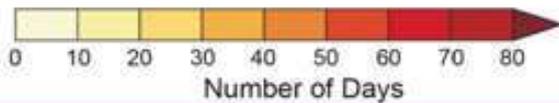
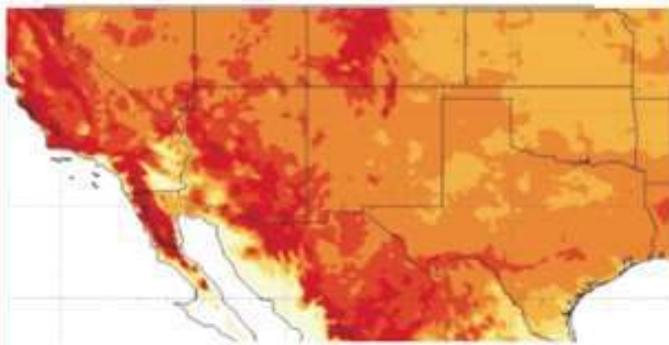


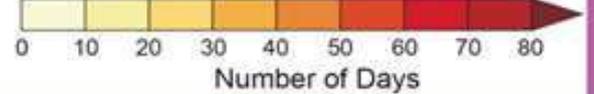
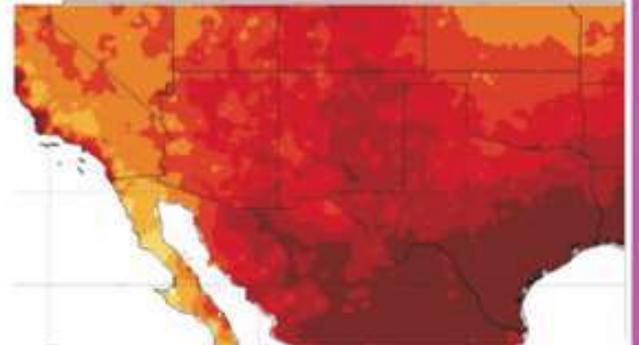
TECNOLOGÍA CIENCIA Chihuahua

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

Change in Frost-free Season Length (<http://ncadac.globalchange.gov>)



Change in Number of Hot Nights



Impactos potenciales del cambio climático en la producción de nuez en la Región del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos



Assessing consumer preference toward Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese



Respuesta de vacas Criollas de Rodeo a la suplementación con selenio y propionato de calcio, y a la sincronización de la ovulación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

M.C. JESÚS ENRIQUE SEÁÑEZ SÁENZ
Rector

M.D. SAÚL ARNULFO MARTÍNEZ CAMPOS
Secretario General

LIC. SERGIO REAZA ESCÁRCEGA
Director de Extensión y Difusión Cultural

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

DR. ALEJANDRO CHÁVEZ GUERRERO
Director Académico

M.C. JAVIER MARTÍNEZ NEVÁREZ
Director 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 VII, Número 3, Septiembre-Diciembre 2013. 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		
El científico frente a la sociedad		Salud	
Calidad y posgrado en México		Calidad de vida de cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente, del CRIT Chihuahua, México	
<i>Nicté Ortiz-Villanueva</i>		<i>Norma Graciela López-Márquez</i>	
	119		139
Alimentos		Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	
Assessing consumer preference toward Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese		Medical Geology: Its Relevance to Mexico	
<i>José Luis Almanza-Rubio</i> <i>Raúl Eduardo Orozco-Mena</i> <i>Néstor Gutiérrez-Méndez</i>		<i>María Aurora Armienta</i> <i>Robert B. Finkelman</i> <i>Héctor O. Rubio-Arias</i>	
	123		152
Respuesta de vacas Criollas de Rodeo a la suplementación con selenio y propionato de calcio, y a la sincronización de la ovulación		Impactos potenciales del cambio climático en la producción de nuez en la Región del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos	
<i>Cesar Sánchez-Arciniega</i> <i>José Alejandro Ramírez-Godínez</i> <i>David Domínguez-Díaz</i> <i>Gabriela Corral-Flores</i> <i>Juan Alberto Grado-Ahuir</i> <i>Alberto Flores-Mariñelarena</i> <i>Eduardo Santellano-Estrada</i>		<i>J.G. Mexall</i> <i>E. Herrera</i>	
	132		163

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

La inexistencia de una denominación de origen del queso Chihuahua ha motivado a las grandes queserías de México y del extranjero a imitar el queso producido por los menonitas. En el trabajo: "*Assessing consumer preference toward Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese*", los autores encontraron que existe una mayor aceptación de los consumidores hacia los quesos Chihuahua elaborados en el estado de Chihuahua que por los quesos tipo Chihuahua elaborados fuera del estado.

En el artículo "*Respuesta de vacas Criollas de Rodeo a la suplementación con selenio y propionato de calcio, y a la sincronización de la ovulación*", se evaluó el efecto de propionato de calcio (CaP) y selenio de sodio (Se) sobre la ganancia diaria de peso, espesor de grasa dorsal, condición corporal y la tasa de preñez. Los resultados indican que la administración de Se y CaP no mejoraron estos parámetros en vacas Criollas de Rodeo, el ganado predilecto para el deporte del rodeo americano por la conformación de sus cuernos y su resistencia física.

El paciente con discapacidad dependiente requiere de un cuidador primario que proporcione permanentemente apoyo físico y emocional, lo cual expone al cuidador al deterioro de su calidad de vida. En el artículo "*Calidad de vida de cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente, del CRIT Chihuahua, México*", se exponen los resultados de un estudio para evaluar a estos cuidadores primarios, encontrando que tienen una buena calidad de vida con una media de 72%, sin embargo, el deterioro se encontró más acentuado en los grupos de divorciados y familias incompletas.

En la sección de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, encontrará dos artículos de gran interés, el primero de ellos, "*Medical Geology: Its Relevance to Mexico*", expone la importancia que está tomando el estudio de la geología médica en todo el mundo. Aquí se discuten detalladamente los estudios llevados

a cabo en México y específicamente en el estado de Chihuahua. Las preocupaciones fundamentales son el arsénico y el flúor, así como el uranio y el radón, elementos que están presentes en ya sea de fuentes naturales (geogénicas) o antropogénicas, y que representan una seria amenaza para la salud humana.

También, en esta sección encontrará el artículo "*Impactos potenciales del cambio climático en la producción de nuez en la Región del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos*", donde se explica que el cambio climático puede afectar seriamente la producción en las huertas nogaleras. El artículo aborda algunos de los impactos potenciales del incremento de CO₂ y de las temperaturas diarias en el crecimiento de los árboles de nogal, su dormancia y sus interacciones con los insectos-plaga.

Finalmente, lo invitamos a leer el artículo de opinión "*Calidad y posgrado en México*", donde la autora hace un repaso por el esfuerzo de las autoridades educativas en México por lograr la cobertura de la demanda educativa, así como definir indicadores de calidad en los programas de posgrado. Sin embargo, en su visión, se han dejado de lado los aspectos de formación humana en profesionistas cuyo propósito es influir positivamente en la sociedad.

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

Calidad y posgrado en México

Postgraduate studies and quality in Mexico

NICTÉ ORTIZ-VILLANUEVA^{1,2}

Resumen

La calidad en educación se define desde distintas perspectivas. En México, el esfuerzo por lograr la cobertura de la demanda educativa ha dejado de lado aspectos esenciales en la formación. Se han hecho grandes esfuerzos por mejorar la educación y evaluar sus resultados. En los estudios de posgrado se han creado indicadores de calidad pero estos no consideran aspectos de formación humana, por lo cual, es momento de reconstruir el actuar de las IES a fin de potenciar la integridad de los seres humanos inmersos en la sociedad.

Palabras clave: calidad de la educación - estudios de posgrado-desarrollo humano.

Abstract

Educational Quality is defined from different perspectives. In Mexico, the effort to achieve coverage of educational demand has neglected essential aspects in training. There are many efforts to improve education and evaluate its results. Postgraduate studies in México are evaluated by CONACYT with special indicators. It is time to develop a new way to perform in the superior institutions.

Keywords: educational quality-postgraduate studies-human development.

Introducción

Calidad es un concepto usado en las recientes décadas para expresar el nivel de cumplimiento de normas de diversos artículos, procesos y servicios para satisfacer las necesidades del usuario. La búsqueda de la calidad en educación es el resultado de un proceso de globalización. En México, los programas de posgrado son evaluados a fin de conocer los atributos con los que cuenta para pertenecer al Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) de CONACYT. El ingreso a este padrón, les permite a los programas allegarse de recursos federales, lo cual contribuye al desarrollo de los mismos y al cumplimiento de sus objetivos. La misión de este programa es «fomentar la mejora continua y el aseguramiento de la calidad del posgrado nacional, para incrementar las capacidades científicas, humanísticas, tecnológicas y de innovación en el país» (CONACYT, 2011).

¹ Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. Departamento de Posgrado. Av. Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua. Chihuahua, Chih., México. 31109. Tel.: +52 (614) 439-1100. Fax.: +52 (614) 439-4884.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: nict.e.ortiz@cimav.edu.mx.

En México existen casi tres millones de estudiantes de nivel superior, de los cuales menos del 1% son estudiantes de posgrado. Esto es una cifra muy baja, si se toma en cuenta que cerca del 30% de la población en México, que asciende actualmente a más de 112 millones de personas, está entre los 15 y 29 años de edad. Sin embargo, el promedio general de educación en México es de hasta tercer año de secundaria, según el Censo de Población y Vivienda 2010. El estudio poblacional señala, que en diez años, el promedio de escolaridad se ha incrementado en un año de educación, de segundo de secundaria a tercero, y considera que «este avance es importante para el desarrollo productivo del país, pues implica que las personas con edad laboral están cada vez mejor preparadas» (ibid, 43). Esto ejemplifica el criterio que con respecto a la calidad educativa existe en México, en donde se le da prioridad a la educación básica, debido a que aún no se ha logrado la cobertura total. La información censal corrobora que 94.7% de la población de 6 a 14 años asiste a la escuela, lo cual muestra una mejora, puesto que la tasa de analfabetismo de la población de 15 años y más disminuyó 5.5 puntos porcentuales entre 1990 y 2010. En 1990, 12.4% de las personas de 15 años y más no sabían leer ni escribir, y en 2010 se redujo a 6.9 por ciento. (Ibid, 36).

Los progresos en cobertura son visibles en el nivel básico, sin embargo, en el nivel superior todavía existen deficiencias. En cuanto a las instituciones de educación superior en México, 418 cuentan con programas de posgrado a nivel maestría y 116 a nivel doctorado. De los cerca de 8522 programas de posgrado registrados ante el Consejo Mexicano de Estudios de Posgrado, sólo 1359 están inscritos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad. Derivado la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal de 1992, que asignó a la Secretaría de Educación Pública (SEP) y al CONACYT la responsabilidad del desarrollo científico, existe en México un sistema de Centros Públicos de Investigación. El sistema lo integran 27 instituciones de investigación que tienen entre sus objetivos la formación de académicos, científicos y tecnólogos, con lo que pretende impulsar el bienestar social a través del conocimiento. Estos Centros de Investigación se agrupan en tres áreas del saber: ciencias naturales y exactas, ciencias

sociales y humanidades y desarrollo e innovación tecnológica. Se trata de uno de los actores más relevantes en la generación de conocimiento en México, pues cuentan con un alto nivel de producción científica.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por cubrir la demanda educativa en México, la cantidad no necesariamente representa calidad.

Indicadores de calidad en posgrado en México

El Padrón Nacional de Posgrados de Calidad cuenta con dos niveles de clasificación:

- a) Padrón Nacional de Posgrado
- b) Programa de Fomento a la Calidad

El sistema propone una evaluación de la calidad del posgrado con base en el análisis de seis categorías:

- 1.-Estructura del programa
- 2.-Estudiantes
- 3.-Personal académico
- 4.-Infraestructura y servicios
- 5.-Resultados
- 6.-Cooperación con otros actores de la sociedad

Los criterios secundarios para la evaluación de resultados de los programas, son principalmente el análisis del alcance, cobertura y evolución del programa en atención a las necesidades por las que se originó; además de la eficiencia terminal, que analiza la proporción de estudiantes que se gradúan en un cierto periodo de acuerdo a la duración del programa. Así mismo, existe una subsección en la cual se analiza la contribución al conocimiento, en ella se relaciona la productividad académica del estudiante con la productividad del núcleo académico básico, ante lo que se espera que los estudiantes desarrollen y presenten como mínimo un producto original. Para los académicos la exigencia es superior, pues éstos deberán contar con productividad reciente y original de mínimo un producto por año, calculado con el promedio de los últimos cinco años.

Para Cardoso y Cerecedo (2011), la calidad educativa en el posgrado depende directamente de los académicos, que, puesto que indican, son ellos en

quienes recae la responsabilidad de investigar y propiciar el aprendizaje. El PNPC evidencia esta importancia, relativa a la conformación del Núcleo Académico Básico con que cuentan los programas, los cuales deberán estar integrados por profesores de tiempo completo y preferentemente pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores.

La propuesta y criterios de la evaluación están orientados a la producción científica y de recursos humanos, es decir, a la cantidad y al cumplimiento de metas. Este tipo de evaluación contiene las dimensiones de la calidad educativa propuestas por Marques (2011), donde se busca que los programas logren sus objetivos, sean acordes a las necesidades sociales y cuenten con los recursos necesarios. La pregunta que genera este modelo es: ¿y con todo lo anterior, a quién estamos formando?

En efecto, la generación de conocimiento incide en el bienestar social, pero, dejando de lado la función utilitaria y la formación científico-tecnológica, ¿Qué formamos en nuestros académicos, científicos y tecnólogos? Ellos serán los formadores de las próximas generaciones, los formadores de la sociedad ¿Qué tipo de sociedad queremos? ¿Cuál es el criterio que evalúa la formación humana propuesta por Delors en el saber ser?

Perfil hacia el humanismo

La educación en posgrado tiene una importancia trascendental, debido a que es en este nivel en que se forman los académicos e investigadores de las próximas generaciones. Como resultado de la complejidad de los problemas sociales a los que se enfrentan los seres humanos en la actualidad, la formación deberá orientarse hacia esta problemática, para encontrar áreas de oportunidad que brinden a la educación «una forma de promover al ser humano en todas sus capacidades» (Méndez y Zenteno, 2011).

Para Quintana (2009), existe en la actualidad una tendencia «antihumanista» en la educación. Según este autor, existe un reduccionismo de la formación de humanos al hablar de «competencia». Esta concepción de la educación con base en la formación de competencias actualizables en los individuos, pone de manifiesto la necesidad de

desarrollar en los seres humanos aptitudes para realizar ciertas tareas. Este «saber-hacer» no necesariamente refleja una tendencia hacia la comprensión humana, tan necesaria debido a los grandes problemas sociales que afectan al mundo.

Jacques Delors (UNESCO, 1997) propone como principios de la educación, cuatro pilares: *aprender a Conocer, aprender a Hacer, aprender a Convivir y aprender a Ser*. Estos conceptos fundamentan el modelo educativo basado en competencias. La propuesta de UNESCO sobrepasa los conceptos tradicionales del quehacer educativo, representados por *aprender a Conocer y aprender a Hacer*, para abarcar también al sujeto de la educación en un proceso integral de su doble dimensión: individual y social. Las relaciones subjetivas e intersubjetivas, representadas por el *aprender a Ser y el aprender a Convivir*, se han vuelto elementos indispensables de la educación. Esta idea existe a nivel internacional desde 1972. El informe de Edgar Faure, de la Comisión Internacional de la UNESCO sobre el Desarrollo de la Educación, titulado *Aprender a Ser*, expresa los objetivos humanistas de la educación, al declarar que ésta debía: «ayudar a cada individuo a desarrollar sus facultades personales, se esforzará por liberar el potencial creador y tratará de impedir, mediante la afirmación de objetivos humanistas, el riesgo de una deshumanización progresiva de la existencia».

En educación superior, los modelos basados en competencias se enfocan a una formación orientada a logros y al desempeño (Fariás, 2010). Para la Dra. Gabriela María Fariás Martínez, las instituciones de educación superior no deben solamente formar profesionistas que se desempeñen en sociedad, sino que éstos deben ser, a su vez, «agentes de cambio», personas capaces de transformar el grupo social, debido a que este tipo de educación condensa objetivos como: habilidades de pensamiento crítico, habilidades de comunicación, habilidades de solución de problemas y habilidad de seguir aprendiendo. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1998) indica la necesidad de fomentar en los estudiantes los valores en los que reposa la ciudadanía democrática y los principios fundamentales de la ética, aplicados a cada profesión y a todos los ámbitos del quehacer humano.

Maturana (2001) expone la importancia del «emocionar» en la formación de los individuos, puesto que analiza a la propia convivencia como elemento formativo. Conocer este aspecto permitirá desarrollar propuestas hacia una educación más humana en el sentido de considerar el desarrollo humano como centro del proceso de formación. El concepto de desarrollo humano de Munslow (2008), es entendido como el «proceso de ampliación de las opciones de las personas conjugando aspectos fundamentales como: lo constitucional de cada ser, la herencia y la interacción de estos elementos con el medio en el cual se desarrolla, aunado al proceso evolutivo propio permitiría tener acceso a los recursos necesarios para mantener el nivel de vida decente que favorezca un bien ser, bienestar, bien hacer y bien saber»; este elemento está presente en la educación por competencias, si bien no en sus aspectos instrumentales, sí en una concepción de la competencia socio-ética que es transversal a la propuesta.

La integración de los conocimientos propuesta por Roegiers (2007) condensa estos aspectos de la formación en su concepto de competencia. La competencia aparece en la integración de la dimensión de los saberes, la dimensión de las capacidades y la dimensión de las situaciones. Para Roegiers la calidad en formación «descansa en dos polos: por un lado, la diversidad de los saberes que se movilizan, a saber la escogencia de los acontecimientos históricos, la variedad de los textos literarios, la selección de los contenidos científicos que se opera, etc., y, por otro lado, la diversidad de las capacidades que le pedimos al alumno movilizar, a la vez, en el plano cognitivo, gestual y socio-afectivo.» (p.98). El autor propone una nueva búsqueda de sentido, a la vez en continuidad y en ruptura con las prácticas actuales,

con el fin de repensar el lugar de la escuela en la sociedad, pero también con el fin de aportar respuestas a las problemáticas actuales. Corresponde a la pedagogía generar el conocimiento necesario para lograr tal fin.

La pedagogía de la integración propuesta por Roegiers, es viable para la mejora de los programas de posgrado y la creación de categorías de evaluación que permitan conformar una verdadera preparación de posgrado de calidad en México, que potencie el desarrollo humano. El fenómeno de la educación es vasto, la tarea de la pedagogía es abordar la problemática de la educación a fin de mejorar sus condiciones, es importante que este saber teórico-práctico se vea reflejado en la situación cultural de la sociedad actual.

Referencias

- CARDOSO-ESPINOSA, E. O., M. T. Cerecedo-Mercado. 2011. Propuesta de Indicadores para evaluar la calidad de un programa de posgrado en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 13(2).
- CONACYT. 2011. Programa Nacional de Posgrado de Calidad. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. México.
- DELORS, J. 1997. La Educación encierra un tesoro. *Santillana*. UNESCO.
- FARIAS-MARTÍNEZ, G. M. 2010. Espacios de aprendizaje en educación superior: de la profesionalización a la innovación para la transformación social. *Apertura*, 13.
- FAURE, E. 1973. Aprender a ser: La educación del futuro. UNESCO.
- INEGI. 2011. Censo de Población y vivienda 2010. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. México.
- MÉNDEZ-CADENA, M. E., N. Zenteno-Domínguez. 2011. La educación de posgrado con un enfoque humanista en un mundo globalizante: el caso de Colpos. *Sinética*. 32:1-10
- MARQUES, P. 2011. Calidad e innovación educativa en los centros. En: <http://peremarques.pangea.org/calida2.htm>.
- MATURANA, H. 2001. Emociones y Lenguaje en Educación y Política. *Dolmen*. Chile.
- MUNSLow, G. 2008. Desarrollo emocional: impacto en el desarrollo humano. *Educação*. Pontificia Universidad Católica do Rio Grande do Sol. Brasil.
- QUINTANA, J. M. 2009. Propuesta de una pedagogía humanística. *Revista Española de pedagogía*. 68(243).
- ROEGIERS, X. 2007. Pedagogía de la integración. *Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. Costa Rica. 

Este artículo es citado así:

Ortiz-Villanueva, N. 2013: *Calidad y posgrado en México*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 7(3): 119-122.

Resumen curricular del autor

CARMEN NICTÉ ORTIZ VILLANUEVA. Primera egresada del programa de Maestría en Humanidades de la Facultad de Filosofía y Letras de la UACH, con mención honorífica. Inició su desarrollo profesional en la Secretaría de Relaciones Exteriores y en representaciones de México en el exterior. Actualmente coordina el posgrado del Centro de Investigación en Materiales Avanzados.

