuadros y figuras elaborados a partir de los *resultados* deben ser explicativos por sí mismos; los comentarios que se hagan deben resaltar características especiales tales como: Relaciones lineales o no lineales entre variables, una cantidad estadísticamente superior a otra, tendencias, valores óptimos, etc. En síntesis responde a la pregunta ¿qué ocurrió?

En la sección de *discusión* los datos presentados en forma de cuadros y figuras son interpretados enfocando la atención hacia el problema (o pregunta planteada) definido en la introducción, buscando demostrar la validez de la hipótesis elaborada por el investigador. Una buena discusión puede contener:

- a) Principios, asociaciones y generalizaciones basadas en los resultados.
- b) Excepciones, variables correlacionadas o no y definición de aspectos del problema no citados previamente pero que requieren ser investigados.
- c) Énfasis sobre resultados que están de acuerdo con otro trabajo (o lo contradicen).
- d) Implicaciones teóricas o prácticas.

Cuando la discusión se presenta en una sección separada no debe escribirse como una recapitulación de los resultados, pero debe centrarse en explicar el significado de ellos y explicar como proporcionan una solución al problema abordado durante el estudio. Cuando se comparan los resultados del presente estudio con otros trabajos, ya sea que coincidan o estén en desacuerdo con ellos, deben citarse las referencias más pertinentes y recientes.

### Conclusiones

Es aceptable escribir en una sección separada una o varias conclusiones breves, claras y concisas, que se desprenden de los resultados de la investigación y que sean una aportación muy concreta al campo del conocimiento donde se ubica el estudio. No se numeran las conclusiones y al redactarlas debe mantenerse la congruencia con los objetivos del trabajo y el contenido del resumen.

### Agradecimientos

En este apartado, se puede dar el crédito a personas o instituciones que apoyaron, financiaron o contribuyeron de alguna manera a la realización del trabajo. No se debe mencionar el papel de los coautores en este apartado.

### Literatura citada

Incluye la lista de referencias bibliográficas citadas en el manuscrito científico, ordenadas alfabéticamente y elaborada conforme a las reglas siguientes:

1. Es recomendable que las referencias bibliográficas obtenidas sean preferentemente de: *Artículos científicos* de revistas periódicas indexadas, *capítulos o libros y manuscritos en extenso* (4 o más cuartillas) publicados en memorias de congresos científicos.
2. Al escribir una referencia empezar con el apellido paterno (donde sea costumbre agregar enseguida el apellido materno separado por un guión) del autor principal y luego las iniciales de su(s) nombre(s). Enseguida escriba la inicial del nombre del segundo autor y su primer apellido. Continuar así con el tercero y siguientes autores separando sus nombres con una coma y una y entre el penúltimo y último autor.
3. Colocar primero las referencias donde un autor es único y enseguida donde aparece como autor principal. En estos casos el orden de las citas se establece tomando como base el apellido del primer coautor que sea diferente.
4. En las citas donde el(los) autor(es) sea(n) los mismos, se ordenarán cronológicamente; se utilizarán letras en referencias de los mismos autores y que fueron publicadas en el mismo año (2004a, 2004b, 2004c, etc.).
5. Títulos de artículos y de capítulos de libros se escribirán con minúsculas (excepto la primera letra del título y nombres propios). Los títulos de libros llevan mayúsculas en todas las palabras excepto en las preposiciones y artículos gramaticales.

Cada uno de los tipos de referencias bibliográficas y las reglas para citarlas se ilustran con ejemplos enseguida:

### Artículos científicos de revistas periódicas

- Gamiely, S., W. M. Randle, H. A. Mills, and D. A. 1991. Onion plant growth, bulb quality, and water uptake following ammonium and nitrate nutrition. *HortScience* 26(9):1061-1063.
- Randle, W. M. 1992a. Sulfur nutrition affects nonstructural water-soluble carbohydrates in onion germplasm. *HortScience* 27(1):52-55.
- Randle, W. M. 1992b. Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bulb pungency. *Euphytica* 59(2):151-156.

### Capítulos de libros

- Darbyshire, B. and B. T. Steer. 1990. Carbohydrate biochemistry. In: H.D. Rabinowitch and J.L. Brewster (eds.). *Onions and allied crops. Vol. 3. CRC Press, Boca Raton, Fla. p. 1-6*

### Libros

- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and Procedure of Statistics: A Biometrical Approach. McGraw-Hill Book Company Inc. New York. 481 p.

### Memorias de Congresos Científicos

- Mata, R. J., F. Rodríguez y J. L. Pérez. 2005. Evaluación de aditivos fertilizantes: raíz-set LSS (producto comercial) y root N-Hancer (producto experimental) en la producción de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. In: Memoria de artículos en resumen y en extenso, XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). 27-29 de septiembre de 2005. Chihuahua, Chih., México. p.134.

### Boletín, informe, publicación especial

- Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1980. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Circ. 347. 50 p.
- Alvarado, J. 1995. Redacción y preparación del artículo científico. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Publicación Especial 2. 150 p.
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 1981. Process design manual for land treatment

of municipal wastewater. USEPA Rep. 625/1-77-008 (COE EM1110-1-501). U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C. 60 p.

## 2. Nota científica

Son de menor extensión que un artículo (máximo 10 cuartillas a doble espacio, incluyendo cuadros y figuras). Pueden incluirse:

- a) Descubrimientos o aportaciones breves, obtenidas de un estudio reciente de carácter local o limitado;
- b) el producto de modificaciones o mejoramiento de técnicas, procedimientos experimentales, análisis estadísticos, aparato o instrumental (de laboratorio, invernadero o campo);
- c) informes de casos clínicos de interés especial;
- d) resultados preliminares, pero importantes y novedosos, de investigaciones en desarrollo, o bien,
- e) desarrollo y aplicación de modelos originales (matemáticos o de cómputo) y todos aquellos resultados de investigación que a juicio de los editores merezcan ser publicados.

Como en el caso de un artículo extenso, la nota científica debe contener: a) *título* (español e inglés), b) *autor(es)*, c) *institución de adscripción del autor(es)*, d) *resumen* (en español e inglés), e) *palabras clave* (español e inglés). El *texto* de una nota científica contendrá también la misma información señalada para un artículo extenso: f) *introducción*, g) *materiales y métodos*, h) *resultados y discusión* y i) *conclusiones*; sin embargo, su redacción será corrida de principio a final del trabajo; esto no quiere decir que sólo se supriman los subtítulos, sino que se redacte en forma continua y coherente. La nota científica también incluye el inciso k) *bibliografía*.

## 3. Ensayo científico

Manuscrito de carácter científico, filosófico o literario, que contiene una contribución crítica, analítica y solidamente documentada sobre un tema específico y de actualidad. Se caracteriza por ser una aportación novedosa, inédita y expresa la opinión del(os) autor(es) así como conclusiones bien

sustentadas. Su extensión máxima es de 20 cuartillas a doble espacio (incluyendo cuadros y figuras).

La estructura del ensayo contiene los incisos siguientes: a) *Títulos* (español e inglés), b) *autor(es)*, c) *Institución de adscripción*, d) *resumen* (español e inglés), e) *palabras clave* (español e inglés), f) *introducción*, g) *desarrollo del tema*, g) *conclusiones* y h) *bibliografía*. El tópico es analizado y discutido bajo el apartado *Desarrollo del tema*.

#### 4. Revisión bibliográfica

Consiste en el tratamiento y exposición de un tema o tópico relevante y de actualidad. Su finalidad es la de resumir, analizar y discutir, así como poner a disposición del lector información ya publicada sobre un tema específico. Ya sea que la revisión temática sea solicitada por el Consejo Editorial a personas expertas o bien que el manuscrito sea presentado por un profesional experimentado, debe resaltarse la importancia y significado de hallazgos recientes del tema. El texto contiene los mismos capítulos de un ensayo, aunque en el capítulo *desarrollo del tema* es recomendable el uso de encabezados para separar las diferentes secciones o temas afines en que se divide la revisión bibliográfica; además, se sugiere el uso de cuadros y figuras para una mayor comprensión del contenido.