Assessing consumer preference toward Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese

Evaluación de la preferencia del consumidor hacia el queso Chihuahua y el queso tipo Chihuahua

JOSÉ LUIS ALMANZA RUBIO¹, RAÚL EDUARDO OROZCO MENA¹
Y NÉSTOR GUTIÉRREZ MÉNDEZ^{1,2}

Recibido: Agosto 9, 2012

Aceptado: Marzo 23, 2013

Abstract

La carencia de una denominación de origen que proteja al queso Chihuahua ha motivado a las grandes queserías de México y del extranjero a imitar el queso producido por los menonitas. El objetivo de este trabajo fue el de describir las preferencias de los consumidores de la ciudad de Chihuahua en relación al queso Chihuahua y las imitaciones de queso Chihuahua. Se seleccionaron cuatro zonas públicas en diferentes partes de la ciudad de Chihuahua y se utilizaron 88 jueces no entrenados (22 por zona) para realizar las pruebas sensoriales. Se identificó la preferencia y aceptación sensorial del queso Chihuahua y el queso tipo Chihuahua elaborado fuera del estado. En un análisis proximal de las 11 marcas de queso Chihuahua, se encontró que el queso Chihuahua elaborado en el estado de Chihuahua tiene un porcentaje de grasa mayor que las marcas de queso tipo Chihuahua elaborado en otros estados de la república o el importado de otros países. Posteriormente, en una encuesta donde se identificaron las marcas de queso Chihuahua más consumidas por la población de la ciudad de Chihuahua, se encontró que la marca Laurel, una de las marcas elaboradas en Chihuahua, es la más consumida por la población de la ciudad. Los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales y de la encuesta de consumo demostraron que sí existe una mayor aceptación por parte de los consumidores hacia los quesos Chihuahua elaborado en el estado de Chihuahua que por los quesos tipo Chihuahua elaborados fuera del estado.

Keywords: queso Chihuahua, evaluación sensorial, aceptación, preferencia, encuesta.

Resumen

The lack of a protected designation of origin for Chihuahua cheese has led large dairy companies in Mexico and abroad to emulate this cheese produced by the Mennonites. The aim of this work was to understand the preferences of consumers from Chihuahua City toward Chihuahua cheese and Chihuahua-like cheeses. Four public areas were selected in different parts of the city of Chihuahua, and 88 untrained judges (22 per zone) were used for sensory testing. Preference and sensory acceptance of Chihuahua cheese and Chihuahua-like cheese made outside the state was determined. A proximate analysis of the 11 brands of Chihuahua cheese, found that Chihuahua cheese produced in the State of Chihuahua has a higher fat percentage than the Chihuahua-like cheese brands produced in other States of the Republic or imported from other countries. Subsequently, a survey, which identified the Chihuahua cheese brands most consumed by the population of the city of Chihuahua, found that the *Laurel* brand, one of the brands produced in Chihuahua, is the most consumed by the population of the city. The sensory testing and consumer survey results showed that there is a greater acceptance by consumers toward Chihuahua cheese produced in the State of Chihuahua than for that made out of the State.

Palabras clave: Chihuahua cheese, sensory study, acceptance, preference, survey.

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas. Circuito Universitario, Campus II. Chihuahua, Chih. México.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: ngutierrez@uach.mx.

Introduction

One of the main food industries in Chihuahua, Mexico, is the dairy industry, especially the cheese industry, being the Chihuahua cheese its principal product. In Chihuahua, the cheese factories ranging from small traditional companies to large industrialized factories; producing a wide variety of Chihuahua cheeses, with different characteristics of flavor and texture. However, nowadays the market is slowly saturated with brands of cheese labeled as "Chihuahua cheese" manufactured in the center and south of Mexico, or even imported from other countries like Chile and Uruguay (Gutiérrez-Méndez and Nevárez-Moorillon, 2009).

Chihuahua cheese or Mennonite cheese is one of the most popular and consumed cheeses in Mexico and the Hispanic community in the United States (Tunick *et al.*, 2008). The history of Chihuahua cheese is closely related to the Mennonite communities who migrated from Canada to Chihuahua, Mexico in 1922. The migration of this group of Mennonites brought the development of a cheese similar to Cheddar (Taylor-Hansen, 2005). The cheese of the Mennonites or «Mennonite cheese» gradually gained acceptance among the inhabitants of Chihuahua. After a time, the popularity of this cheese grew and transcended the region of Chihuahua. Consumers from the Center and Southern regions of Mexico identified the Cheese made by the Mennonites as «the Cheese made in Chihuahua» and with time it was known as Chihuahua Cheese (Gutiérrez-Méndez and Nevárez-Moorillon, 2009; NMX-F-738-COFOCALEC, 2011).

According to the Mexican Norm, Chihuahua cheese is defined as...«the product obtained from pasteurized whole cow's milk subjected to coagulation, draining, fermentation, salted, pressed and aged for a minimum of seven days at controlled room temperature and humidity, without any use of fats or proteins strange to milk»... (NMX-F-738-COFOCALEC, 2011). Chihuahua cheese color is yellow, and when it becomes ripe turns to a golden yellow. Its consistency is semi-hard and sliceable, and its sensory characteristics are similar to that of a one month aged Cheddar; although rheological analysis suggests it is more alike to fresh Colby cheese (Gutiérrez-Méndez and Nevárez-

Moorillon, 2009; Villegas, 2003). The growing demand of this cheese and the lack of origin denomination have motivated the introduction of Chihuahua-like cheeses in the national market. In the market, it is possible to identify types of Chihuahua cheese like: a) the traditional cheese made by the Mennonites, b) the cheese made in Chihuahua by producers who do not belong to the Mennonite community, c) the cheese labeled as «Chihuahua cheese» made outside the State of Chihuahua, d) and the cheese labeled as «Chihuahua cheese» imported from other countries. These imitations of the Mennonite cheese are mainly produced in central and southern states of Mexico, but some brands are also imported from Chile and Uruguay (Gutiérrez-Méndez and Nevárez-Moorillon, 2009; Tunick *et al.*, 2008).

Strictly speaking there is not a clear definition of the sensory and texture characteristics of the Chihuahua cheese. However, the perception of the consumer in Chihuahua is that the cheeses produced by Mennonites have a different flavor and texture than those cheeses produced in the center and south of Mexico, or the cheese imported from Uruguay and Chile. Chihuahua is a semi-arid State and due to the lack of vegetation, the cattle are fed with alfalfa, corn semolina and the Mennonites from Chihuahua also feed their cattle with oats (personal communication with Mennonite farmers). The cattle diet modifies the chemical composition of the milk, and hence the sensory properties of this. The milk produced from cows fed with pasture has different fatty acid composition and volatile compounds than the milk from cows fed

with grains (Buchin *et al.*, 1998; Tornambé *et al.*, 2006). The aim of this work was to understand the preferences of consumers from Chihuahua City toward Chihuahua cheese and Chihuahua-like cheeses.

Materials and Methods

Chihuahua cheese samples. Eleven brands of Chihuahua and Chihuahua-type cheese were used in this study. The samples included cheese brands manufactured in Chihuahua State (six brands), Mexico State (two brands) and brands imported from Chile (one brand) and Uruguay (two brands) labeled as Chihuahua cheese (see Table 1). The cheese samples were purchased in local markets and kept in their original packaging at 4 °C before their compositional and sensory analysis.

Table 1. Brands of Chihuahua and Chihuahua-type cheese used in the sensory study.

Brand	Origen	
	Country	State
Lala	Chile	
Esmeralda	Uruguay	
Soriana	Uruguay	
La Villita	Mexico	Mexico State
Alpura	Mexico	Mexico State
Sierra verde	Mexico	Chihuahua
Laurel	Mexico	Chihuahua
Los pinos	Mexico	Chihuahua
Campo Holandés	Mexico	Chihuahua
Rueda (without brand)	Mexico	Chihuahua
Sello dorado (analogue cheese)	Mexico	Chihuahua

Compositional analysis of Chihuahua cheese. Compositional analysis was carried out three times to each brand of Chihuahua and Chihuahua-type cheese. The determination of

moisture content and ash were performed by the method of AOAC (1998) 926.08 and AOAC 945.46 respectively. The salt content of each sample was determined with a saltmeter (Atago ES-421). The quantification of fat was performed according to the Mexican Norm NMX-F-710-2005 (NMX-F-710-COFOCALEC, 2005). Protein determination was measured by the Micro-Kjeldahl method AOAC 991.22. pH of the cheeses was determined using a potentiometer. Additionally, all cheese samples were subject to evaluation of alkaline phosphatase activity (to determine if the cheeses were made from unpasteurized milk), with a commercial kit LACTO-ZYMA (Hycel Reactivos Químicos, Mexico). Data collected from the compositional analysis were subject to statistical analysis by one-way ANOVA and Tukey's multiple means comparisons using the software Minitab 16 (Minitab Inc., 2010).

Sensory study. Affective tests were used to rate the acceptance of consumers toward different samples of Chihuahua cheese. The study was conducted in four different locations of Chihuahua City where many potential consumers congregate (two supermarkets, one church, and a public park). In order to avoid sensorial fatigue due to the large number of samples (eleven different brands of cheese), an incomplete balanced block design was used to distribute the combinations of brands and consumers (Meilgaard *et al.* 1999). According to this design, twenty-two consumers participated by location, every consumer evaluated only three samples, and each brand of cheese was evaluated six times by location. In total, 88 consumers participated in the sensory study, and each brand was assessed 24 times by different consumers.

Before the probe, the cheeses were cut in cubes of 1 cm, stored in hermetic plastic containers, and transported in coolers to the locations where the sensory tests were conducted. Each consumer assessed the texture and flavor of three cheese samples by an acceptance test using a 9 cm none structured

hedonic scale (Meilgaard *et al.*, 1999). Data collected were analyzed as an incomplete balanced block design (judges were considered as blocks) using the software Minitab 16 (Minitab Inc., 2010).

Consumer preference survey. Direct inquiries were applied face-to-face to 100 consumers from Chihuahua City as described by Meilgaard *et al.* (1999). Each respondent was supplied with a list containing 66 names of the Chihuahua cheese brands marketing in Chihuahua City. The consumers were asked to select from the list, the brand or brands of Chihuahua cheese most consumed. Data were collected in public places during the summer of 2011.

Results and Discussion

Composition of Chihuahua and Chihuahua-type cheeses. The cheese samples analyzed showed differences in their gross composition. The brand with the lowest moisture content was the «*Rueda cheese*» (Table 2). The low moisture content of Rueda cheese (or Chihuahua cheese manufactured with unpasteurized milk) has been reported by other authors like VanHekken *et al.* (2006) and Tunik *et al.* (2008). *Rueda cheese* is the original Mennonite cheese (without any specific brand) manufactured in small-scale using unpasteurized milk. In this study, only Rueda cheese was positive to phosphatase alkaline test, indicating that it was manufactured with unpasteurized milk. This traditional Mennonite cheese has a round shape like a wheel (*rueda* in Spanish), and its surface contains the blanket used during the molding of the cheese; although some producers also wrap the cheese surface with wax. In contrast, the Chihuahua cheese manufactured in large scale with pasteurized milk is vacuum packed using plastic bags with low moisture permeability. Whereas Rueda cheese is not packaged in plastic bags and thus the surface of the cheese becomes more dry after the first weeks of storage due to the low relative humidity in Chihuahua State.

The most evident differences in the composition of the cheese brands were the fat content and the fat protein proportion (see Table 2). The cheeses manufactured in Chihuahua State had more fat and a higher proportion of fat-protein than the cheeses not manufactured in Chihuahua (see Table 2). The fat content affects the rheology and texture of the cheese but produced a limited effect on taste and aroma (Guinee and McSweeney, 2006). The aroma perception decreases in the foods with more fat, because the lipophilic odorant molecules prefer to reside in the oil phase of the food matrix (Reineccius, 2006). Nevertheless, during the ripening of the cheese, fatty acids are released from triacylglycerols by the action of lipases. The fatty acids, in particular, the short-chain acids like butyric, caproic and caprylic contribute significantly to the flavor of the cheese (Fox and McSweeney, 1998). Recent evidence from animals suggests that there are specific lingual receptors for fatty acids (Taylor and Roberts, 2004). However, the sensory threshold of fatty acids may vary depending of each fatty acid and the composition of the food matrix. In milk, butyric acid (4:0) has a threshold of 46.1 ppm, whereas caprylic (6:0), capric (8:0) and palmitic (16:0) acids have a threshold of 30.4, 22.5 and 244.5 (Fox and McSweeney, 1998).

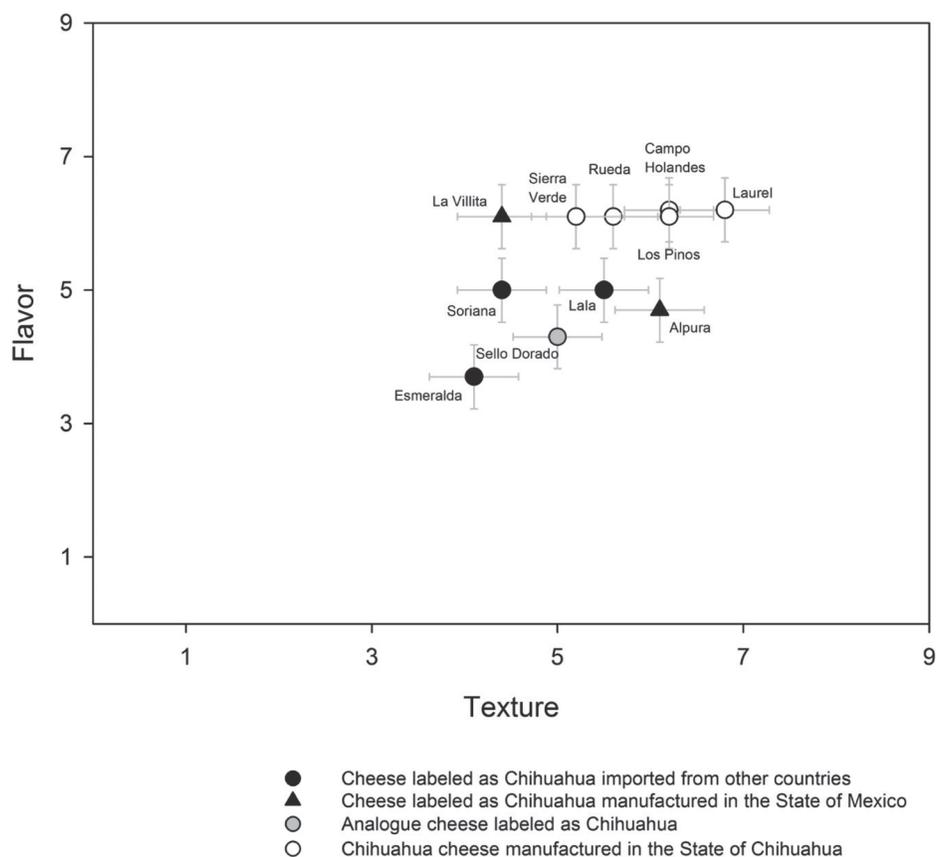
Variations in bovine milk fat composition (type and proportion of the fatty acids) are attributable to different factors, including the feeding of the cattle, like the proportion of forage (Palmquist and Jensen, 2008). The Mennonites settled in Chihuahua State, fed their cattle with a mixture of oats and forage (personal communication with Mennonite farmers from Chihuahua), whereas in the Center and Southern of Mexico, the milk cows are fed mainly with forage. For this reason, the milk from the Mennonite farms might contain different types of fatty acids, comparing with the milk from dairy cattle of the Center and Southern regions of Mexico.

Sensory evaluation. The 88 participants of the sensory study had a range of ages between 12 - 64 years old, with mean of 32 years old

(first quartile = 20, median = 27, third quartile = 43). All the participants expressed to be regular consumers of Chihuahua cheese. The 23% of the panel stated that they consumed Chihuahua cheese every day; whereas 20% consumed Chihuahua cheese once a week, and 19% three times a week. According to the statistical analysis, the consumers observed a significant difference in the flavor and texture of Chihuahua cheese brands.

(declared on the label of the cheese) with similar gross composition of regular Chihuahua cheese (Table 2). In this study, the panel gave low scores in flavor and texture to the analogue cheese, even without knowing that they were assessing an analogue cheese. Analogue cheese products replace the milk fat and non-fat milk solids by caseinates and vegetable oils. The price in the market of these cheese imitations is lower than real cheeses, because of the low cost of

Figure 1. Sensorial perception of Chihuahua City consumers toward different brands of Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese.



The cheeses perceived as the worst in flavor and texture were the brands *Esmeralda* and *Sello Dorado* (Figure 1). The brand *Esmeralda* (imported from Uruguay) presented the highest moisture and the lowest fat content (Table 2), producing a flavor and texture unusual for Chihuahua cheese. On the other hand, the brand *Sello Dorado* is an analogue cheese

vegetable oils and caseinates. However, the flavor of analogue cheeses cannot approach the flavor of a real cheese. The texture of an imitation cheese may also differ to the real cheeses due to the physicochemical characteristics of the vegetable oils, and the way the fat and protein are distributed in the cheese matrix (Bachman, 2001; Guinee, Caric, and Kaláb, 2004).

Table 2. Compositional analysis of the Chihuahua and Chihuahua-type cheese used for the sensory analysis.

Origen	Brand	Moisture (%)	Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)	Proportion fat - protein	pH	Salt
Cheese manufactured in Chihuahua State, Mexico	Campo Holandés	41.7 ^{ab}	3.6 ^{cd}	27.3 ^a	25.07 ^{abc}	1.09	5.82 ^{bc}	0.82 ^{cde}
	Rueda	38.6 ^d	3.4 ^{cde}	27.3 ^a	26.7 ^a	1.02	5.54 ^e	0.51 ^g
	Laurel	39.0 ^{cd}	3.4 ^{cde}	26.6 ^{ab}	22.6 ^{cd}	1.18	5.52 ^{ef}	0.83 ^{cd}
	Los Pinos	41.1b ^c	4.2 ^b	25.6 ^{ab}	26.02 ^{ab}	0.99	5.88 ^b	1.02 ^{ab}
	Sierra Verde	41.9 ^{ab}	3.2 ^{de}	27.3 ^a	23.5 ^{bcd}	1.16	5.46 ^f	0.69 ^{ef}
Analogue Chihuahua-type cheese	Sello Dorado	40.2 ^{bcd}	3.1 ^e	19.3 ^d	22.7 ^{cd}	0.85	5.81 ^c	0.81 ^{de}
Chihuahua-type cheese manufactured in Mexico State, Mexico	Alpura	40.8 ^{bcd}	3.4 ^{cde}	26.6 ^{ab}	21.6 ^d	1.23	5.49 ^{ef}	0.63 ^{fg}
	La Villita	43.8 ^a	3.7 ^c	22.3 ^{cd}	24.1 ^{bc}	0.92	5.38 ^g	1.15 ^a
Chihuahua-type cheese imported from Chile	Lala	41.8 ^{ab}	5.1 ^a	21.6 ^{cd}	25.7 ^{abc}	0.84	5.66 ^d	1.05 ^{ab}
Chihuahua-type cheese imported from Uruguay	Esmeralda	42.4 ^{ab}	3.6 ^{cd}	21.6 ^{cd}	27.06 ^a	0.80	5.7 ^d	0.95 ^{bc}
	Soriana	40.6 ^{bcd}	4.1 ^b	24.0 ^{bc}	25.4 ^{ab}	0.94	5.96 ^a	1.13 ^a
Standar error		0.479	0.075	0.635	0.485		0.012	0.027
Reference								
Van Hekken and Farkye, 2003		41-45	-	21-30	22-26	-	5.0-5.3	1.4-2.4
Van Hekken <i>et al.</i> 2006 ¹		37-41	-	30-36	24-29	-	-	-
Van Hekken <i>et al.</i> 2006 ²		39-45	-	30-35	24-28	-	-	1-1.5
Tunick <i>et al.</i> 2008 ^{1,2}		36-44	-	30-34	23-27	-	4.8-5.21	1-1.5
Diaz-Cinco <i>et al.</i> 1992		41.9	-	21.2	26.4	-	-	-
Mexican Norm NMX-F-738-COFOCALEC-2011		≤ 45		≥ 28	≥ 23		5.0-5.5	≥ 3
Cheddar cheese (Fox and McSweene, 1998)		36		34.4	25.5	-	5.4	-

a,b,c,d Values followed by superscripts with different letters in the same column are significantly different (P>0.05); repetitions by treatment (n) = 3.

(-) data not reported by the authors.

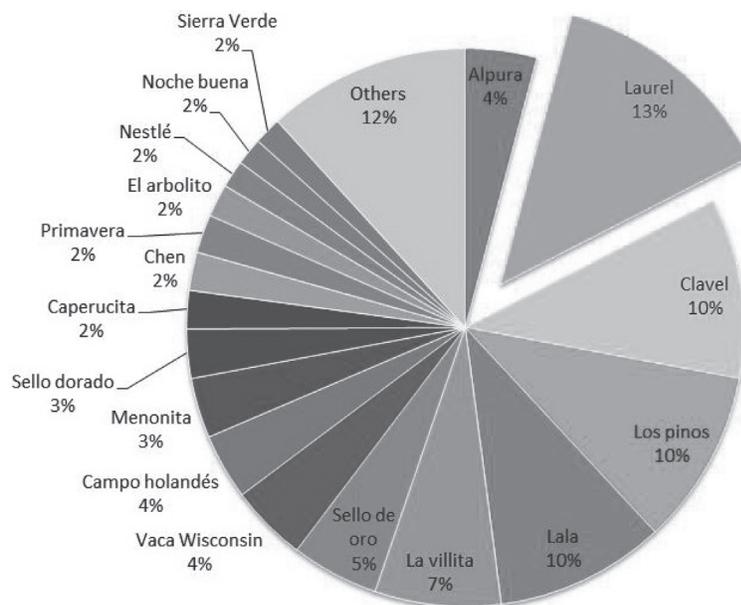
¹ Samples of Chihuahua cheese manufactured with unpasteurized milk in Cuauhtemoc, Chihuahua, Mexico.