#### Preparación de cuadros y figuras

Se recomienda insertar los cuadros y figuras, numerados progresivamente, en el lugar correspondiente del texto. Los cuadros y gráficas deberán dejarse como objetos editables (no como imágenes insertadas), con el propósito de modificarlos en caso de ser requerido. Los títulos de los cuadros y/o figuras se escriben en letra Arial, negritas y 12 puntos. En los títulos, el uso de las letras mayúsculas se limita a la primera letra y nombres propios.

#### Cuadros

Los cuadros con los resultados se presentan en tablas construidas preferentemente con tres o cuatro líneas horizontales; las dos primeras sirven para separar los encabezados, mientras que la(s) última(s), para cerrar la tabla. Las líneas verticales

se usan también para distinguir columnas de datos. A continuación se presenta un ejemplo de cuadros con información estadística:

#### Figuras

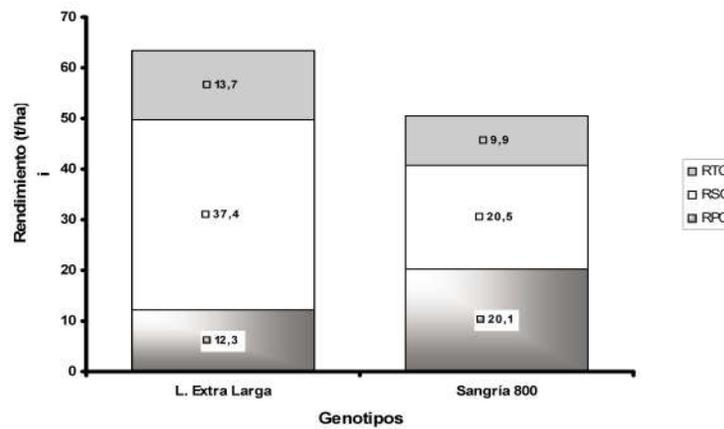
En las figuras no se debe duplicar la información presentada en los cuadros o viceversa. Se recomienda el uso de medidas de acuerdo al Sistema Métrico Decimal y las abreviaturas utilizadas deberán apearse a las recomendaciones que aparecen en la tabla que se anexa al presente documento.

Siempre que se incluyan figuras de línea o de otro tipo deben utilizarse símbolos bien definidos para evitar confusiones. Si se usan gráficas del tipo de barras o pastel, los rellenos deben ser contrastantes. En lo posible, las fotografías e imágenes incluidas en el manuscrito deben ser en blanco y negro, en formato *tif* ó *jpg* con 300 puntos de resolución y el archivo original por separado.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza de la variable Peso de flor fresca en Golden Delicius

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrado medio	F <sub>c</sub> calculada	Significancia P <sub>r</sub> > F <sub>t</sub>
Colector	3	4306.25	1435.42	2.68	0.1099
Día	3	214118.75	71372.92	133.30	0.0001
Error	9	4818.75	535.42	-	-
Total	15	223243.75	Desv. Estándar =	23.14	
Estimadores	CV <sub>(%)</sub>	10.9	Media =	211.9	