² Samples of Chihuahua cheese manufactured with pasteurized milk in Cuauhtemoc, Chihuahua, Mexico.

All the cheese brands imported from other countries (*Soriana*, *Lala* and *Esmeralda*) had flavor scores below five, considering nine the maximum value. In contrast, all the cheese brands manufactured in Chihuahua State obtained flavor scores higher than five (see Figure 1). The consumers, with the exception of the brands *Lala* and *Alpura*; also poorly rated the Chihuahua-type cheeses in texture whereas the Chihuahua cheese (manufactured in Chihuahua State) got scores higher than five. Consumers considered that the cheese brand Laurel was the best in flavor and texture (Figure 1). The cheese rated as the best in flavor and

texture, was the sample that met the consumer expectations about how Chihuahua cheese should taste. The brand *Laurel* is produced by one of the oldest cheese factories of the Mennonite community settled in Chihuahua State. The cheese Laurel was at first like a traditional *Rueda cheese*, manufactured with unpasteurized milk and coated with beeswax. Today, this cheese is manufactured in large scale using pasteurized milk and vacuum packed in plastic bags. The success of this cheese in the market was due to keeping its flavor similar to the traditional *Rueda cheese*.

Figure 2. Consumer preference of Chihuahua cheese brands in Chihuahua City. Data collected through face to face inquiries applied to one hundred of consumers.



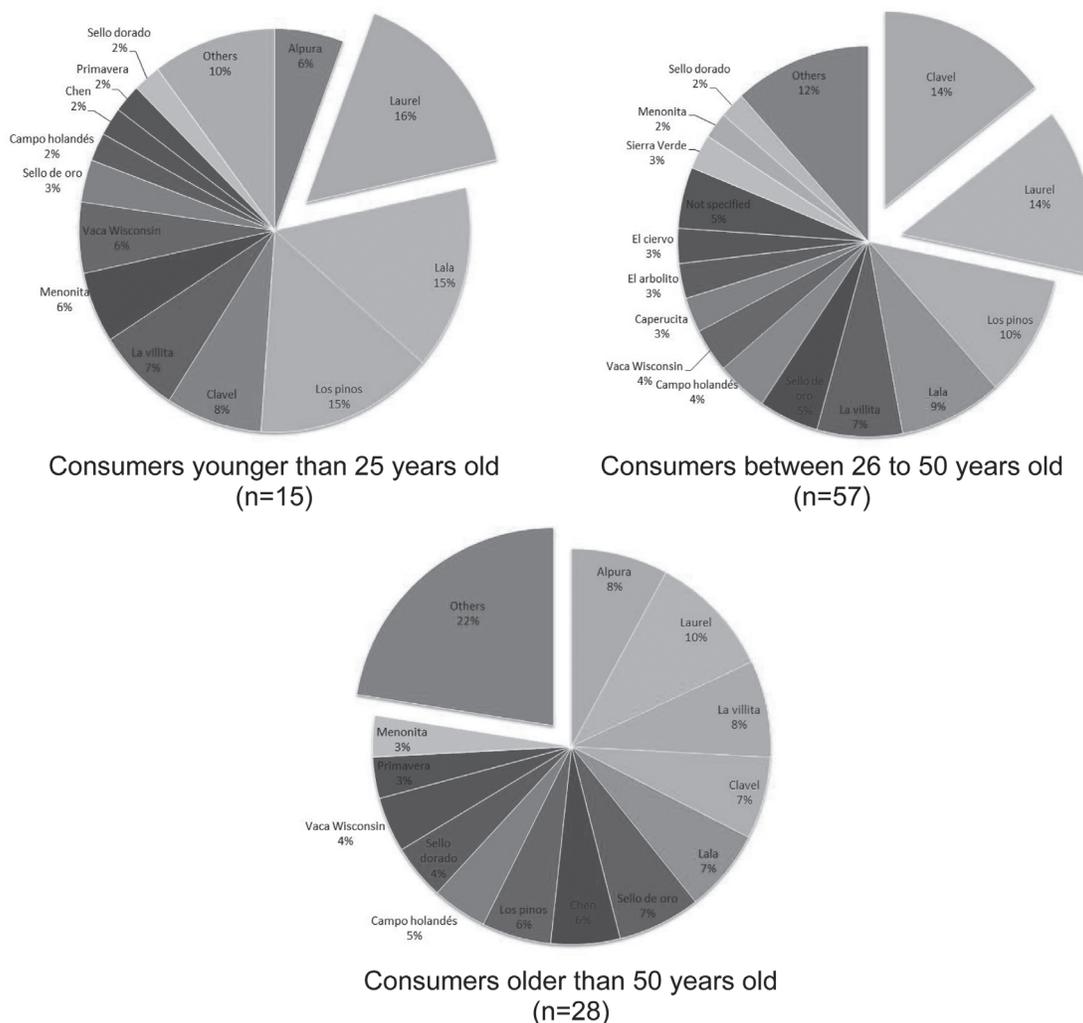
Consumer preference survey. A total of 100 consumers were surveyed (38 males and 62 females) with an age range between 17 - 89 years old, with mean of 41 years old (first quartile = 29.25, median = 41, third quartile = 52.75). All the participants expressed to be regular purchasers of Chihuahua cheese. Consumers surveyed included students living alone or with roommates, providers for small family (2-3 family members), and providers for medium families (4-6 family members). Consumer behavior is a complex issue; consumers tend to take several factors into account when it comes to purchasing a dairy product. Aside from sensory preferences, there is also a significant relationship between availability, packaging, advertisement, and price of dairy products; and consumer behavior in buying dairy products (Manafzadeha *et al.*, 2012).

The consumer survey showed Laurel cheese to be the Chihuahua cheese brand most preferred by consumers (13%). Other high-ranking brands included Clavel (10%) and Los pinos (10%) both of which are made in the State

of Chihuahua. Cheeses made outside the State of Chihuahua received a low consumer preference; except for Lala (10%) a brand imported from Chile by one of the most prominent and well recognized brands in Mexico. Overall, 78% of consumers indicated that they preferred cheese brands with made inside the State of Chihuahua, while only 22% preferred brands of cheese made outside the State of Chihuahua (Figure 2).

Consumers younger than 25 years old expressed a buying preference for Laurel, Lala and Los pinos. These 3 brands, two of which are from the State of Chihuahua had an overall preference of 46%. Consumers between the ages of 26 and 50 showed a preference for the Laurel (Chihuahua), Clavel (Chihuahua), Los pinos (Chihuahua), Lala (Chile) and La villita (Mexico) brands, with a an overall preference of 54%. Consumers older than 50 years did not show much difference between percentages with the «others» section having the most preference (Figure 3).

Figure 3. Consumer preference of Chihuahua cheese brands according their age. Data collected through face to face inquiries applied to consumers from Chihuahua City.



According to these results, *Laurel*, *Clavel*, *Los pinos* and *Lala* are the most consumed cheese brands in Chihuahua City; from these, only *Lala* is produced outside the state of Chihuahua (Chile). None the less, it can also be argued that consumers can be influenced by marketing; as seen with the *Lala* brand, which even though it received an intermediate score in the sensory study, still happens to be one of the most consumed brands. This is probably because *Lala* is a largely known dairy brand in Mexico, and people may be buying the brand for its prestige and not the cheese for its sensory properties.

Conclusion

The compositional analysis of different brands of Chihuahua and Chihuahua-type cheeses showed that cheese made inside the state of Chihuahua had higher fat content than those made outside of the state. The average consumer from Chihuahua city preferred the cheese made inside the state of Chihuahua. According to the sensory evaluation (using blind samples), the cheese brands *Laurel*, *Campo Holandes* and *Los pinos* obtained the highest scores in flavor and texture. Additionally, consumers perceived remarkable differences in

flavor and texture between the analogue cheese and the cheeses made with whole milk. On the other hand, from the results of the surveys applied face-to-face to one hundred of consumers from Chihuahua City the brands *Laurel*, *Clavel*, *Los pinos* and *Lala* were considered as the most preferred and consumed.

References

- AOAC. 1998. *Official Methods of Analysis. Chapter 33* (16 ed.). Washington D.C. USA: Association of Official Analytical Chemists.
- BACHMAN, H.-P. 2001. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, 11, 505–515.
- BUCHIN, S., V. Delague, G. Duboz, J. L. Berdague, E. Beuvier, S. Pochet, and R. Grappin. 1998. Influence of Pasteurization and Fat Composition of Milk on the Volatile Compounds and Flavor Characteristics of a Semi-hard Cheese. *Journal of dairy science*, 81(12), 3097–3108.
- FOX, P. F., and P. L. McSweeney. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry* (1st ed.). New York: Blackie Academic and Professional.
- GUINEE, T. P., and P. L. McSweeney. 2006. Significance of milk fat in cheese. In P. F. Fox & P. L. McSweeney (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 2, pp. 377–440). New York: Springer.
- GUINEE, T. P., M. Caric, and M. Kaláb. 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. In P. F. Fox, P. L. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese chemistry, physics and microbiology* 2:434). London UK: Elsevier Academic Press.
- GUTIÉRREZ-MÉNDEZ, N., and G. V. Nevárez-Moorillon. 2009. Chihuahua cheese: the history of a mexican cheese. *Carnilac Industrial*, 24(5), 27–34.
- MANAFZADEHA, Z., A. Ghafarloob, M. C. Sayadanc, J. S. Sendi, S. Elahi, S. Hosseinzadeh and N. Janati. 2012. Does marketing mix have effect on consumers behavior of dairy products? *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(6), 5823–5827.
- MEILGAARD, M., G. V. Civille, and B. T. Carr. 1999. *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton Florida: CRC Press.
- NMX-F-710-COFOCALEC. *NMX-F-710-COFOCALEC-2005 Sistema producto leche -alimentos – lácteos – determinación de grasa en quesos – método de prueba* (p. 9). Mexico: Diario Oficial de la Federación.
- NMX-F-738-COFOCALEC. *Sistema producto leche - alimentos - lácteos - queso Chihuahua - denominación, especificaciones y métodos de prueba.*, NMX-F-738-COFOCALEC. Mexico: Diario Oficial de la Federación.
- PALMQUIST, D. P., and R. G. Jensen. 2008. Fatty acids in milk fat. In C. K. Chow (Ed.), *Fatty acids in Food and their Health Implications* (pp. 109–126). Boca Raton FL: CRC Press.
- REINECCIUS, G. 2006. *Flavor chemistry and Technology*. Boca Raton FL: Taylor and Francis Group.
- TAYLOR, A. J., and D. D. Roberts. 2004. *Flavor Perception*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd.
- TAYLOR-HANSEN, L. D. 2005. Las migraciones menonitas al norte de México entre 1922 y 1940. *Migraciones Internacionales*, 3(1), 5–31.
- TORNAMBÉ, G., A. Comu, P. Pradel, N. Kondjoyan, A. P. Carnat, M. Petit, and B. Martin. 2006. Change in terpene content in milk from pasture-fed cows. *Journal of dairy science*, 6, 2309–2319.
- TUNICK, M. H., D. L. VanHekken, F. J. Molina-Corral, P. M. Tomasula, J. Call, J. Luchansky, and A. A. Gardea. 2008. Queso Chihuahua: manufacturing procedures, composition, protein profiles, and microbiology. *International Journal of Dairy Technology*, 61, 62–69.
- VANHEKKEK, D. L., M. A. Drake, F. J. Molina-Corral, V. M. Guerrero-Prieto, and A. A. Gardea. 2006. Mexican Chihuahua cheese: sensory profiles of young cheese. *Journal of dairy science*, 89, 3729–3738.
- VILLEGAS, A. 2003. *Los quesos Mexicanos* (2nd ed.). Estado de México, México: Universidad Autónoma de Chihuahua. 

Este artículo es citado así:

Almanza-Rubio, J. L., R. E. Orozco-Mena y N. Gutiérrez-Méndez. 2013: *Assessing consumer preference toward Chihuahua cheese and Chihuahua-type cheese*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 7(3): 123-131.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

JOSÉ LUIS ALMANZA RUBIO. Cursó la carrera de Ingeniero Químico en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se encuentra cursando la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos en la misma facultad.

RAÚL EDUARDO OROZCO MENA. Cursó la carrera de Ingeniero Químico en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se encuentra cursando la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos en la misma facultad.

NÉSTOR GUTIÉRREZ MÉNDEZ: Ingeniero Agroindustrial por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), con maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y doctorado en Ciencia de los Alimentos por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Actualmente se desempeña como profesor investigador en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Participa en los programas de licenciatura y en el posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Ha sido ganador en dos ocasiones del Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos y actualmente miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I.

Respuesta de vacas Criollas de Rodeo a la suplementación con selenio y propionato de calcio, y a la sincronización de la ovulación

Response of Creole Rodeo cows to selenium and calcium propionate supplementation, and to synchronization of ovulation

CESAR SÁNCHEZ-ARCINIEGA¹, JOSÉ ALEJANDRO RAMÍREZ-GODÍNEZ^{1,2}, DAVID DOMÍNGUEZ-DÍAZ¹, GABRIELA CORRAL-FLORES¹, JUAN ALBERTO GRADO-AHUIR¹, ALBERTO FLORES-MARIÑELARENA¹
Y EDUARDO SANTELLANO-ÉSTRADA¹

Recibido: Junio 15, 2012

Aceptado: Diciembre 5, 2012

Resumen

Se evaluó el efecto de propionato de calcio (CaP) y selenio de sodio (Se) sobre la ganancia diaria de peso (GDP), espesor de grasa dorsal (EGD), condición corporal (CC) y la tasa de preñez (PR) en vacas Criollas de Rodeo (CR). Se utilizaron 45 vacas sin cría, divididas en cuatro tratamientos nutricionales: TN1 (n=11), concentrado, TN2 (n= 11), 10.95 mg Se/50 kg de peso vivo (Se/PV); TN3 (n=11), concentrado + 100 g CaP y TN4 (n=12), Se/PV + concentrado + 100 g CaP. Vacas con cuerpo lúteo (n=34) se asignaron a dos tratamientos hormonales (TR); el d=0, un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) y 100 mcg de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), el d=8, retiro del CIDR e inicio de tratamientos TR1 (n=18), 25 mg de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) y 400 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG), a 56 h de retirado el dispositivo 100 mcg de GnRH e inseminadas a tiempo fijo (IATF). En TR2 (n=16), igual a TR1 sin eCG. La CC fue similar (P>0.05) entre los TN, el CaP tuvo un efecto negativo (P<0.0001) sobre la GDP en el tiempo (T) y la interacción T*CaP fue significativa (P= 0.0192). El EGD fue similar entre tratamientos (P>0.05). El Se no tuvo efecto en CC, ni el Se o CaP mejoraron (P > 0.05) la PR. La eCG no mejoró la fertilidad (31.58% y 46.67%, P>0.05, respectivamente) con GnRH al momento de la IATF. La administración de Se y CaP no mejoraron la CC, EGD y la fertilidad.

Palabras clave: Criollo de Rodeo, propionato de calcio, selenio, sincronización de la ovulación.

Abstract

The effect of calcium propionate (CaP) and sodium selenium (Se) on average daily gain (ADG), backfat thickness (BF), body condition (BCS) and on pregnancy rate (PR) was evaluated in Creole Rodeo cows (CR). Forty-five dry CR cows were randomly assigned to TN1 (n = 11), concentrate only; TN2 (n = 11), 10.95 mg Se/50 kg BW; TN3 (n = 11), concentrate + 100 g CaP and TN4 (n = 12), 10.95 mg Se/50 kg of BW + concentrate + 100 g CaP. Cows with a corpus luteum (n = 34) were assigned to two hormonal treatments (TR) and received an eight day controlled releasing intravaginal devise (CIDR) and 100 mcg of gonadotropin releasing hormone (GnRH). On d=8 the CIDR was removed and in TR1 (n=18) received 25 mg PGF_{2α}, 400 IU eCG and 56 h later 100 mcg GnRH, and were fixed-time AI (FTAI). In TR2 (n=16), the same procedure as in TR1 without eCG. BCS was similar (P > 0.05) between TN, CaP had a negative effect (P<0.0001) on ADG in time (T) and the interaction CaP x time was significant (P= 0.0192). BF was similar between TN (P > 0.05). The use of Se had no effect on BCS and supplementing Se or CaP had no effect (P > 0.05) on PR; similarly, eCG did not improved fertility (31.58 % and 46.67 %, P > 0.05, respectively) in GnRH treated CC at FTAI. The administration of Se and/or CaP supplementation did not improved the BSC, BF or PR in CC.

Keywords: Creole Rodeo cows, calcium propionate, selenium, ovulation synchronization.

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

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: aramirez@uach.mx.

Introducción

El ganado Criollo de Rodeo (CR) es un recurso genético de interés por su capacidad de adaptación a ecosistemas agrestes, resistencia a enfermedades y por tener un biotipo preferente para el deporte del rodeo americano (Félix *et al.*, 2006), donde lo prefieren por la conformación de sus cuernos y resistencia física. Este ganado se produce en condiciones extensivas, bajo un manejo tradicionalista caracterizado por su escasa tecnificación.

Las vacas CR tienen baja tasa de gestación, en promedio se preñan cada dos o tres años (Félix *et al.*, 2006), lo cual es una desventaja porque afecta la eficiencia reproductiva, la productividad y la rentabilidad de la operación comercial del CR. En el ganado bovino especializado se han implementado biotecnologías reproductivas como la sincronización del estro y ovulación para incorporar la Inseminación Artificial (IA) en los hatos (Larson *et al.*, 2009), con el propósito de disminuir el intervalo entre partos, fomentar el mejoramiento genético, acortar el empadre, sincronizar partos y obtener lotes de becerros homogéneos para facilitar la selección (Busch *et al.*, 2008). Para lograr lo anterior, es requisito que el ganado esté sujeto a un programa de manejo nutricional (Ramírez-Godínez y Miller-Garza, 2004). En el caso del ganado CR poca o rara vez es suplementado, porque no se tiene control sobre su condición corporal, que es un indicador confiable del estado nutricional para garantizar los parámetros productivos y reproductivos de las hembras CR. Por otra parte, varias investigaciones reportan que el CR no tiene respuesta favorable a los protocolos de sincronización del estro y ovulación tradicionalmente usados en ganado productor de carne (Torres *et al.*, 1997; Ramírez-Godínez *et al.*, 1998; Zárate *et al.*, 2010; Beltrán, 2010). Por lo anterior, es necesario desarrollar metodologías de suplementación nutricional y programas de sincronización de estros en esta raza de ganado. Los objetivos fueron evaluar el efecto del selenio de sodio (Se) y propionato de calcio (CaP) en la condición corporal (CC), la ganancia diaria de peso (GDP) y espesor de

grasa dorsal (EGD) en vacas CR suplementadas en un periodo de 60 días cada tercer día, y la respuesta de este ganado a los tratamientos hormonales basados en la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) y hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) sobre la tasa de preñez (PR).

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Centro de Mejoramiento Genético «La Campana A.C.» localizado en el km 80 de la carretera Chihuahua-Ciudad Juárez, con una altitud norte de 29° 20' y 106° 20' longitud oeste, a 1,570 msnm. El clima es semiárido BSoRw, templado, con lluvias en verano y con una precipitación promedio anual de 385 mm. La temperatura media anual es de 16 °C (INEGI, 2004). Se utilizaron 45 vacas Criollas de Rodeo (CR) multíparas, sin cría, fueron asignadas al azar en dos potreros con pastoreo rotacional cada 30 d. Su fuente de alimentación fue pastos nativos (*Eragrostis lehmanniana* Nees, *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*) predominantes de la zona y suplementadas con 2 kg de concentrado cada tercer día (29 ± 1.6% de PC) por 60 d. Adicionalmente, las vacas fueron divididas en cuatro tratamientos nutricionales (TN); TN1 (n=11), concentrado. TN2 (n=11), concentrado + la aplicación i. m. de 10.95 mg Se/50 kg de peso vivo (PV); en dosis única al inicio del tratamiento. TN3 (n=11), 100 g de propionato de calcio (CaP) adicionado en el concentrado y TN4 (n=12), Se/50 kg de PV; + 100 g CaP). Para determinar la ganancia diaria de peso (GDP), las vacas fueron pesadas cada 20 d. El espesor de grasa dorsal (EGD)

se determinó por ultrasonografía aplicando la técnica de Perkins *et al.* (1992). La condición corporal (CC) fue determinada de acuerdo a la metodología descrita por Richards *et al.* (1986), en la escala de 1 = emaciada y 9 = obesa. Posteriormente, a los TN se seleccionaron 34 animales con CC de 4.5 ± 0.2 , para asignarlas a dos tratamientos hormonales, para lo cual fueron examinadas por ultrasonografía vía rectal (Buckrell *et al.*, 1986), confirmando su actividad ovárica (presencia de cuerpo lúteo) tres días antes de aplicar los protocolos hormonales. El d=0, a cada vaca se le colocó un CIDR con 1.9 g de progesterona y 100 mcg de GnRH por vía i.m., el d=8 se retiró el CIDR y se administró i.m. 25 mg de PGF_{2α}, y se inició con los tratamientos TR1 (n= 18), recibieron adicionalmente 400 UI de eCG (d=8) y a las 56 h de retirado el dispositivo se aplicaron 100 mcg de GnRH y se inseminaron a tiempo fijo (IATF). En TR2 (n=16), se siguió el mismo procedimiento que TR1, excepto la aplicación de eCG (Figura 1). El diagnóstico de preñez se realizó a los 45 d post IATF, con ultrasonografía. Para el análisis de la primera fase experimental se utilizó un arreglo factorial 2X2 con medidas repetidas en el tiempo, mediante una asignación completamente al azar de las unidades experimentales a los tratamientos. El efecto sobre las variables continuas de GDP y EGD fueron analizados usando el procedimiento MIXED de SAS® (SAS, 2002), utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + Se_i + CaP_j + SeCaP_{ij} + T_k + SeT_{ik} + CaPT_{jk} + SeCaPT_{ijk} + e_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = variable de respuesta,
- μ = media poblacional,
- Se_i = efecto del i-ésimo nivel de selenio (i = 1, 2),
- CaP_j = efecto del j-ésimo nivel de propionato de calcio (j = 1, 2),

$SeCaP_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de selenio y de j-ésimo nivel de propionato de calcio,

T_k = efecto del k-ésimo Tiempo (k= 1, 2, y 3),

SeT_{ik} = efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de selenio y el k-ésimo Tiempo,

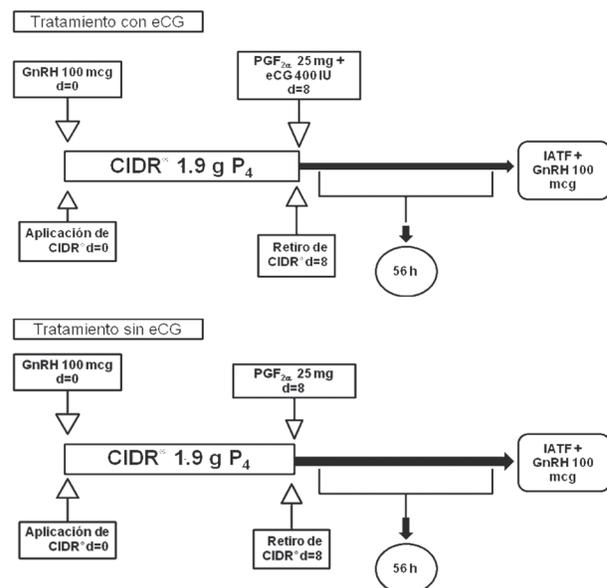
$CaPT_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel de propionato de calcio y el k-ésimo Tiempo,

$SeCaPT_{ijk}$ = efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de selenio, j-ésimo nivel de propionato de calcio y el k-ésimo Tiempo,

e_{ijk} = error experimental.

La CC fue analizada mediante el procedimiento FREQ del paquete SAS® (SAS, 2002).

Figura 1. Protocolos de sincronización de la ovulación en vacas Criollas de Rodeo (CR) con un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR), prostaglandina F_{2α}, hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y gonadotropina coriónica equina (eCG).



En la segunda fase del experimento, se realizó una asignación de los dos tratamientos completamente al azar y se midió la preñez.

Los resultados fueron analizados usando una prueba de Chi cuadrada (X^2) mediante el procedimiento FREQ de SAS® (SAS, 2002), utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij},$$

Donde:

Y_j = variable de respuesta,

μ = media poblacional,

A_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2$),

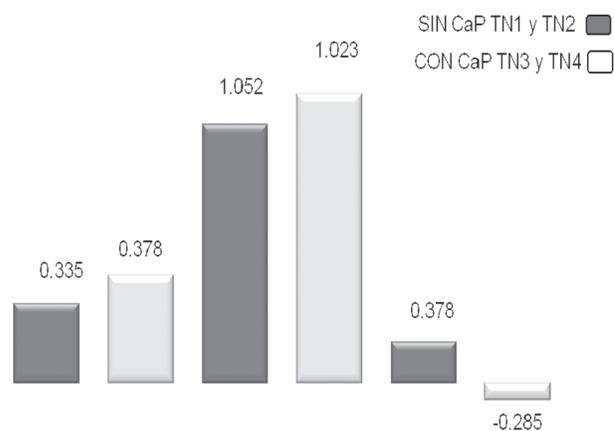
e_{ij} = error experimental.

Resultados y Discusión

La suplementación con Se no tuvo efecto en la CC de las vacas CR ($P > 0.05$) entre los TN a través de las mediciones 20, 40 y 60 d (1.32 ± 0.10 vs 1.22 ± 0.08 ; 3.68 ± 0.21 vs 3.91 ± 0.29 y 4.59 ± 0.25 vs 4.39 ± 0.24 , respectivamente), lo que coincide con lo reportado por Del Razo *et al.* (2002), quienes tampoco encontraron efecto de la suplementación de Se en el PV, y la CC de vacas lecheras en pastoreo. De igual forma, no se encontró diferencia ($P > 0.05$) al utilizar CaP en la CC de las vacas, ya que los valores de 1.32 ± 0.10 vs 1.22 ± 0.08 ; 4.23 ± 0.28 vs 3.39 ± 0.19 y 4.77 ± 0.24 vs 4.22 ± 0.24 en las mediciones 20, 40 y 60 d, lo que también concuerda con las investigaciones de Ceballos *et al.* (2002) y Çağdaş *et al.* (2009) al no encontrar diferencias en la CC en vacas lecheras suplementadas CaP. Para EGD se encontraron valores de 0.13 ± 0.02 cm vs 0.12 ± 0.02 cm; 0.32 ± 0.02 cm vs 0.31 ± 0.02 cm y 0.55 ± 0.02 cm vs 0.58 ± 0.02 cm en vacas sin y con Se, respectivamente. El no encontrar efecto del tratamiento ($P > 0.05$) con Se, quizás se deba, simplemente, a que los efectos de este mineral sólo son notorios en vacas selenio-deficientes. Para los tratamientos sin y con CaP se encontró 0.13 ± 0.02 vs 0.12 ± 0.02 cm; 0.33 ± 0.02 vs 0.30 ± 0.02 cm y 0.58 ± 0.02 vs 0.54 ± 0.02 cm de EGD en las mediciones a los 20,

y 60 d respectivamente. En el presente estudio no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en CC y EGD al utilizar Se o CaP; sin embargo, como se puede observar las vacas al inicio de los TN estaban en una CC y EGD muy baja y estas fueron recuperadas durante la suplementación. Con lo que se puede inferir que el solo hecho de suplementar, mejora sustancialmente el balance energético del animal y, con ello, la CC, GDP y EGD. Por otra parte, el uso de Se no mostró efecto ($P > 0.05$) sobre la GDP (0.303 ± 0.136 vs 0.410 ± 0.146 kg; 0.980 ± 0.136 vs 1.094 ± 0.136 kg y 0.159 ± 0.136 vs -0.066 ± 0.132 kg valores encontrados para tratamientos sin y con Se en pesaje 20, 40, y 60 d, respectivamente) y, aun cuando los valores de GDP para el pesaje 60 d muestran una pérdida de peso, esta se debió tal vez al efecto del CaP. Además se encontró que el CaP no mejoró la GDP y tuvo un efecto negativo ($P < 0.0001$) en GDP en el tiempo (T) y la interacción de CaP*T fue significativa ($P < 0.05$) encontrándose GDP sin y con CaP de 0.335 ± 0.138 vs 0.378 ± 0.142 kg; 1.052 ± 0.138 vs 1.023 ± 0.132 kg y 0.378 ± 0.135 vs -0.285 ± 0.132 kg, respectivamente, para pesajes 20, 40 y 60 d como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Cuadrados mínimos para la ganancia diaria de peso cada 20 d en vacas Criollas de Rodeo (CR) suplementadas por 60 d con concentrado, con o sin la adición de 100 g de propionato de calcio (CaP) bajo condiciones de agostadero.



De acuerdo con Wetteman *et al.* (2003), quienes sugirieron que la pérdida de peso corporal puede ser exacerbada por las condiciones ambientales y la cantidad y calidad del forraje. Tal vez el gasto de energía puede ser atribuido al trabajo muscular asociado con el desplazamiento de los animales entre la fuente de agua disponibles y las especies de forraje de mayor calidad, debido a la aleatorización y rotación de los potreros con una diferencia clara en las pendientes, con lo que el grupo de animales de TN3 (sin SE con CaP) y TN4 (Con Se y CaP) pudieron quedar en desventaja al permanecer en un potrero con pendientes mayores a finales de la temporada de sequía.

Cuadro 1. Tasa de preñez en vacas Criollas de Rodeo (CR) tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro del dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR).

Diagnóstico	Tratamiento	
	TR1	TR2
Gestantes	31.58%	46.67%
Vacías	68.42%	53.33%

TR1 = Tratamiento hormonal con 400 UI de eCG
 TR2 = Tratamiento hormonal sin eCG.
 (P > 0.05)

La suplementación con Se o CaP no tuvo ningún efecto (P > 0.05) en la tasa preñez (33.33 vs 43.75% sin y con Se; 46.67 vs 31.51% sin y con CaP, respectivamente). El tratamiento hormonal basado en el uso de eCG al retiro de CIDR no mejoró la fertilidad en CR (P > 0.05) en comparación a las tratadas solo con GnRH en IATF (31.58 y 46.67%, respectivamente) como se muestra en el Cuadro 1. Los resultados sugieren que el uso de eCG al momento de retirar el CIDR no mejoró la fertilidad, posiblemente por la excelente CC de las vacas al inicio de los tratamientos hormonales, y la gran variabilidad de respuesta que presenta el ganado CR. Espinal y García (2009) y Fernández y Villegas (2002) encontraron

resultados positivos en vacas con CC pobre al utilizar eCG, mientras que Cutaia *et al.* (2003) sugirieron que las vacas en CC buena no necesitan del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular. Aún así, los resultados en ambos tratamientos con GnRH en el presente estudio fueron superiores a los obtenidos con tratamientos similares en ganado CR por Zárate *et al.* (2010), quienes reportaron una fertilidad de 18.2%, y Beltrán (2010), utilizando E₂ 24 h después del retiro del CIDR reportó una fertilidad de 27.27%; sin embargo, con el uso de la eCG 24 h de retirado el CIDR obtuvo en 60% de fertilidad, sugiriendo un efecto sobre el desarrollo folicular y la ovulación como se ha reportado en estudios previos en de ganado de carne (Ramírez-Godínez *et al.*, 2000).

Conclusiones

La administración de selenio y/o la suplementación de propionato de calcio en días alternos durante 60 días, no mejoró la ganancia diaria de peso, el espesor de grasa dorsal, la condición corporal y la fertilidad en las vacas Criollas de Rodeo. Los últimos 20 d del periodo de suplementación, el propionato de calcio tuvo un efecto negativo sobre la ganancia diaria de peso. El uso de eCG al retiro de CIDR en vacas Criollas de Rodeo tratadas con GnRH al momento de insertar el CIDR y 56 horas después de retirarlo a la IATF no mejoró la fertilidad.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Chihuahua y la Facultad de Zootecnia y Ecología.

A CONACyT.

A la Fundación PRODUCE de Chihuahua A. C. por el financiar el proyecto «Desarrollo y Fortalecimiento de la Cadena Ganado Criollo de Rodeo de la Sierra de Chihuahua»

A la Asociación de Productores de Ganado Criollo de Rodeo (ASOCRIOLLO) por su apoyo para realizar esta investigación.

Literatura Citada

- BELTRÁN, P. L. V. 2010. Sincronización del estro y ovulación en vacas y vaquillas Criollas de Rodeo. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Mex.
- BUCKRELL, B. C., B. N. Bonnett and W. H. Johnson. 1986. The use of real-time ultrasoundrectally for early pregnancy diagnosis in sheep. *Theriogenology* (5):665-673.
- BUSCH, D. C., D. J. Schafer, D. J. Wilson, D. A. Mallory, N. R. Leitman, J. K. Haden, M. R. Ellersieck, M. F. Smith, y D. J. Patterson. 2008. Timing of artificial insemination in postpartum beef cows following administration of the CO-Synch + CIDR protocol. *J. Anim. Sci.* 86: 1519-1525.
- Çağdaş, K., O. Abdülkadir, y U. Duygu. 2009. Effects of calcium propionate by different numbers of applications in first week postpartum of dairy cows on hypocalcemia, milk production and reproductive disorders. *J. Anim. Sci.* 8: 259-270.
- CEBALLOS, A., L. López, N. A. Villa, P. M. Gómez, y M. Vélez. 2002. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 15:13-25.
- CUTAIA, L., G. Veneranda, R. Tríbulo, P. S. Baruselli, y G. A. Bó. 2003. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos. In V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. Argentina, 27 al 29 de junio de 2003. p 119
- DEL RAZO, R. O. E., E. A. González, M. J. G. García, A. R. López, B. M. Huerta y M. J. A. Cadena. 2002. Uso de bolos para suplementar selenio a vacas lecheras. In Memorias del XXX Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. 13 al 15 de Octubre de 2002. Guadalajara, Jal., Mexico. p 149
- ESPINAL, T. A. G. y M. B. E. García. 2009. Efecto de la aplicación de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B® sobre el porcentaje de preñez en vacas de aptitud lechera con baja condición corporal. Tesis de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
- FÉLIX, P. M., J. G. R. Ríos, G. E. de la V. Erosa y F. A. Rodríguez. 2006. Secuenciación de nuevos alelos BoLA-DRB3.2 detectados en ganado Criollo mexicano. *Téc. Pecu. Méx.* 1:15-25.
- FERNÁNDEZ, A. D., y N. Villegas. 2002. Efecto del momento de administración de GnRH sobre la tasa de concepción de hembras sincronizadas con progestágenos. *Producc. Ovin.* 15:39-42.
- INEGI. 2004. Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua.
- LARSON, J. E., K. N. Thielen, B. J. Funnell, J. S. Stevenson, D. J. Kesler, y G. C. Lamb. 2009. Influence of a controlled internal drug release after fixed-time artificial insemination on pregnancy rates and returns to estrus of nonpregnant cows. *J. Anim. Sci.* 87:914-921.
- PERKINS, T. L., R. D. Green and K. E. Hamlin. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J Anim Sci.* 70(4):1002-1010.
- RAMÍREZ, G. J. A., F. Rodríguez, C. O. Espinoza y S. R. Valdés. 2000. Uso de la PMSG o PGF_{2a} al retirar el implante del SMB en vacas productoras de carne. *Agrociencia.* 34:423-428.
- RAMÍREZ-GODÍNEZ, J. A., J. F. Torres Simental, J. A. Gómez Castañeda, A. Flores Mariñelarena, J. A. Jiménez Castro y F. A. Rodríguez Almeida. 1998. Aspectos reproductivos del ganado Criollo (Rodeo). Memoria Segundo Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: Ganado Criollo. Programa Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios. 13 al 14 de agosto de 1998. Chihuahua, Chih., México. p 23.
- RAMÍREZ-GODÍNEZ, J. A., y B. Miller-Garza. 2004. Adelantos Biotécnicos en Reproducción Animal Aplicada a Bovinos de Carne. Ed. Dirección de Extensión y Difusión Cultural. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- RICHARDS, M. W., J. C. Spitzer y M. B. Warner. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62: 300-306.
- SAS INSTITUTE. 2002. *SAS User's guide.* SAS Institute Inc., Cary, NC.
- TORRES-SIMENTAL, J. F., J. A. Ramírez-Godínez, F. A. Rodríguez-Almeida, A. Flores-Marileñarena y J. A. Jiménez. 1997. Respuesta al Syncromate-B en tres diferentes estadios del ciclo estral en vacas Criollas (Rodeo) de Chihuahua y Hereford. Memoria del XXVI Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. 21 al 24 de mayo de 1997. Chapingo Mex., México. p 21
- WETTEMANN, R. P., C. A. Lents, N. H. Ciccioi, F. J. White, y I. Rubio. 2003. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81:48-59.
- ZÁRATE, M. J. P., J. A. Ramírez-Godínez y F. A. Rodríguez-Almeida. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización del estro. *Mesoamerican J. of Agronomy- Agricultural and Livestock.* 1:121-130. 

Este artículo es citado así:

Sánchez-Arciniega, C., J. A. Ramírez-Godínez, D. Domínguez-Díaz, G. Corral-Flores, J. A. Grado-Ahuir, A. Flores-Mariñelarena y E. Santellano-Estrada. 2013: *Respuesta de vacas Criollas de Rodeo a la suplementación con selenio y propionato de calcio, y a la sincronización de la ovulación* 7(3): 132-138.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

CESAR SÁNCHEZ ARCINIEGA. Terminó su licenciatura en 2007, año en que le fue otorgado el título de Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Reproducción y Genética Animal en 2012 por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Cuenta con 3 Memorias en Extenso de congresos como autor. Es autor del Manual Técnico de Sincronización e Inseminación Artificial en Ganado Criollo de Chihuahua.

JOSÉ ALEJANDRO RAMÍREZ-GODÍNEZ. Terminó su licenciatura en Ciencia Animal en 1977 y su Maestría en Ciencia en la Universidad Estatal de Nuevo México y posteriormente su Doctorado en la Universidad Estatal de Kansas. Durante sus estudios de posgrado se le otorgó la beca del CONACYT y una ayudantía como investigador por ambas Universidades. Desde 1982 labora en la Facultad de Zootecnia de la UACH y posee la categoría de Académico Titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1 1992-2004. Su área de especialización es la reproducción animal y el mejoramiento genético. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura, 51 de maestría y 3 de doctorado. Es autor de aproximadamente 110 artículos científicos, más de 100 ponencias en congresos, 3 capítulos de libros científicos y publicó un texto universitario sobre los adelantos biotecnológicos en reproducción animal. Además; ha impartido 30 conferencias nacionales e internacionales por invitación y ha dirigido y participado en 15 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales), es árbitro de tres revistas científicas de circulación internacional. Siempre ha estado altamente vinculado con el sector productivo, específicamente con los criadores de ganado de registro en México.

DAVID DOMÍNGUEZ DÍAZ. Grados obtenidos: Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción, Universidad Autónoma de Chihuahua en 1985; Maestro en Ciencias en Nutrición Animal, Universidad Autónoma de Chihuahua en 1989 y Doctorado en Nutrición Animal de Ganado Lechero en la Universidad de Madison-Wisconsin en 2004. Profesor-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua de 1986 a la fecha. Cursos: Alimentación de Rumiantes, Sistemas de Bovinos Productores de Leche I, y Bioenergética. Área de Investigación: Sistemas de Alimentación de Rumiantes. Producción Científica: 25 publicaciones arbitradas internacionales y 20 publicaciones en congresos nacionales e internacionales. Experiencia en la Industria: Consultor en alimentación de Bovinos productores de carne y leche de 1995 a la fecha.

GABRIELA CORRAL FLORES. Técnico Académico (TTC), adscrito a la Facultad de Zootecnia y Ecología UACH desde 2003, Ingeniero Zootecnista desde 1993, estudios de Maestría en Ciencia Animal con especialidad en Ciencia de la Carne en la Universidad Estatal de Sul Ross State University TX., 1996. En el 2011 obtuvo el grado de Doctorado en la Facultad de Zootecnia y Ecología (UACH) con la especialidad en Ciencia de la Carne. Actualmente participa como colaborador en el Cuerpo Académico (UACHIH-CA1), ha participado en los comités de tesis: de licenciatura seis alumnos (2 presidente y 4 colaborador); maestría cuatro alumnos (1 presidente y 3 colaborador) y Doctorado un alumno (1 colaborador). A la fecha a dirigido dos proyectos de investigación, uno con Fundación Produce Chihuahua A.C. 2006, y otro con Fundación Produce Michoacán A.C. 2010-2011. Actualmente, es el responsable Técnico del Proyecto CONACYT-SAGARPA 2011-2014, en el cual se está evaluando el comportamiento animal y la calidad de la carne de toretes engordados en un sistema silvo-pastoril intensivo del trópico (SSPi) seco de Michoacán, México. Es autora y coautora de 15 artículos científicos, ha participado en cursos de extensionismo rural con productores de ganado bovino, ovino, caprino y porcino. Actualmente dirige alumnos de servicio social para el desarrollo de proyectos productivos en los municipios de Chihuahua y Camargo.