**Figura 1.** Rendimiento de tres cortes en dos genotipos de sandía (Janos, Chih., UACH-2005)



**Cuadro 2.** Unidades de medición y abreviaturas de uso frecuente

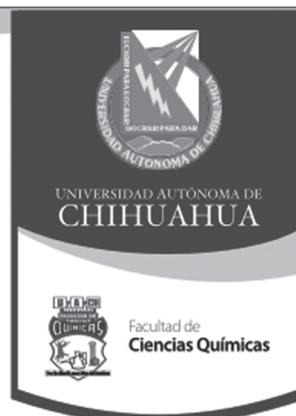
Unidades	Abreviatura	Unidades	Abreviatura
cal	Caloría(s)	ml	Mililitro (s)
cm	Centímetro(s)	mm	Milímetro (s)
°C	Grado centígrado(s)	min	Minuto (s)
DL <sub>50</sub>	Dosis letal 50%	ng	Nanogramo (s)
g	Gramo(s)	P	Probabilidad (estadística)
ha	Hectárea(s)	p	Página
h	Hora (s)	PC	Proteína cruda
i. m.	Intramuscular (mente)	PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
i. v.	Intravenosa (mente)	pp	Páginas
J	Joule(s)	ppm	Partes por millón
kg	Kilogramo(s)	%	Por ciento (con número)
km	Kilómetro(s)	rpm	Revoluciones por minuto
l	Litro(s)	seg	Segundo (s)
log	Logaritmo decimal	t	Tonelada (s)
Mcal	Megacaloría(s)	TND	Total de nutrientes digestibles
MJ	Megajoule(s)	UA	Unidad animal
M	Metro(s)	UI	Unidades internacionales
msnm	Metros sobre el nivel del mar	vs	Versus
µg	Microgramo(s)	xg	Gravedades
µl	Microlitro(s)	km.h <sup>-1</sup>	Kilómetro por hora
µm	Micrómetro(s) ó micra(s)	t.ha <sup>-1</sup>	Tonelada por hectárea
mg	Miligramo(s)	µg. ml	Microgramos por mililitro

Cualquier otra abreviatura se pondrá entre paréntesis inmediatamente después de la(s) palabra(s) completa(s).

Los nombres científicos y otras locuciones latinas se deben escribir en cursivas, como se indica

en los ejemplos siguientes: Durazno (*Prunus persica* L. Batsch), Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), Hongo fitopatógeno (*Pythium aphanidermatum* Edson), Palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.), en laboratorio *in vitro*, sin restricción *ad libitum*. 

# Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Ciencias Químicas



## Programas de Maestría en Ciencias

Reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad, CONACyT

## Biotecnología



## Ciencia y Tecnología de Alimentos



Nuevo Campus Universitario, Circuito Universitario, Chihuahua, Chih., México, C.P. 31125, Tel. (614)236-6000

Encuentra más información en:

[www.fcq.uach.mx](http://www.fcq.uach.mx)

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA ACTUALMENTE CUENTA CON 13 PROGRAMAS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (PNPC), CATEGORÍA OTORGADA POR EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT).

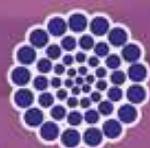
LOS POSGRADOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL PNPC-CONACYT SON:

- FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES - MAESTRÍA EN PROFESIONAL DE AGRONEGOCIOS
- FACULTAD DE CIENCIAS AGROTECNOLÓGICAS - MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCTIVIDAD FRUTÍCOLA
- FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA - DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA
- FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS - MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA
- FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS - MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
- FACULTAD DE ENFERMERÍA Y NUTRIOLOGÍA - MAESTRÍA SALUD EN EL TRABAJO
- FACULTAD DE ENFERMERÍA Y NUTRIOLOGÍA - MAESTRÍA EN ENFERMERÍA
- FACULTAD DE INGENIERÍA - MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA
- FACULTAD DE INGENIERÍA - MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
- FACULTAD DE ODONTOLOGÍA - MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA PEDIÁTRICA
- FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA - MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROD. ANIMAL Y RECURSOS NATURALES
- FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA - MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
- FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA - DOCTORADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL Y RECURSOS NATURALES

EL PNPC-CONACYT ES EL CONJUNTO DE PROGRAMAS DE POSGRADO (DOCTORADO, MAESTRÍA, ESPECIALIDAD) RECONOCIDOS POR SU CALIDAD, A TRAVÉS DE UN PROCESO RIGUROSO DE EVALUACIÓN POR PARES ACADÉMICOS CON BASE A ESTÁNDARES INTERNACIONALES.

DEL MISMO MODO, EL PNPC-CONACYT TIENE EL PROPÓSITO DE RECONOCER LA CAPACIDAD DE FORMACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE POSGRADO; LA METODOLOGÍA ES DE CARÁCTER CUALITATIVO Y CUANTITATIVO Y VALORA EL CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES DE PERTINENCIA Y CALIDAD.

“LUCHAR PARA LOGRAR, LOGRAR PARA DAR”



**CONACYT**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**