JUAN ALBERTO GRADO-AHUIR. Terminó su licenciatura en 1992, 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 Facultad de Zootecnia de la UACH, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Reproducción y Genética, y Maestro en Estadística Aplicada; el grado de Doctor en Filosofía también en el área de Reproducción y Genética lo obtuvo en el 2008 por la Universidad Estatal de Oklahoma, USA. Desde 1996 labora en la Facultad de Zootecnia de la UACH y posee la categoría de Académico Titular C. Ha sido candidato del Sistema Nacional de Investigadores desde 2009. Su área de especialización es la Reproducción y Genética. Ha dirigido 1 tesis de licenciatura, y 3 de maestría. Es autor de aproximadamente 70 artículos científicos, y más de 10 ponencias en congresos; además ha impartido conferencias por invitación y ha dirigido 2 proyectos de investigación financiados por fuentes externas.

ALBERTO FLORES MARIÑELARENA. 1986. Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Chihuahua; 1991. Maestro en Ciencias, Facultad de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Chihuahua; Académico Titular C de 1986 a la fecha en la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Chihuahua; 2000-2004 Jefe del Departamento de Reproducción y Genética de la División de Posgrado e Investigación de la Facultad de Zootecnia, 2006-2010 coordinador de Investigación y Posgrado de la Facultad de Zootecnia y Ecología. Su área de especialización es Reproducción y Genética. Cuenta con el perfil PROMEP desde el 2001. Actualmente es miembro del Cuerpo Académico de reproducción y Mejoramiento Genético (UACH-CA4) y cultiva la línea de investigación "Biotecnologías Reproductivas e Interacción Nutrición-Reproducción." Ha dirigido 2 tesis de licenciatura, 5 de maestría. Es autor de aproximadamente 70 artículos científicos, congresos, foros, nacionales e internacionales y 1 capítulo de libro científico; y ha dirigido 6 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Siempre ha estado vinculado con el sector productivo, específicamente con los criadores de ganado de registro en México.

Calidad de vida de cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente, del CRIT Chihuahua, México

Quality of life of primary caregivers of patients with dependent disability from CRIT Chihuahua, México

NORMA GRACIELA LÓPEZ-MÁRQUEZ^{1,2}

Recibido: Mayo 31, 2013

Aceptado: Noviembre 12, 2013

Resumen

La discapacidad dependiente afecta las funciones corporales, psicológicas y sociales del paciente, por eso sus cuidados son complicados. Para su atención se requiere un cuidador primario que brinde apoyo físico y emocional permanentemente; dicha actividad expone al cuidador al deterioro de su calidad de vida (CV). La Organización Mundial de la Salud (OMS) define CV como la percepción que un individuo tiene sobre su bienestar físico, mental y social, así pues, no debe ser evaluada solamente por profesionales de salud. Para conocer la perspectiva del cuidador es necesario un estudio enfocado en ello, mediante un método fiable que complemente la información del equipo de salud. El objetivo del estudio fue evaluar la CV de cuidadores primarios analizando salud física y mental, con un estudio descriptivo en 149 cuidadores del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) Chihuahua. Se aplicó un cuestionario sociodemográfico, y el instrumento ShortForm-36 (SF-36) que evalúa CV. Los resultados exponen buena CV con una media de 72%; donde 46.6% tienen muy buena CV; 35.5% buena; 12.7% regular y 2% mala. Se observó mejor salud física (74.7%) que mental (69.3%). La vitalidad y salud general son factores altamente relacionados con la CV. Según el estudio sociodemográfico, los grupos más afectados son: divorciados (57.9%), familias incompletas (55.7%), estrato Z (61%). Se destaca que la condición de la CV del 72% de los cuidadores primarios se encuentra en buen nivel en contraste con lo descrito en la literatura, ya que investigaciones de esta índole reportan bajos niveles de CV.

Palabras clave: instrumento ShortForm-36, cuidador primario, discapacidad dependiente, salud física, salud mental.

Abstract

The dependent disability affects the social, psychological and corporal functions of the patient, therefore its cares are complicated. For their attention a primary caregiver is required that offer permanently emotional and physical support, this activity exposes the caregiver to the deterioration of its quality of life. The world health Organization (WHO) defines quality of life as the perception that an individual has on its social, mental, and physical welfare, therefore, should not be evaluated only by professionals of health. To know the perspective of the caregivers is necessary a study focused in it, by means of a reliable method that complements the information of the team of health. The objective of the study was to evaluate the quality of life of primary caregivers analyzing mental and physical health, with a descriptive study to 149 caregivers of the center of child rehabilitation teletón (CRIT) Chihuahua. It applied a sociodemographic questionnaire, and the instrument ShortForm-36 (SF-36) that evaluates quality of life. The results expose good quality of life with an average of 72%; where 46.6% they have very good quality of life; 35.5% good; 12.7% regular and 2% evil. Better physical health was observed (74.7%) that mental (69.3%). The vitality and general health factors are highly related to quality of life. According to the sociodemographic study, the most affected groups are: divorced (57.9%), incomplete families (55.7%), stratum Z (61%). It is emphasized that the condition of the quality of life of the 72% of the primary caregivers is found in good level in contrast with it described in the literature, since investigations of this kind report low levels of quality of life.

Keywords: ShortForm-36 instrument, primary caregiver, dependent disability, physical health, mental health

¹ Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Chihuahua. Blvd. Juan Pablo II No. 4101. Fracc. Zona Industrial Robinson, Chihuahua, Chih. México. C.P. 31074. Tel. (614) 429-53-54.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: nlopez@teleton-chh.org.mx.

Introducción

La discapacidad afecta la calidad de vida (CV) de las personas que la padecen, así como la de sus familias y cuidadores. Hay diversos tipos de discapacidades y diferentes niveles de gravedad y dependencia; por lo tanto, los recursos de los cuidadores para afrontar la discapacidad y sus implicaciones son muy variados.

La discapacidad grave se presenta cuando la reducción de la capacidad del individuo es tal que lo hace completamente dependiente de alguien que lo asista en todas sus necesidades (INEGI, 2001). Se requiere entonces de un cuidador primario, quien se encargue de darle apoyo físico y emocional cotidianamente. El cuidador primario es alguien de la familia o afín, sin formación en el área de la salud y se presupone que tiene relaciones de compromiso permanente con la persona cuidada (Gabriel *et al.*, 2011). Esta actividad modifica radicalmente la vida de este cuidador, y su CV se ve perjudicada. En ocasiones, el deterioro se refleja en alteraciones de las relaciones intrafamiliares, en sus acciones personales y en su salud mental y física, principalmente.

El término calidad de vida y los conceptos relacionados con el cuidado a la misma, surgen hacia finales de la década de los 40 (1947), cuando la OMS (2001) definió salud como un estado de bienestar físico, mental y social, más que como ausencia de la enfermedad (Gabriel *et al.*, 2011). El término de CV evolucionó, desde una definición conceptual, hasta métodos objetivos, los cuales, mediante cuestionarios o instrumentos generan escalas e índices que permiten medir las dimensiones que conforman el estado de salud. Actualmente, la salud de una persona se evalúa más allá de su capacidad física y se toman en cuenta su contexto social y su salud mental. (Velarde *et al.*, 2002).

Felce y Perry (1995) encontraron diversos conceptos de CV que describen como: a) la calidad de las condiciones de vida de una persona; b) la satisfacción experimentada por la persona con dichas condiciones vitales; c) la calidad de las condiciones de vida de una persona junto a la satisfacción que esta experi-

menta y, por último, d) como la combinación de las condiciones de vida y la satisfacción personal según sus valores, aspiraciones y expectativas personales (Torres *et al.*, 2006).

Los Centros de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) en México brindan a pacientes con discapacidad neuromusculoesquelética un servicio interdisciplinario que pretende cubrir la mayoría de las necesidades de bienestar físico, psicológico, social y espiritual, de tal manera que se favorece la CV del paciente y de su familia. Es en este contexto donde el equipo de salud valora e interpreta la CV de los mismos, dejando fuera la percepción del propio cuidador y propiciando el desconocimiento de su real evolución, de tal forma que se advirtió que se precisaba un estudio para conocer el nivel de la CV desde la perspectiva del propio cuidador primario.

Utilizar instrumentos validados para medir y evaluar CV permitirá complementar la evaluación integral del paciente y de los cuidadores en el manejo de experiencias clínicas y en la investigación en los servicios de salud (Velarde *et al.*, 2002).

El objetivo general de este estudio fue evaluar la CV de los cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente del CRIT Chihuahua. Para la valoración de la CV se utilizó el instrumento SF-36, siendo uno de los instrumentos más utilizados, ya que sus buenas propiedades psicométricas, que han sido evaluadas en más de 400 artículos, y la multitud de estudios ya realizados, lo convierten en uno de los instrumentos con mayor potencial y aceptación en el campo de la CV (Arostegui *et al.*, 2008). Este instrumento genera valores que se emplean para estimar la salud percibida

de la población y su evolución en el tiempo, y sirven asimismo de referencia para la comparación de las diferencias en la CV según las patologías o tratamientos (Ioseba *et al.*, 2004). Existen estudios que confirman que el SF-36 puede ser utilizado con población mexicana, como en el de Durán *et al.* (2004), donde el resultado de este ejercicio de validación permitió certificar que el instrumento funciona bien en poblaciones rurales y urbanas mexicanas.

Las investigaciones sobre CV en cuidadores primarios de niños con discapacidad dependiente son escasas en México. Gabriel y Barroso (2011) reportan que es evidente la disminución de la CV en los cuidadores de pacientes con daño cerebral, así como un aumento en la detección de factores psicológicos como depresión, ansiedad y estrés, al ser comparados con una muestra de sujetos que no son cuidadores.

Este estudio muestra la condición de la CV de cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente del CRIT Chihuahua, lo cual permite establecer el grado de relación entre la salud mental (SM), salud física (SF) y sus ocho componentes con la CV; así mismo, es posible percatarse de las características sociodemográficas del grupo de estudio para conocer el perfil de los cuidadores participantes.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el año 2012 en el CRIT Chihuahua, año en el que se atendieron a 936 niños con discapacidad neuromusculo-esquelética, los cuales fueron valorados por el equipo de salud mediante la guía médica del sistema WeeFIM II SM, versión 6.0, que mide, entre otros aspectos, las habilidades funcionales y la necesidad de ayuda que es asociada con niveles de discapacidad en niños de seis meses y mayores. Esta guía describe los niveles de independencia o dependencia en la discapacidad que están clasificados en: a) independencia completa (sin asistente); b) independencia modificada (requiere de un

dispositivo como prótesis, órtesis, mayor tiempo y seguridad); c) dependencia modificada (requiere de alguien que lo supervise); d) dependencia completa (ayuda máxima o total) (Granger *et al.*, 2006).

La muestra no probabilística surgió a partir de esta tipificación, los médicos responsables de las clínicas A (Parálisis Cerebral); B (Enfermedades Congénitas, Genéticas, Hereditarias, Amputados y Lesión Medular); y C (Estimulación Temprana y Neuroterapia), localizaron a los pacientes con dependencia completa o discapacidad dependiente de cada clínica para conformar la muestra objeto de estudio.

Se trata de una investigación con diseño descriptivo de corte transversal. La muestra estuvo constituida por 149 cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente, de las clínicas A, B y C del CRIT Chihuahua, México. Los criterios de inclusión considerados fueron: cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente; tiempo de cuidado mayor de un año y que asista regularmente a los servicios del CRIT; status activo y que su participación fuese voluntaria mediante autorización y firma de la carta de consentimiento informado. Se utilizaron los instrumentos SF-36, que mide la CV, y el cuestionario sociodemográfico elaborado para este estudio, constituido por 20 ítems de respuesta breve con el que se recabó información de la muestra participante (nombre, edad, género, escolaridad, ocupación, clínica a la que pertenecen, tipo de familia, parentesco con el paciente y estrato socioeconómico, entre otros). Para determinar el tipo de familia al que pertenecía el paciente en el CRIT, se consideró a los integrantes que habitan en la misma casa: familia completa (mamá, papá e hijos); familia incompleta (mamá o papá e hijos) y, familia mixta (mamá y/o papá, hijos y cualquier otro integrante de la familia como abuelos, tíos, primos). Los estratos se determinaron de acuerdo al estudio socioeconómico realizado por el área de trabajo social de la institución, y conforme a los ingresos económicos mensuales. El sistema

del CRIT asigna la siguiente clasificación (en pesos mexicanos): H, perciben de \$ 16 000 a \$ 18 000 o más; estrato I, de \$ 13 000 a \$ 16 000; J, de \$ 9 000 a \$ 12 000; K, de \$ 5 000 a \$ 7 000; L, de \$ 2 500 a \$ 5 000 y Z, perciben \$ 1 000 o menos al mes; algunas familias de este último estrato, viven de apoyos institucionales o ayudas comunitarias de diversas asociaciones.

El instrumento SF-36 (Ware & Sherbourne, 1992) es una escala genérica que proporciona un perfil del estado de salud, aplicable tanto a los pacientes como a la población general. Está compuesto por 36 ítems que valoran estados positivos y negativos de la salud. Se compone de ocho sub-escalas (funcionamiento físico, afectación física, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, afectación emocional y salud mental) que presentan los conceptos empleados con más frecuencia en los principales cuestionarios de salud, así como los aspectos más relacionados con la enfermedad y su tratamiento. Ware (2000) y Alonso, Prieto, y Antó (1995) han adaptado y traducido la versión española del SF-36 bajo el nombre de Cuestionario de Salud SF-36 y han establecido los valores poblacionales de referencia, por sexo e intervalos de edad. La probabilidad del buen funcionamiento de un instrumento de investigación se mide con el alfa de Cronbach, el cual es un coeficiente estadístico que permite cuantificar el nivel de fiabilidad de un instrumento o escala. El alfa de Cronbach del instrumento en la versión española ha sido superior a 0.7 en todas las dimensiones, y por la aproximación a su valor máximo, 1, es suficiente para garantizar la fiabilidad del instrumento (Alonso, Prieto y Antó, 1995).

Luego de delimitar a la población de los cuidadores de pacientes con discapacidad dependiente de las clínicas A, B y C, del CRIT Chihuahua, se organizó la recopilación de información mediante la comunicación con los cuidadores primarios, para establecer lugar y horarios para la aplicación de cuestionarios. Los participantes fueron informados del tema y objetivos del estudio, se garantizó la confidencialidad de los resultados y se les explicó

que su participación era voluntaria. En primer término, respondieron el cuestionario sociodemográfico y luego el instrumento SF-36 en forma individual y en presencia del investigador. Los datos obtenidos se procesaron y analizaron con el programa IBM SPSS Statistics versión 20 (Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20. Copyright IBM Corporation 1989, 2011). Los métodos estadísticos empleados fueron de tipo descriptivo: métodos gráficos (gráfica de barras, histogramas, de dispersión) y métodos numéricos (media aritmética como medida de tendencia central, desviación típica como medida de dispersión) y, análisis bivariado (coeficiente de correlación de Pearson) para establecer la asociación entre variables.

La medición del puntaje del instrumento SF-36 permite calcular la variable CV, los ítems se codifican y transforman en una medida que tiene un rango de 0 a 100, donde 0 es el peor resultado y 100 el mejor. Mediante la combinación de las puntuaciones de cada subescala, el cuestionario permite el cálculo de dos aspectos: salud física (SF) y salud mental (SM). Para obtener el puntaje de la CV se promedian estos dos aspectos. La valoración de la CV se clasifica en: 0-25 Mala; 26-50 Regular; 51-75 Buena; 76-99 Muy Buena y 100 Excelente.

Conceptos de Subescalas del SF-36. Las subescalas que componen la SF son: funcionamiento físico, afectación física, dolor corporal y salud general. Las subescalas de SM son: vitalidad, funcionamiento social, afectación emocional y salud mental (Cuadro 1).

Resultados y Discusión

La muestra de estudio constó de 133 mujeres y 16 hombres, con edades que fluctuaron entre los 18 y 65 años, siendo la edad media 38.17 años. El 57.7% pertenecen a la clínica A, el 23.5% a la B y el 18.8% a la C. Todos los cuidadores primarios cuentan con algún grado escolar: 22.8% tienen primaria; 27.5% secundaria; 19.5% preparatoria, 13.4% carrera técnica; 16.8% carrera profesional. Ser ama de casa es la ocupación principal con un 71.1%

del grupo de estudio, un 73.8% de ellos están casados y pertenecen a familias completas. Más de la mitad de los cuidadores pertenecen a los estratos socioeconómico K y L.

En los cuadros posteriores se pueden observar las valoraciones en todos los ítems del instrumento SF-36 que componen las ocho Subescalas descritas en el Cuadro 1. Los promedios que se exhiben podrán compararse con la escala de valores del instrumento SF-36 que va de 0, que es el más bajo nivel de CV, a 100, que es el nivel excelente.

Cuadro 1. Definición de las ocho subescalas que componen los aspectos de salud física y salud mental que mide el instrumento SF-36.

Subescala	Significado
1. Funcionamiento Físico	Grado en el que la falta de salud limita las actividades físicas, como el cuidado personal, caminar, subir escaleras, coger o transportar cargas, y realizar esfuerzos moderados e intensos.
2. Afectación Física	Grado en el que la falta de salud interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, produciendo como consecuencia un rendimiento menor del deseado, o limitando el tipo de actividades que se puede realizar o la dificultad de las mismas.
3. Afectación Emocional	Grado en el que los problemas emocionales afectan al trabajo y actividades diarias, considerando la reducción del tiempo dedicado, disminución del rendimiento y del esmero en el trabajo.
4. Vitalidad	Sentimiento de energía y vitalidad frente al de cansancio y desánimo.
5. Salud Mental	Valoración de la salud mental general, considerando la depresión, ansiedad, autocontrol y bienestar general.
6. Funcionamiento Social	Grado en el que los problemas físicos o emocionales derivados de la falta de salud interfieren en la vida social habitual.
7. Dolor Corporal	Medida de la intensidad del dolor padecido y su efecto en el trabajo habitual y en las actividades del hogar.
8. Salud General	Valoración personal del estado de salud, que incluye la situación actual y las perspectivas futuras y la resistencia a enfermar.

Fuente: valoración psicométrica de los componentes físicos (Csf) y mentales (Csm) del Sf-36. ISSN 0717-2079.

El Cuadro 2 refleja que los cuidadores primarios perciben que su salud les limita un poco para realizar esfuerzos intensos según la media más baja de 66.1, al parecer no tienen limitaciones físicas para realizar esfuerzos moderados, subir y bajar escaleras, caminar, agacharse, bañarse y vestirse.

El Cuadro 3 describe en sus cuatro ítems medias mayores a 75, por lo tanto, se infiere que no existe afectación que interfiera en sus actividades diarias o el trabajo, los cuidadores primarios consideran que su rendimiento no está limitado. Estos resultados se contraponen con los de Mateo-Rodríguez y otros que encontraron un alto porcentaje de cuidadores de personas con enfermedades crónicas, con compromiso en su salud física, especialmente en cuidadores de personas con enfermedades neurovegetativas, consecuencias negativas relacionadas con un detrimento y afectación (Flórez *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Análisis estadístico descriptivo del funcionamiento físico.

Ítem	Funcionamiento Físico	Media	Dev. Típica
3	Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr o levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?	66.1	30.9
4	Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?	83.8	28.0
5	Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?	89.9	23.2
6	Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?	75.5	33.1
7	Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?	90.6	22.0
8	Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?	78.1	32.0
9	Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?	79.1	32.9
10	Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?	80.8	29.9
11	Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?	90.6	24.2
12	Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?	95.9	16.9

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

Cuadro 3. Análisis estadístico descriptivo de afectación física.

Ítem	Afectación Física	Media	Dev. Típica
13	Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?	82.5	38.0
14	Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?	77.8	41.6
15	Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?	82.5	38.0
16	Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física	78.5	41.2

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

En cuanto a la afectación emocional se puede observar un buen nivel con porcentajes que oscilan entre 68 y 72, es decir, que los problemas emocionales no afectan de manera considerable la realización del trabajo o actividades diarias, aun cuando dejan de hacer menos de lo deseado. El cuidador también experimenta sentimientos positivos, ya que supone luchar por alguien a quien quiere, algunos consideran que evolucionan como personas a través de las situaciones asociadas al cuidado.

Cuadro 4. Análisis estadístico descriptivo de afectación emocional.

Ítem	Afectación Emocional	Media	Desv. Típica
17	Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?	69.1	46.3
18	Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?	68.4	46.6
19	Durante las 4 últimas semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?	72.4	44.8

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

Cuadro 5. Análisis estadístico descriptivo de dolor corporal.

Ítem	Dolor Corporal	Media	Desv. Típica
21	¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?	66.4	29.1
22	Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?	78.1	26.5

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

El Cuadro 5 muestra que la intensidad de algún dolor padecido es moderada, sin embargo, no hay un efecto negativo para realizar su trabajo habitual dentro o fuera de casa.

La medición de la vitalidad descrita en el Cuadro 6 ilustra los más bajos porcentajes, es decir, se refleja mayor deterioro, los cuidadores se perciben sin buen nivel de vitalidad y energía, se sienten agotados y, sobre todo, cansados. Los resultados coinciden con otros que se

derivan de investigaciones de autores como Larr y cols. o Holicky McGriffin, citados por Natividad Pinto, los cuales determinaron que las alteraciones físicas representan una señal de alerta en los cuidadores y, por ende, un deterioro en su calidad de vida; en consecuencia, encontraron como síntomas más frecuentes: dolores musculares, cansancio y agotamiento (Achury *et al.*, 2011).

Cuadro 6. Análisis estadístico descriptivo de vitalidad.

Ítem	Vitalidad	Media	Desv. Típica
23	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?	64.5	25.4
27	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo tuvo mucha energía?	62.8	25.5
29	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió agotado?	64.3	25.6
31	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió cansado?	56.3	24.3

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

Cuadro 7. Análisis estadístico descriptivo de salud mental.

Ítem	Salud Mental	Media	Desv. Típica
24	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo estuvo muy nervioso?	72.7	25.7
25	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?	82.2	22.2
26	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?	62.2	28.2
28	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?	75.1	21.0
30	Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió feliz?	65.3	27.2

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

El Cuadro 7 destaca que el grupo de estudio tiene una percepción moderada de la sensación de felicidad, tranquilidad y calma; así mismo, es importante resaltar que no perciben una moral baja y tampoco mucho nerviosismo, desánimo o tristeza.

En el Cuadro 8 los porcentajes obtenidos describen buena calidad, se puede inferir que no hay demasiada afectación por problemas físicos o emocionales en la vida social habitual que llevan a cabo los cuidadores primarios.

Cuadro 8. Análisis estadístico descriptivo de funcionamiento social.

Ítem	Funcionamiento Social	Media	Desv. Típica
20	Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?	77.8	27.1
32	Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?	69.4	28.7

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

Cuadro 9. Análisis estadístico descriptivo de salud general.

Ítem	Salud General	Media	Desv. Típica
1	¿En general, usted diría que su salud es?	52.8	21.4
33	Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas.	78.0	26.4
34	Estoy tan sano como cualquiera.	59.7	30.7
35	Creo que mi salud va a empeorar.	67.4	29.0
36	Mi salud es excelente.	58.5	31.1

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

El Cuadro 9 muestra que el grupo de estudio no se percibe con una buena salud general, tampoco tan sano como cualquiera y no considera que su salud sea excelente.

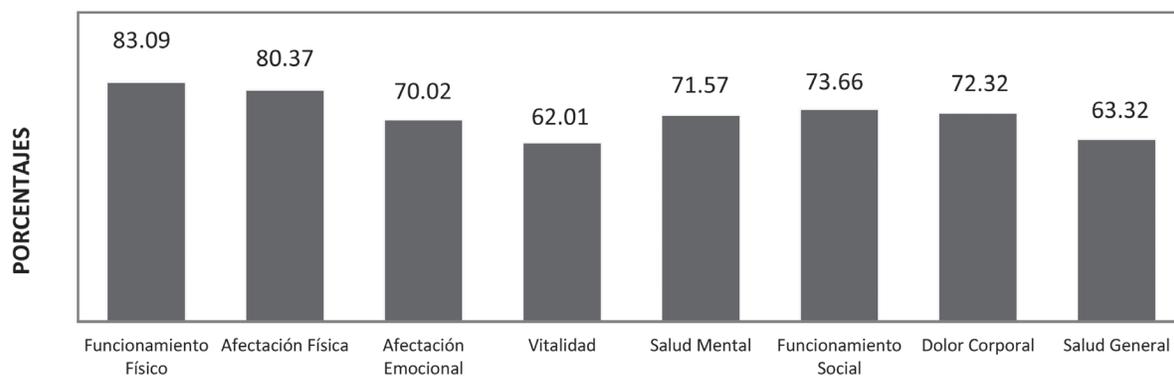
Sub-Escalas del SF-36. A partir de los productos de la evaluación del instrumento SF-36 se calcularon y analizaron estadísticamente las ocho subescalas que componen la SF y SM.

En general, el funcionamiento de las ocho subescalas cuenta con un buen nivel de calidad (Figura 1). Las subescalas de vitalidad y salud general son las que aparecen con menor puntaje; es importante resaltar que estos aspectos tienen que ver con la sensación de energía frente al cansancio, desánimo, las perspectivas futuras y la resistencia a enfermar. Los funcionamientos ofrecen un panorama de cómo es la vida del sujeto, lo cual es necesario para juzgar su bienestar, son una noción primaria de las capacidades, ya que éstas se formulan mediante los funcionamientos, son el tipo de información más elemental que se maneja en la teoría (enfoque de las capacidades de Amartya Sen), y son los funcionamientos, lo que puede constatar directamente (Cejudó, 2007).

Salud física y salud mental

Se obtuvieron los resultados necesarios para dar paso al análisis estadístico de las mediciones de los aspectos de salud física (SF) y salud mental (SM) que componen la CV. Según los resultados, se estableció que la calidad en la SF (74.77) y SM (69.32) de los cuidadores primarios es buena, ya que sus porcentajes se encuentran dentro de este rango (51-76). Estos resultados son congruentes con algunos estudios que reportan un aumento de procesos como ansiedad y depresión y síntomas como alteraciones del sueño, apatía

Figura 1. Medición de las ocho subescalas del instrumento SF-36.

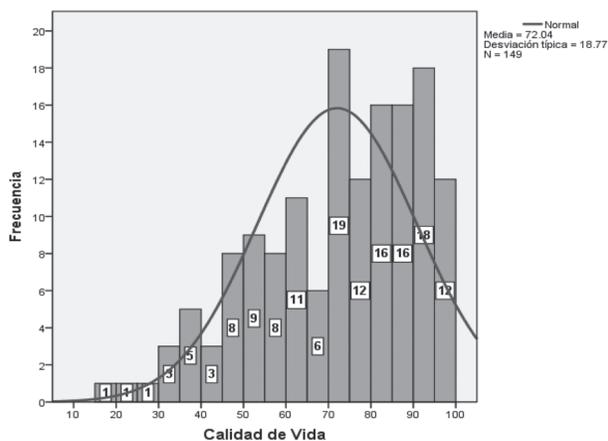


Subescalas del Instrumento SF-36

o irritabilidad en el grupo de cuidadores; en este sentido, también se ha relacionado un mayor deterioro en la esfera psíquica del cuidador con la prolongación del tiempo desempeñando este rol (Flórez *et al.*, 2010). Otros estudios demuestran que ser cuidador de niños con retraso en el desarrollo es un importante factor de riesgo para la salud física y mental, y que cuidadores de niños con discapacidad grave experimentan frecuentemente fatiga, depresión, baja autoestima, e insatisfacción interpersonal (Seguí *et al.*, 2008).

¿Cuál es el nivel de la CV de los cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente del CRIT Chihuahua? Con los productos de SF y SM es posible calcular la CV del grupo de estudio, el resultado se exhibe en la Figura 2.

Figura 2. Porcentaje y niveles de CV.



El grupo en estudio resultó con una buena CV, con un puntaje de 72%, sin embargo, también permiten advertir que en la misma comunidad se identifican cuatro niveles de CV; el 46.6% de los cuidadores cuenta con muy buena CV; el 35.5% con buena; el 12.7% regular y el 2% mala. Se puede deducir que en el grupo de estudio todos tienen afectación en su CV en diversos niveles. Estos resultados no difieren de otros estudios, ya que se ha encontrado que quienes tienen una experiencia superior de tres

meses como cuidadores experimentan cambios en su vida, pues, a medida que pasa el tiempo, aumenta la demanda y, por tanto, la carga de cuidado repercute en el bienestar y estado funcional del cuidador en las dimensiones físicas, psicológica, social y espiritual (Achury *et al.*, 2011)

*¿Cuál es el nivel de asociación entre las ocho Subescalas del SF-36 con la CV del grupo de estudio? En el Cuadro 10 se ilustra el análisis estadístico bivariado mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (*r*).*

Cuadro 11. Análisis estadístico bivariado entre las ocho subescalas del SF-36 con CV.

Correlaciones	
Subescalas	Calidad de Vida
Funcionamiento Físico	.573 **
Afectación Física	.691**
Afectación Emocional	.728**
Vitalidad	.775**
Salud Mental	.742**
Funcionamiento Social	.743**
Dolor Corporal	.734**
Salud General	.778**

**La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

*La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

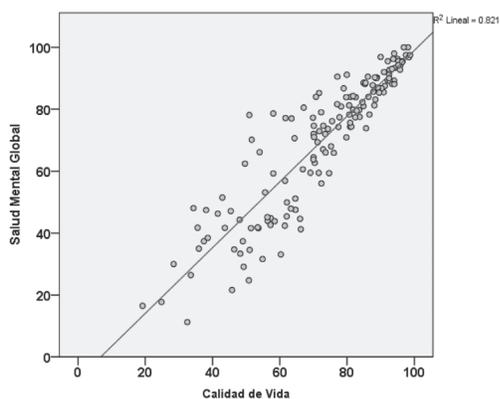
El Cuadro 11 determina que las ocho Subescalas del SF-36 tienen una asociación positiva y significativa con la CV. Al evaluar estas evidencias de asociación se puede observar que la vitalidad y la salud general presentan la más alta correlación, por lo tanto, ejercen mayor influencia en la CV, siendo importante destacar que el mismo grupo estudiado obtuvo el menor porcentaje de calidad en estas mismas variables. Este hallazgo revela una debilidad del propio sistema de calidad de la organización en

el CRIT, al no tomar en cuenta la percepción del propio cuidador sobre su CV, se omite un requisito que puede encaminar a una inconformidad potencial y si no se hace algo al respecto será probable que se convierta en un incumplimiento real. Nadie mejor que el propio individuo para evaluar la «calidad» de su «vida», pues es la persona más indicada para identificar sus fuentes de satisfacción o insatisfacción (García *et al.*, 2007).

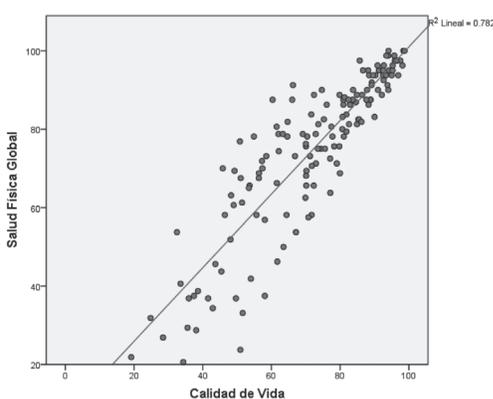
con las de la mayoría de las investigaciones. Esta situación es comprensible porque muchas veces el papel del cuidador es delegado a la mujer, lo que se corrobora en otros estudios que destacan su papel como cuidadora en nuestra cultura (Vilagut *et al.*, 2005).

Según la escala SF-36, todos los grupos tienen buena CV por estar dentro del rango (51-75), sin embargo, es necesario reconocer que los datos sociodemográficos o los que

Figura 3. Diagramas de dispersión expresando el tipo de relación entre SM y SF con CV.



$r = .906$



$r = .884$

Por otro lado, el grado de asociación entre la SM, SF con CV se muestra en las Figuras 3 (a) y 3 (b). Se puede establecer que existe una correlación positiva entre la SM y SF con la CV, es decir, cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.

Salud mental, salud física y CV según grupos sociodemográficos

El Cuadro 12 exhibe porcentajes menores a 65 en la SM en los divorciados, los que pertenecen a familias incompletas y los que tienen estrato Z. Las agrupaciones con menor calidad en la SF son: las mujeres, los asistentes a la clínica B, los que estudiaron primaria, los divorciados y solteros, las amas de casa, los que pertenecen a familias incompletas, y los que tienen estrato I, L y Z. Es posible observar que las características de los cuidadores coinciden

arroja el SF-36 no son suficientes para evaluar la percepción de bienestar físico y mental (CV) de un individuo, como lo considera Amartya Sen al decir que para evaluar el bienestar individual los recursos disponibles no proporcionan suficiente información porque su aprovechamiento varía según circunstancias personales, no obstante, los recursos sí tienen un valor instrumental al ser requisitos indispensables para tener capacidades o habilidades, estas son los recursos bajo el poder del sujeto (Cejudo, 2007).

¿Cómo perciben algunos aspectos del SF-36 los cuidadores categorizados por grupos? Analizando algunos de los ítems del SF-36 que obtuvieron más bajos porcentajes se puede visualizar la percepción de los cuidadores según al grupo sociodemográfico que pertenecen.

Cuadro 12. Datos estadísticos sobre SM, SF y CV categorizados por los aspectos sociodemográficos de la población en estudio.

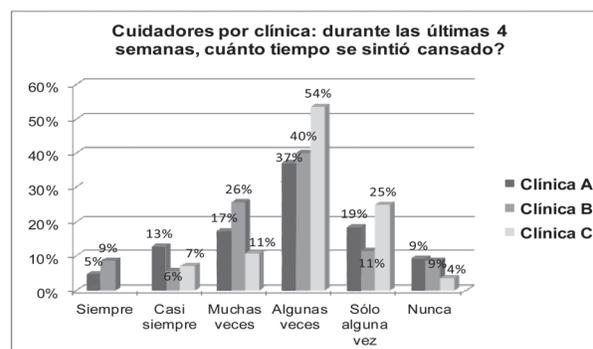
n	Variable	Salud Mental		Salud Física		CV	
		Media	Desv. T.	Media	Desv. T.	Media	Desv. T.
Género							
16	Hombre	88.6	15.0	88.4	7.9	88.5	9.8
133	Mujer	73.1	19.8	67	22	70	18.6
Clínica							
86	A	73.2	20.5	68.2	22.4	70.7	19.4
35	B	75.3	19.8	67.5	22.8	71.4	18.3
28	C	78.8	18.2	74.6	19.2	76.7	17.1
Escolaridad							
25	Licenciatura	78	22.2	71.5	17.9	74.7	18.3
20	Carrera Técnica	77.5	17.4	66.8	24.5	72.1	18.9
29	Preparatoria	75.7	20.6	75.8	21	75.8	18.1
41	Secundaria	73.4	20.1	67.4	23.2	70.4	19.1
34	Primaria	71.5	19	65.8	22.2	68.7	18.2
Estado Civil							
110	Casado (a)	73.2	21.0	68.8	21.8	71	19
5	Divorciado(a)	63.2	11.2	52.6	25.4	57.9	14.8
24	Unión Libre	85.8	9.4	78.8	20.9	82.3	11.8
10	Soltero (a)	70.1	19.9	59.9	27.5	65	21.6
Ocupación							
106	Ama de Casa	71.5	19.3	66.3	21.7	68.9	19.7
3	Estudiante	92.9	6.2	85.1	5	89	5.6
3	Empleado ½ Tiempo	80.2	24.9	65.4	24.8	72.8	24.9
21	Empleado Tiempo Completo	84.5	19.5	78.3	20.9	81.4	19.2
12	Trabajador Independiente	77.3	21	71.1	24	74.2	20.9
4	Jubilado	84.5	18.5	85.2	17.4	84.8	17.9
Tipo de Familia							
110	Completa	76.7	19.5	71.5	20.6	74.1	17.8
11	Incompleta	62.9	15.1	48	23.1	55.7	15.4
28	Mixta	71.7	21.5	68.6	23.2	70.2	20.7
Estrato Socioeconómico							
1	H	96.2	0	89.1	0	92.6	0
7	I	71.5	25.7	61.9	16.7	66.7	18.5
34	J	81	20.1	76.6	20.1	78.8	18.9
77	K	73.6	19.7	70.1	20.1	71.8	17.9
27	L	71	17.9	60.5	25.8	65.8	18.6
3	Z	63.9	24.1	58.1	33.7	61	27.2

FUENTE: CV de Cuidadores Primarios de Pacientes con Discapacidad Dependiente del CRIT Chihuahua. 2012.

La Figura 4 ilustra que los cuidadores de las clínicas A (Parálisis Cerebral) y B (Enfermedades Congénitas, Genéticas, Hereditarias, Amputados y Lesión Medular) perciben más cansancio que los de la clínica C (Estimulación Temprana y Neuroterapia), cabe destacar que los pacientes de la clínica C son niños de 0 a 4 años y que el manejo para el

traslado, alimentación, etc., es probablemente menos complejo que el de los pacientes mayores de 4 años. La clase de discapacidad que el niño presenta, así como la gravedad de los trastornos de conducta presentes, afecta de manera diferente al sistema familiar (Segui et al., 2008).

Figura 4. Relación entre el tiempo que se sienten cansados y clínicas A, B y C.



Se destaca que la tercera parte de las madres perciben muy poco tiempo de felicidad, los abuelos se sienten felices más tiempo. Autores como Minkler y Roe (1993) establecieron que durante el desarrollo de los cuidados, se mezclan sentimientos contrapuestos, de tal manera que las abuelas están satisfechas de cuidar a sus nietos y les llena de orgullo y felicidad (Martínez, 2010). Se considera que la felicidad es básicamente un estado mental y que la percepción de ella puede manifestar limitaciones como consecuencia de otros estados mentales.

Cuadro 13. Sensación de Felicidad según el parentesco con el paciente.

Durante las últimas 4 semanas, ¿cuánto tiempo se sintió feliz?	Parentesco con el Paciente				
	Abuelo(a)	Hermano(a)	Madre	Padre	Tío(a)
Nunca	0	0	3	0	0
Sólo alguna vez	0	0	12	0	0
Algunas veces	4	1	29	0	1
Muchas veces	1	0	21	3	0
Casi siempre	1	0	32	5	2
Siempre	6	0	23	5	0
Total	12	1	120	13	3

Cuadro 14. Percepción de la salud según la escolaridad de los cuidadores.

En Gral. Usted diría que su salud es?	Escolaridad				
	Carrera Profesional n (25)	Carrera Técnica n (20)	Primaria n (29)	Preparatoria n (29)	Secundaria n (41)
Mala	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Regular	4.0%	10.0%	50.0%	10.3%	22.0%
Buena	72.0%	55.0%	29.4%	48.3%	58.5%
Muy Buena	16.0%	30.0%	8.8%	37.9%	7.3%
Excelente	4.0%	5.0%	11.8%	3.4%	12.2%

En el Cuadro 14 se advierte que el 50% de los cuidadores con primaria consideran que su salud es regular, mientras que la mejor percepción de la salud la tienen los cuidadores con estudios de preparatoria y carrera técnica; los cuidadores con secundaria perciben su salud de buena a regular; llama la atención que algunos profesionistas son los únicos que respondieron que su salud es mala. Se infiere que la escolaridad no es un factor que influya demasiado en la percepción de la salud.

Cuadro 15. Percepción de la vitalidad según el tipo de familia.

Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?	Tipo de Familia		
	Completa (110)	Incompleta (11)	Mixta (28)
Nunca	1.8%	0.0%	7.1%
Sólo alguna vez	2.7%	9.1%	0.0%
Algunas veces	25.5%	36.4%	42.9%
Muchas veces	15.5%	36.4%	17.9%
Casi siempre	34.5%	18.2%	14.3%
Siempre	20.0%	0.0%	17.9%

En el Cuadro 15 se destaca que el 50% de las familias mixtas perciben poca vitalidad, y dentro de ese porcentaje hay quienes nunca la perciben; por lo tanto, el cuidador que pertenece a este tipo de familia requiere de atención personalizada, ya que compartir la vivienda con familiares diversos (tíos, abuelos, etc.)

representa mayor trabajo y responsabilidad. Las familias completas tienen una mejor percepción de la vitalidad, sin embargo, el 30% de los cuidadores de este grupo también perciben poca vitalidad. En cuanto a los cuidadores de familias incompletas los porcentajes muestran que un poco más del 50% se perciben con buena vitalidad.

A partir del análisis del estudio se considera que es una responsabilidad del CRIT conocer los medios o recursos que tiene cada cuidador, que pueden ser indicadores de su bienestar o CV, así como preocuparse por los fines que consigue dicho cuidador; de hecho, de todo aquello que está en disposición de conseguir mediante sus recursos, independientemente de que al final, y bajo su propia voluntad, los realice o no.

Existen limitaciones en este estudio, ya que la SF, SM y CV, se analizaron únicamente con el instrumento SF-36, así mismo, se considera como limitante la evaluación del funcionamiento social, ya que es medido solamente con dos ítems. Es necesaria una mayor indagación, ya que algunos estudios plantean que las principales consecuencias de la atención a familiares dependientes son la restricción en el tiempo libre y en actividades sociales (Espin, 2008). Los resultados de la SM presentan mayor deterioro, por lo tanto, es necesario determinar con mayor certeza la condición de las dimensiones emocionales utilizando otros instrumentos que valoran otro tipo de factores emocionales (depresión, estrés, autoestima y sobre carga, entre otros), de tal manera que puedan complementar la información y comprensión sobre el deterioro presentado. Los dominios del SF-36 fueron analizados y descritos estadísticamente, cumpliendo con los objetivos planteados.

Conclusiones

Los cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente del CRIT Chihuahua manifiestan una buena CV, sin embargo, no es posible generalizar el resultado para todos los

cuidadores, ya que dentro del mismo grupo hay quienes presentan CV regular y mala. La SM está más afectada que la SF. Se puede inferir que factores como la percepción de la vitalidad y de la salud general son los factores que más influyen en la CV de los cuidadores primarios mencionados. Se deduce que aspectos sociodemográficos, como bajo nivel económico, pertenecer a una familia incompleta, tener solamente estudios de primaria, ser mujer y ama de casa, son condiciones que también intervienen decisivamente en la CV. Se estima que las propiedades sociodemográficas deben examinarse con más detalle en cada cuidador, ya que aún y cuando algunos se encuentren con las mismas características, cada cuidador desarrolla sus capacidades de diferente manera, por lo tanto, la percepción de bienestar es diferente en cada uno de ellos.

Este es el primer trabajo de investigación sobre CV en el CRIT Chihuahua, y los resultados son un aporte al conocimiento científico para el equipo multidisciplinario que atiende al paciente y sus familias. Se recomienda que los resultados sirvan como base para profundizar en la investigación de factores específicos que afectan la CV, sobre todo a la salud mental de los cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente. Se sugiere también que se utilice el instrumento SF-36 como estudio pre y post facto al proceso de rehabilitación en el CRIT y documentar los resultados para comprobar si el objetivo de mejorar la CV se cumple, de tal forma que se cumpla con el principal requisito para evaluar la CV que la percepción del propio cuidador.

Este trabajo advierte sobre la necesidad de proponer nuevas estrategias de apoyo físico y mental que pudieran ser enfocadas según al grupo que pertenece el cuidador, así como para reforzar los programas de prevención a través del equipo multidisciplinario de la institución, servicios de apoyo y orientación para el fortalecimiento en la CV de los cuidadores.

Se plantea que la característica fundamental del bienestar es la capacidad de conseguir realizaciones valiosas y alcanzables, dado que la calidad de vida que lleva una persona no se debe medir solamente por un estándar sino también por la capacidad de esa persona de elegir dicho modo de vida.

Agradecimientos

Los resultados de este estudio están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mi más sincero agradecimiento está dirigido principalmente al Prof. Gabriel Rivera Gamboa por su asesoría y apoyo incondicional.

Gracias también al equipo de médicos y cuidadores por haberme facilitado los medios suficientes para llevar a cabo las actividades necesarias para el desarrollo del estudio en las instalaciones del CRIT.

Literatura Citada

- ACHURY, D. M., Castaño R., Maherly H., Gómez R., Lizbey A., Guevara, N. 2011. Calidad de vida de los cuidadores de pacientes con enfermedades crónicas con parcial dependencia. *Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 13(1). 27-46.
- ALONSO, J., Prieto, L., y Antó, J. 1995. La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *MedClinic*, 104, 771-776.
- AROSTEGUI, I., Núñez-Antón, V. 2008. Aspectos estadísticos del cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud Short – Form- 36 (SF-36). *Estadística Española*, 50(167), pp 147-192.
- BARROSO, J. M., PJ, G. 2011. Depresión, ansiedad y estrés. Evaluación de la calidad de vida en Cuidadores de pacientes con daño cerebral adquirido. *Av Neurol*, 2(6).
- CEJUDO-CÓRDOBA, R. 2007. Capacidades y Libertad (una aproximación a la teoría de Amartya Sen). *Revista Internacional de Sociología (RIS)*. 65(47), 9-22.
- CIDDM-2: Clasificación Internacional del Funcionamiento y la Discapacidad.1999a. Borrador Beta-2, Versión Completa. Organización Mundial de la Salud, pág.17.
- CIDDM-2: Clasificación Internacional del Funcionamiento y la Discapacidad.1999b. Borrador Beta-2, Versión Completa. Organización Mundial de la Salud, pág.1.
- DELGADO, M., Quincha, M., Méndez, M. 2003. Valoración de la Calidad de Vida mediante la aplicación del Test SF-36 en Pacientes de la Fundación Psoriasis de la Ciudad de Quito. *Dermatología Peruana*, Vol.13.
- DURÁN, L., Gallegos, K., Salinas, G., Martínez, H. 2004. Hacia una base normativa mexicana en la medición de calidad de vida relacionada con la salud, mediante el Formato Corto 36. *Salud Pública de México*, 46(4), 306-315.

- ESPIN-ANDRADE, A. M. 2008. Caracterización psicosocial de cuidadores informales de adultos mayores con demencia. *Rev Cubana Salud Pública*, 34(3) [citado 2014-01-10]. ISSN 0864-3466.
- FLÓREZ-TORRES, I., Montalvo-Prieto, A., Herrera-Lían, A., Romero-Massa, E. 2010. Afectación de los bienestar en cuidadores de niños y adultos con enfermedad crónica. *Rev. Salud Pública*. 12(5): 754-764.
- GABRIEL P. J., Barroso J. M. 2011. Depresión, ansiedad y estrés. Evaluación de la calidad de vida en cuidadores de pacientes con daño cerebral adquirido. *Av Neurol* 2(6).
- GARCÍA, A., et al. 2004. Utilización de un cuestionario de salud percibida (SF-36) en vigilancia de la salud de los trabajadores. *Arch Prev Riesgos Labor*, 7(3) 88-98.
- GARCÍA-VINIEGRAS, V., Rodríguez López, G. 2007. Calidad de vida en enfermos crónicos. *Rev. haban cienc méd* 6(4).
- GÓMEZ, M. 2009. Un recorrido histórico del concepto de salud y calidad de vida a través de los documentos de la OMS. *TOG(A Coruña)*, 10 p.
- GONZÁLEZ, U. 2002. El concepto de calidad de vida y la evolución de los paradigmas de las ciencias de la salud. *Rev. Cubana Salud Pública*, 28(2), 157-175.
- GRANGER, V., Msall, B., Griswold, M., Heyer, R., y cols. 2006. Guía Médica Del sistema WeeFIMSM versión 6.0. Uniform Data System for Medical Rehabilitation, Amherst, New York. 56-57. http://bibliopro.imim.es/PDFs/Descripcion_SF-36_BiblioPRO.pdf
- INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda.
- INEGI. 2001. Presencia del Tema de Discapacidad en la Información Estadística. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México
- LOSEBA, I., Iñaki, M. 2004. Valoración del índice de salud sf-36 aplicado a usuarios de programas de metadona. Valores de referencia para la comunidad autónoma vasca. *Rev. Esp. Salud Pública*, 78(5), 609-621.
- LUGO, L., García G., Gómez, R. 2006. Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública*, 24(2), 37-50.
- IBM, Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20. 2011. IBM Corporation 1989.
- MARTÍNEZ, A.L. 2010. Aproximación a los conflictos generados entre los abuelos cuidadores de nietos y los padres en la sociedad actual. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Noviembre 2010, www.eumed.net/rev/cccss/10/
- MARTÍNEZ, L. 2008. Carga percibida del cuidador primario del paciente con Parálisis Infantil Severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón. *Revista de Medicina Física y Rehabilitación*, 20. 23-29.
- MURRAT, L. 2005. La familia cuidadora y su incidencia en la calidad de vida de las personas dependientes. *Rev. Mult. Gerontol*, 15(3), 171-177
- PARREÑO, A. 2004. Ciencia para calidad de vida: conocimiento aplicado al bienestar. Instituto Jesús en el Huerto de los Olivos, Olivos, Buenos Aires. Disponible en: <http://www.ib.edu.ar/bib2004/Finalistas/MariaParreno.pdf>
- RANGEL, A., Cruz, M., Patiño, G. 2010. Evaluación de la Calidad de Vida en Pacientes con Cirrosis Mediante el Cuestionario SF-36. *Revista Dolor, Foro Nacional de Investigación y Clínica Médica*, 7(1), 10-15.
- RODRÍGUEZ, M., Castro, M., Merino, J. 2005. Calidad de Vida en Pacientes Renales Hemodializados. *Ciencia y Enfermería*, 11(2), 47-55.
- SEGUI, J., De Diego, Y. 2008. Factores Asociados al Estrés del Cuidador Primario de los niños con Autismo: Sobrecarga, psicopatología y Estado de Salud. *Anales de Psicología*, 24(1), 100-105.
- SIBEL, E., Hale K., Hilal Y., Mehmet K. 2011. The Quality of Life and Psychological Status of Mothers of Hospitalized Pediatric Oncology Patients. *Pediatric hematology and oncology*, 28(5), 428-438.
- TORRES, A., Sanhueza, O. 2006. Modelo estructural de enfermería de calidad de vida e incertidumbre frente a la enfermedad. *Ciencia y Enfermería*, 12(1), 9-17.
- VELARDE, E., Ávila. F. 2002. Evaluación de la Calidad de Vida. *Salud pública de México*, 44(4): 349-361.
- VENEGAS, B. 2006. Habilidad del Cuidador y Funcionalidad de la persona cuidada. *Aquichan*, 6(1), 137-147.
- VINACCIA, S., Arbeláez, A. 2008. Calidad de Vida Relacionada con la Salud, Emociones Negativas y Apoyo Social en Pacientes con Psoriasis Vulgar. *Psicología y Salud*, 18(1), 17-25.
- VILAGUT, G., Ferrer, M., Rajmil L., Rebollo, P., et al. 2005. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *GacSanit*, 19(2), 135-150.
- WHO, 1958. Constitution of the World Health Organization. Ten years of the World Health Organization. Geneva, Annexe I.
- ZARRAGA, P., Landgrave, S. 2010. Calidad de Vida en pacientes con Insuficiencia Venosa Crónica en México DF. *MPA e-Journal MF& AP*, 4(1), 21-25.
- ZÚÑIGA, M., Carrillo, G., Fos, P., Gandek, B., Medina, M. 1999. Evaluación del estado de salud con la Encuesta SF-36: Resultados preliminares en México. *Salud Pública*, 41(2), 110-118. 

Este artículo es citado así:

López-Márquez, N. G. 2013: *Calidad de vida de cuidadores primarios de pacientes con discapacidad dependiente, del CRIT Chihuahua, México*. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 7(3): 139-151.

Resumen curricular de la autora

NORMA GRACIELA LÓPEZ MÁRQUEZ. Terminó su licenciatura en 2002, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Psicopedagogía por la Escuela Normal Superior "Prof. José E. Medrano" en Chihuahua, Chih., México. Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestra en Psicoterapia Clínica en el 2006 por el Instituto de Estudios Superiores y Formación Humana de Chihuahua, Chih. Obtuvo el diploma en acompañamiento y consejería tanatológica en el 2010 por el Instituto Mexicano de Tanatología, en México, D. F. Desde el 2007 labora en el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) y posee la categoría de Asesor Pedagógico. Su área de especialización es Evaluación Psicopedagógica y Psicoterapia Familiar. Ha participado como docente en la licenciatura en educación en la Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP) y en el posgrado en educación en el Centro de Investigación y Docencia (CID) de Chihuahua, Chih. Ha impartido 4 conferencias por invitación..

Medical Geology: Its Relevance to Mexico

Geología Médica: su relevancia para México

MARÍA AURORA ARMIENTA¹, ROBERT B. FINKELMAN² Y HÉCTOR O. RUBIO-ARIAS^{3,4}

Recibido: Enero 7, 2013

Aceptado: Febrero 28, 2013

Abstract

Interest in medical geology issues is rapidly expanding around the world. The objective of this paper is to highlight medical geology issues in Mexico and to discuss the importance of natural resources and its relation to human and animal health. Three Mexico's zones are discussed; North, Central and Western. In addition, two main concerns are addressed; the arsenic and the fluoride levels in ground water. These two trace elements along with others such as uranium and radon are elements that pose a serious threat to human health. The last part is dedicated to Chihuahua where arsenic, fluorine, uranium and radon coming from geogenic or anthropogenic sources present a serious threat to humans. The authors hope to encourage students and professors to participate and engage in medical geology conferences and events in order to improve their knowledge on this topic as well as to improve the health of Mexican citizens and people all over the world.

Keywords: human health, environmental human threat, arsenic, fluorine, uranium, radon.

Resumen

El concepto y la importancia del estudio de la geología médica está creciendo alrededor del mundo. El objetivo de este trabajo es discutir la importancia de diversos aspectos de geología médica en México y señalar la relación de los recursos naturales con la salud humana y animal. Se discuten tres grandes regiones del país: la región norte, la región central y la región oeste. Además, se analizan dos preocupaciones fundamentales: el arsénico y el flúor. Estos dos elementos, junto con otros como el uranio y radón son elementos que potencialmente representan una amenaza a la salud humana en el país. La última parte del análisis se enfoca en el estado de Chihuahua, que es el más grande de México, y donde el arsénico, flúor, uranio y radón, presentes ya sea de fuentes naturales (geogénicas) o antropogénicas, representan una seria amenaza a la salud humana. Los autores desean motivar tanto a estudiantes como profesores a participar e involucrarse en el tema de la geología médica con el fin de ahondar en sus diferentes aspectos y, como consecuencia, mejorar la salud de los habitantes de México y del mundo.

Palabras clave: salud humana, amenaza, arsénico, flúor, uranio, radón.

Introduction

If you have never heard the term Medical Geology you are not alone. Most people, even many scientists, have not heard of the term. Yet medical geology is a field of knowledge whose roots go back millions of years and whose impacts affect just about everyone on the planet.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. Circuito Exterior, C.U. México D.F., 04510, México.

² University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75083, United States of America.

³ Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada, Km. 1, Chihuahua, Chih., Mexico. 31453.

⁴ Dirección electrónica del autor de correspondencia: rubioa1105@hotmail.com.

Medical geology is the science dealing with the impacts of the natural environment (geologic materials and geologic processes) on animal and human health. It is concerned with exposure to naturally occurring trace elements, minerals in ambient dust and organic compounds in water and in the atmosphere. Medical geologists study volcanoes, earthquakes, and other natural phenomena to determine how these activities impact health. Medical geology is a discipline that links environmental science, public health, and geoscience in an effort to better understand these issues so that their impacts on public health can be minimized or even eliminated.

As long as 2 million years ago humanoids used minerals to settle upset stomachs likely counteracting the effects of eating rotten fruits and meats (Abrahams, 2005). Certainly long before that humanoids were aware of the potential dangers from volcanic activity and drinking water from certain natural sources. Many ancient civilizations were aware of various ways that rocks, minerals, water, and dust could impact human health. Their scientists and philosophers produced treatises warning readers of these dangers or recommending the use of specific rocks and mineral to counteract various diseases. Much of the valuable knowledge of these ancient indigenous peoples have been ignored by modern society or irretrievably lost.

Despite this long history and the widespread and sometimes severe health impacts, the science of medical geology is relatively new. During this past decade there has been a resurgence of interest in this field that has led to active research projects in many parts of the world including Mexico and the development of a support structure for those active or interested in the field. A number of useful medical geology books have been produced in the past few years including: *Geology and Health 2003*, edited by Skinner and Berger; *Essentials of Medical Geology, 2005*, edited by Selinus *et al.* (note: a new edition will be published in late 2012); *Introduction to Medical Geology, 2009*, by

Dissanayake and Chandrajith; and *Medical Geology: A Regional Synthesis, 2010*, edited by Selinus *et al.* that contains a chapter on medical geology issues in Mexico, Central America and the Caribbean (Armienta *et al.*, 2010). Several local and regional organizations have been formed including the International Medical Geology Association (www.medicalgeology.org) which, presently, has a regional chapter in Mexico and the Geological Society of America's Geology and Health Division (<http://rock.geosociety.org/GeoHealth/index.html>). In addition, it is important to mention that more than 5,000 people have attended the 50 Medical Geology short courses presented in more than 30 countries. In Mexico, courses in this series were presented in Piedras Negras (1995) and Mexico City (1997). Medical Geology short courses were also given in San Luis Potosi (2007) and, most recently (2011 and 2013), at the Universidad Autónoma de Chihuahua.

In this paper, we provide examples of the recent and ongoing medical geology research in Mexico. We hope that these examples will adequately demonstrate the significance of medical geology health issues and illustrate the opportunities that exist for students and researchers to engage in the growing field of medical geology.

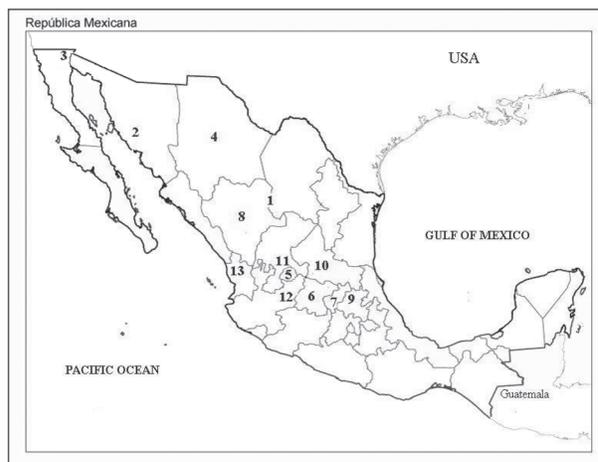
Examples of Medical Geology Studies in México (Figure 1)

Arsenic (As) and fluorine (F) are important elements in México from the perspective of medical geology. Their health impacts have resulted mainly from drinking of naturally contaminated groundwater. High fluoride groundwater concentrations have been detected in many areas of the country; many of them coincide with arsenic contaminated zones. Estupiñán-Day *et al.* (2005) considered that about 4 million people live in natural fluoride-rich zones and are at risk from dental and skeletal fluorosis (Figure 2). This is particularly important since groundwater is the main drinking water source in México especially in the Northern part

where arid and semiarid ecosystems are common. Indeed, endemic fluorosis was considered as an unrecognized environmental health problem in México in 1997 (Díaz-Barriga *et al.*, 1997). A meeting of the National Commission of Water and the Ministry of Health of Mexico (Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Salud), the Panamerican Health Organization, and the U. S. Center for Disease Control and Prevention was held in 2004 to deal with fluoride occurrence and fluorosis in México and recommend alternatives to protect the population. The states of Aguascalientes, Sonora, Zacatecas, San Luis Potosí, Baja California and Durango were identified as having the highest prevalence of fluorosis. A review on dental fluorosis in México was written by Soto-Rojas *et al.* (2004). One of the measures to diminish the population exposure was to prohibit selling fluoridated salt (the salt type offered regularly throughout the country) in fluoride-enriched areas.

Arsenic-related health problems due to ingestion of arsenic-rich water were first identified around 1958 in the Comarca Lagunera region, in northern México; about 400,000 people were considered at risk at that time. Various As-enriched groundwater zones have been identified since then, in different parts of the country. Studies have been conducted to assess As concentrations, distribution, and, most recently, As sources. Natural arsenic presence in groundwater has been mainly related to its release from As-bearing minerals, geothermal processes, water interaction with volcanic rocks, clays and Fe-oxyhydroxides as well as evaporation (Armienta and Segovia, 2008). Epidemiological studies to determine the actual effects of chronic As ingestion have also been carried out in some of those areas. These effects include hyperkeratosis, hyper and hypopigmentation, and blackfoot disease (Figure 2). Examples of these studies are included below. Arsenic presence (up to 0.12 mg L⁻¹) in groundwater has been ascribed to sulfide oxidation (Mahlknecht *et al.*, 2004) and volcanic rocks dissolution in the fractured aquifer (Ortega-Guerrero, 2009).

Figure 1. Location of studied zones. 1) Comarca Lagunera, 2) Hermosillo, Sonora 3) Mexicali, Baja California, 4) Chihuahua, Chihuahua, 5) Aguascalientes, Aguascalientes, 6) Acámbaro, Guanajuato, 7) Tequisquiapan, Querétaro, 8) Guadiana Valley, Durango, 9) Zimapán, Hidalgo, 10) San Luis Potosí, San Luis Potosí, 11) San Ramón, Zacatecas.



Distribution of Medical Geology Problems in Northern México

One of the most studied zones of the country in the field of medical geology has been the Comarca Lagunera (Figure 1). In this zone, which includes the southwest part of Coahuila and the northeast part of Durango states, health problems such as keratosis, skin pigmentation and black foot disease resulting from chronic As intake were detected in 1958 (Cebrian *et al.*, 1994). Groundwater containing up to 0.718 mg L⁻¹ was identified as the source of exposure (Del Razo *et al.*, 1990; Rosas *et al.*, 1999; Molina, 2004). The Mexican drinking water standard for arsenic is 0.025 mg L⁻¹ (NOM-127-SSA1-1994, 2000). Several research projects in this area have been conducted to unravel the As origin in groundwater, including geological, hydro-geological, and geochemical aspects together with hydrogeological and geochemical modeling. According to those studies As originated from one or several of the following processes: hydrothermal activity, desorption from clays, dissolution and desorption from Fe and Mn oxides, evaporation, and oxidation of sulfides (González-Hita *et al.*, 1991; Ortega-Guerrero,

2003; Molina, 2004; Gutiérrez-Ojeda, 2009). Ingestion of As consumption through cooked food was also revealed as an important source of the contaminant to the inhabitants in the Comarca Lagunera area (Del Razo *et al.*, 2002). Research has also been conducted to relate As exposure with health. Del Razo *et al.* (1997) found relationship between As speciation in urine and signs of dermatological affectations. Gonsebatt *et al.* (1997) observed a significant increase in micronuclei of urinary and oral epithelial cells of exposed people as well as an increase in the frequency of chromatide deletions, isochromatides in lymphocytes. Coronado-González *et al.* (2007) detected a relation between diabetes and total As concentrations in urine. Rosales-Castillo *et al.* (2004) found an increase of cancer incidence with As exposure (Armienta *et al.*, 2010; Camacho *et al.*, 2011).

The presence of high concentrations of fluoride (up to 3.7 mg L⁻¹) in groundwater in As contaminated areas has also been reported at Comarca Lagunera (Del Razo *et al.*, 1993).

Figure 2. Fluorosis evidence in a Mexican patient.



In Sonora (Figure 1) studies of arsenic and fluoride in groundwater and population health have also been carried out. Up to 0.305 mg L⁻¹ As was measured in wells and storage tanks in 1990; however, concentrations decreased afterwards due to dilution with uncontaminated

water (Wyatt *et al.*, 1988a). Bearing in mind the absence of possible anthropogenic sources of As, its presence was considered to result from natural processes. Analyses of urine in exposed population at the town of Esperanza in Sonora showed a geometric mean of 65.1 mg L⁻¹ As corresponding to a mean As intake of 65.5 mg day⁻¹. A positive correlation between As in urine, As intake and As in water was also found in Hermosillo, Sonora (Wyatt *et al.*, 1998b; Meza *et al.*, 2004). Besides, at Hermosillo, As concentrations in groundwater correlated with those of fluoride (Wyatt *et al.*, 1998b).

Fluoride, from 1.5 to 5.67 mg L⁻¹ was reported in groundwater of the Guadiana valley in Durango. Nearly 95% of the population was considered to be exposed to concentrations above 2.0 mg L⁻¹ which is higher than the Mexican drinking water standard of 1.5 mg L⁻¹ (NOM-127-SSA1-1994, 2000). These people exhibited dental fluorosis and increased bone fractures and children showed a positive correlation between dental fluorosis and fluoride in drinking water (Ortiz *et al.*, 1998; Alarcón-Herrera *et al.*, 2001)

Radon is another natural health threat causing increased lung cancer risk and linked to alpha radiation exposure from radon in air. High radon concentrations may occur in certain geologic environments. Radon-in-soil levels up to 500 kBq m⁻³ were measured in a uranium-rich zone in Sonora (Segovia *et al.*, 2007; Armienta *et al.*, 2010). Reyna-Carranza and López-Badilla (2002) determined indoor radon concentrations in 95 houses of Baja California (Figure 1). They found a higher number of deaths in neighbourhoods without pavement in comparison to those paved, as well as a higher number of women deaths relative to men. These researchers explain their results due to the longer time spent in the home by women. Radon concentrations were also higher at homes where a lung cancer death had occurred.

In Chihuahua, arsenic levels from 0.006 to 0.474 mg L⁻¹ in 35 sampled locations were measured in 2004 (Junta Central de Agua y

Saneamiento, 2006). In addition to other health problems that have been identified and studied in this State.

Central México

In Aguascalientes (Figure 1), estimation of cancer risk due to ingestion of As in water (average 0.0145 mg L^{-1}) was 9.5 cases per 100,000 inhabitants for the lower water As content, and 1.63 cases per 1000 inhabitants for the highest As concentration (Trejo-Vázquez and Bonilla-Petriciolet, 2002). Fluoride (up to 4 mg L^{-1}) in water supply produced from groundwater interaction with igneous rocks was reported by Rodríguez *et al.* (1997).

In Guanajuato (Figure 1), various studies attempting to explain the occurrence and health affectations of arsenic have been carried out. Arsenic was present in drinking water wells (CODEREG, 2000; ESF, 2006; Rodríguez *et al.*, 2006; Martínez-García, 2007; Armienta *et al.*, 2010). Fluoride is also present in Guanajuato. Dental fluorosis was observed in Irapuato and Salamanca where groundwater fluoride concentrations varied from 1 to 3 mg L^{-1} (Ovalle, 1996; Rodríguez *et al.*, 2000, 2006). Occurrence of fluorosis has also been reported in other cities within Guanajuato (Fragoso *et al.*, 1997; Armienta *et al.*, 2010). In the Independence aquifer in northeast Guanajuato up to 16 mg L^{-1} of fluoride were measured and related to the presence of acid volcanic rocks (Mahlknecht *et al.*, 2004). Dental fluorosis resulting from tainted water ingestion was also reported in Querétaro (Sánchez-García *et al.*, 2004).

Mineralization is an important source of fluoride and arsenic in Mexican groundwater. Medical geology studies have been conducted for many years at the mining zone of Zimapán, in Hidalgo (Figure 1) to determine concentrations, distribution and origin of As in groundwater and related health effects. Arsenic presence has mainly been linked to dissolution of arsenic minerals, mainly arsenopyrite which is widely distributed in the mineralized zones of the limestone aquifer (Armienta *et al.*, 1997a,

2001; Sracek *et al.*, 2010). Contaminated water flows through fractures, and As concentration is influenced by rainy periods (Rodríguez *et al.*, 2004). Health effects due to As exposure observed in this area, include dermatological affectations (hyper- and hypo-pigmentation, hyperkeratosis), and increment of transforming growth factor alpha (TGF- α) levels in bladder urothelial cells (Armienta *et al.*, 1997b; Resendiz and Zúñiga, 2003; Valenzuela *et al.*, 2007).

For many years drinking water for Zimapán was only supplied from this contaminated limestone aquifer. At present, As levels have decreased as a result of mixing with low-As water delivered from another area and the installation of a treatment plant to remove As. However, as is commonly found at other historical mining zones, wastes from ore processing polluted shallow wells that fortunately are not used as drinking water sources.

The adverse influence of mining residues on health was investigated in San Luis Potosí where high concentrations of Pb and As were measured in water, soils and sediments (Castro-Larragoitia *et al.*, 1997, Razo *et al.*, 2004). Children showed increased DNA damage (Yáñez *et al.*, 2003) after. Bioaccessible concentrations of As and Pb also showed they were exposed to concentrations above the maximum criteria (Gamiño and Monroy, 2009).

In San Luis Potosí (Figure 1), widespread fluorosis from groundwater tainted intake has been known for decades. Various studies to determine the source and geochemical processes responsible for concentrations above drinking water standards have been conducted for many years (Carrillo and Armienta, 1989; Carrillo-Rivera *et al.*, 1996, 2002). Fluoride is released from the deep volcanic aquifer and transported through fractures in the regional groundwater flow. Health studies showed a correlation between dental fluorosis and drinking water fluoride concentrations in this state and in Aguascalientes (Trejo-Vázquez and Bonilla-Petriciolet, 2002). Children showed neurotoxicological effects as a result of enriched

fluoride water intake (Estupiñán-Day *et al.*, 2005). Groundwater contamination by As in Zacatecas (Figure 1) was also reported with levels up to 0.5 mg L⁻¹ (Leal-Ascencio and Gelover-Santiago 2006; Armienta *et al.*, 2010).

Figure 3. Hyperkeratosis from ingestion of As-polluted water.



Western México

Fluoride (up to 17.77 mg L⁻¹) has been measured in Jalisco (Figure 1). Geothermal processes may be linked with its presence. In addition, arsenic is also higher than the drinking water standard in this area with up to 0.263 mg L⁻¹. Fluoride concentrations represent a potential risk of dental and skeletal fluorosis. Furthermore, skin diseases, gastrointestinal effects, neurological damage, cardiovascular problems, and hematological effects constitute potential health effects from chronic arsenic exposure (Hurtado-Jiménez and Gardea-Torresdey, 2005, 2006).

In Nayarit mean concentrations of arsenic in drinking water provided from three wells were below Mexican standards (0.025 mg L⁻¹) but above WHO limits (0.010 mg L⁻¹) (Mora-Bueno *et al.*, 2012).

Medical Geology issues in Chihuahua

The state of Chihuahua is the largest state in Mexico and has three main geological environments. The mountain areas known as the Tarahumara region is located in the western

part having elevations ranging from 2,000 to 2,400 meters above sea level (masl) and with mainly settlements of rural villages. The central part of the state is characterized by rangeland valleys known as Chihuahua's great plains, with elevations from 1,500 to 2,000 masl. This area is dominated by short grass communities where most human settlement can be observed. Lastly, the eastern area is characterized by an arid environment where the precipitation is below 200 mm per year presenting shrub land communities and elevations from 850 to 1,500 masl. Each of these three main environments in the State of Chihuahua exhibits contrasting geology and human health issues that we highlight in this review. It is important to point out that groundwater is the main hydrological resource for drinking water supply.

Chihuahua's Natural Resources-Water

The most important watershed in the State is associated with the Conchos River which is the main river about 560 km in length. This river originates in the municipality of Bocoyna which is located in the upper part of the Tarahumara region, flows through Chihuahua's great plains, and joins the Rio Grande/Rio Bravo in a very arid zone. It is important to point out that the Conchos River is the major tributary of the Rio Grande/Rio Bravo and there has been evidence that the water in the upper part of the river is uncontaminated (Rubio *et al.*, 2004). In contrast, there is strong support of water contamination, to different degree, in the central part (Gutiérrez and Borrego, 1999; Gutiérrez *et al.*, 2008; Rubio-Arias *et al.*, 2011) as well as in the lower part of the river before joining the Rio Bravo-Rio Grande (Holguín *et al.*, 2006; Rubio-Arias *et al.*, 2012) that represents a potential health risk for local residents. Other aquatic ecosystems in the state have been detected as contaminated such as the Laguna de Bustillos (Rubio *et al.*, 2004), which in turn, is negatively affecting range and crop land (Rubio *et al.*, 2006).

It is well confirmed that aquifers can become contaminated from different elements leaching from urban and rural wastewater (Squillace *et*

al., 2002) or could contain higher levels of potentially toxic trace elements because of natural cycling. Espino *et al.* (2007) reported that drinking water samples from wells in the central part of the state exceeded the level of 10 mg L⁻¹ N-NO₃, established by NOM-127-SSA1-1997 (2000) This study is important when it is observed that in the central part of the state there are many human settlements that depends 100% on the water coming from wells and where less than 50% of the localities have a demineralization treatment system (JCAS, 2006). High levels of nitrate in drinking water have been associated with different diseases (Gulis *et al.*, 2002; Volkner *et al.*, 2005) and in particular with the blue baby syndrome. The Chihuahua's nitrate problem has also been detected in the north (Martinez-Rodriguez *et al.*, 2006) as well in the south where Rubio *et al.* (2004) noted level of nitrate as high as 10.53 mg L⁻¹ in surface water of the Florido River which is a tributary of the Conchos River.

The presence of arsenic in water through natural and anthropogenic sources represents another important issue in Chihuahua. Camacho *et al.* (2011) detected high As concentrations in groundwater while Rubio *et al.* (2004) presented data on high levels of this metalloid in surface water of the Conchos River. At present, there is no information about water consumption patterns in Mexico, nor in Chihuahua, and the local communities or owners of private wells are not required to control the As level, or even other contaminants, from their drinking and cooking water. This is important when it is considered that Chihuahua has about 13,000 wells in the State and some of them are utilized for the families in different activities (CFE, 2011).

Volcanic rocks and lacustrine sediments were proposed as sources of groundwater As in different zones of Chihuahua (Reyes Cortés *et al.*, 2006a, 2006b; Mahlkecht *et al.*, 2008). In the Delicias-Meoqui and Jimenez-Camargo aquifers 50% of the wells were reported with As concentrations higher than 0.05 mg L⁻¹ (Camacho *et al.*, 2011). Arsenic has been

related to arsenopyrite, ascendant geothermal flow, and high evaporation. Reverse osmosis is currently used to remove As and other toxic elements in Chihuahua (Espino-Valdés *et al.*, 2009; Camacho *et al.*, 2011). In fact, about 88 small reverse osmosis treatment plants, partially paid by the consumers were reported to be in operation in 2006 (Calderón-Fernández, 2006).

There are 50 uraniferous areas in the state of Chihuahua; the most important is Sierra Blanca which contains about 60% of Mexico's uranium reserves (Villalba *et al.*, 2011). In fact, about 30 years ago there was established a uranium milling process causing a significant natural hazard. Villalba *et al.* (2011) reported high levels of uranium in water samples with levels in a range of 0.38 to 1.39 Bq L⁻¹. These concentrations are above the maximum levels established for the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) which specify a maximum level of 0.78 Bq L⁻¹. In addition, these researchers found high levels of radio and radon in the water samples of the communities of Aldama and the city of Chihuahua which is higher than those values reported in the EPA levels. In Aldama levels of radon in indoor air samples were reported in a range from 29 to 422 Bq m⁻³ (Colmenero *et al.*, 2004) which are higher than values established in international norms. The authors estimated an annual effective dose of 3.0 mSv which is higher than the average international norms of 1.2 mSv.

Final Remarks

Different alternatives have been given to Medical Geology problems in some areas of México. Mixing of poor quality water with good quality water has been a widespread option to decrease the contaminant levels. Highly polluted wells have been closed and substituted by safe-water wells or surface water in some places. Household filters were distributed in some As polluted areas. Studies have been carried out to develop new affordable treatment methods. These treatment developments, which offer a promising option to remove As and other contaminants, deserve a special review.

However, many problems are still waiting for solutions. Much is still to be done in México; regular analyses of the most common contaminants: fluoride and arsenic, must be done in every drinking water source. Laboratories must be provided with the adequate analytical equipment to perform these determinations nationwide. Treatment systems must be installed in every place where the presence of arsenic and fluoride concentrations are higher than drinking water standards. Affordable and environmental-sustainable methods suitable for every contaminated location should be promoted by joining efforts between researchers and authorities. Maintenance of current treatment systems (household or municipal) must always be included as a priority in municipal expense programs and supported by all authority levels. Overall, population health must be placed in the first in priority of national and local authorities.

References

- ABRAHAMS, P.W. 2005. Geophagy and the involuntary ingestion of soil. In: O. Selinus, B. Alloway, R. J. A. Centeno, R.B. Finkelman, R. Fulke, U. Lindh, and P. Smedley (eds.). *Essentials of Medical Geology*. Elsevier, New Cork p.435-458.
- ALARCÓN-HERRERA, M.T., I.R. Martín-Domínguez, R. Trejo-Vázquez, S. Rodríguez-Dosal. 2001. Well water fluoride, dental fluorosis, bone fractures in the Guadiana Valley of Mexico. *Fluoride*, 34:139-149.
- ARMIENTA, M.A., R. Rodríguez, A. Aguayo, N. Cenicerros, G. Villaseñor, O. Cruz. 1997a. Arsenic contamination of groundwater at Zimapán, México. *Hydrogeology Journal* 5: 39-46
- ARMIENTA, M.A., R. Rodríguez, O. Cruz. 1997b. Arsenic Content in Hair of People Exposed to Natural Arsenic Polluted Groundwater at Zimapán, México. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 59:583-589.
- ARMIENTA, M.A., G. Villaseñor, R. Rodríguez, L.K. Ongley, H. Mango. 2001. The role of arsenic bearing rocks in groundwater pollution at Zimapán Valley, México. *Environmental Geology* 40:571-581.
- ARMIENTA, M.A., N. Segovia. 2008. Arsenic and fluoride in the groundwater of Mexico. *Environmental Geochemistry and Health* 30:345-353
- ARMIENTA, M. A., R. Rodriguez, N. Segovia, and M. Monteil, M. 2010. Medical geology in Mexico, Central America and the Caribbean. In: O. Selinus, R. B. Finkelman, and J. A. Centeno (eds.). *Medical Geology: A Regional Synthesis*. Springer, Dordrecht p. 59-78.
- CALDERÓN-FERNÁNDEZ, M.L. 2006. Alternativas de depuración de agua para consumo humano en el estado de Chihuahua. Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua. Documentos Foro Mundial del Agua. México, D.F.
- CAMACHO, L. M., M. Gutierrez, M.T. Alarcon-Herrera, M.L. S. Deng. 2011. Occurrence and treatment of arsenic in groundwater and soil in northern Mexico and southwestern USA. *Chemosphere* 83(3): 211-225.
- CARRILLO, J.J., M.A. Armienta. 1989. Diferenciación de la Contaminación Inorgánica en las aguas Subterráneas del Valle de la Ciudad de San Luis Potosí, SLP, México. *Geofísica Internacional* 28(4):763-783.
- CARRILLO-RIVERA, J.J., A. Cardona, D. Moss. 1996. Importance of the vertical component of groundwater flow: a hydrogeochemical approach in the valley of San Luis Potosí, Mexico. *Journal of Hydrology* 23:23-44
- CARRILLO-RIVERA, J.J., A. Cardona, W.M. Edmunds. 2002. Use of abstraction regime and knowledge of hydrogeological conditions to control high-fluoride concentration in abstracted groundwater: San Luis Potosí Basin, Mexico. *Journal of Hydrology* 261:24-47
- CASTRO-LARRAGOITIA, J., U. Kramar, H. Puchelt. 1997. 200 years of mining activities at La Paz/San Luis Potosi/Mexico - Consequences for environment and geochemical exploration. *Journal of Geochemical Exploration* 58:81-91
- CEBRIAN, M.E., A. Albores, G. Garcia-Vargas, L.M. Del Razo. 1994. Chronic arsenic poisoning in humans: the case of Mexico. In: J.O.Nriagu (ed.) *Arsenic in the Environment, Part II*, John Wiley & Sons Inc, N.Y. p. 93-107.
- CFE, 2011. *Comisión Federal de Electricidad. Chihuahua, Chihuahua, México. Datos de la Comisión Federal de Electricidad. Comunicacion personal.*
- CODEREG. 2000. Acuífero de la Independencia, municipios de San José Iturbide, Doctor Mora, San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo, San Felipe, San Diego de la Unión y San Miguel de Allende, Guanajuato. Technical Report inedit. Consejo para el Desarrollo Regional Noreste y Norte, Guanajuato.
- COLMENERO, S.L., C.M.E. Montero, L. Villalba, V.M. Renteria, M.E. Torres, L.M. Garcia, R. Garcia-Tenorio, G.F. Mireles, P.E.F. Herrera, A.D. Sanchez. 2004. Uranium-238 and thorium-232 series concentrations in soil, radon-222 indoor and drinking water concentrations and dose assessment in the city of Aldama, Chihuahua, Mexico. *Journal of Environmental Radioactivity* 77(2):205-219.
- CORONADO-GONZÁLEZ, J.A., L.M. Del Razo, G. García-Vargas, F. Sanmiguel-Salazar, J. Escobedo-de la Peña. 2007. Inorganic arsenic exposure and type 2 diabetes mellitus in Mexico. *Environmental Research* 104:383-389.
- DEL RAZO, L.M., M.A. Arellano, M.E. Cebrián. 1990. The oxidation states of arsenic in well-water from a chronic arsenicism area of northern Mexico. *Environmental Pollution* 64:143-153.
- DEL RAZO, L.M., J.C. Corona, G. García-Vargas, A. Albores, M.E. Cebrián. 1993. Fluoride levels in well-water from a chronic arsenicism area of northern Mexico. *Environmental Pollution* 80:91-94
- DEL RAZO, L.M., G.G. Garcia-Vargas, H. Vargas, A. Albores, M.E. Gonsebatt, R. Montero, P. Ostrosky-Wegman, M. Kelsh, M.E. Cebrián. 1997. Altered profile of urinary arsenic metabolites in adults with chronic arsenicism. A pilot study. *Archives of Toxicology*. 71:211-217
- DEL RAZO L. M., G.G. Garcia-Vargas, J. García-Salcedo, M.F. Sanmiguel, M. Rivera, M.C. Hernandez, M.E. Cebrian. 2002. Arsenic levels in cooked food and assessment of adult dietary intake of arsenic in the Region Lagunera, Mexico. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1423-1431.
- DÍAZ-BARRIGA, F., A. Navarro-Quezada, M.I. Grijalva, M. Grimaldo, J.P. Loyola-Rodriguez, M. Deogracias Ortiz. 1997. Endemic fluorosis in Mexico, *Fluoride* 30(4): 233-239.

- ESF. 2006. Well water quality in San Miguel de Allende. Phase I: Results and Conclusions. Ecosystem Sciences Foundation, ESF, San Miguel de Allende Municipality. Technical Report inedit, Guanajuato
- ESPINO, M.S., A.H. Rubio, C.J. Navarro, C.J. 2007. Nitrate pollution in the Delicias-Meoqui aquifer of Chihuahua, Mexico. *In: C.A. Brebbia (ed.). Environmental Health Risk IV. WitPress. Ashurst Southampton. P.189-196.*
- ESPINO-VALDES, M.S., Y. Barrera-Prieto, E. Herrera-Peraza. 2009. Arsenic presence in North section of Meoqui-Delicias aquifer of state of Chihuahua, Mexico. *Tecnociencia Chihuahua 3 (1)*, 8–18.
- ESTUPIÑÁN-DAY, S., H. Vera, K. Duchon. 2005. Final Report «Task-Force Meeting» Defluoridation systems in Latin America and the Caribbean, Washington D.C., 22-24 October, 2004. Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Salud de México, Pan American Health Organization, WHO, Washington D.C.
- FRAGOSO, R., G. Jackson V. Cuairan, L. Gaitan. 1997. Efectividad del ácido clorhídrico como blanqueador dental en piezas con fluorosis dental. *Revista ADM 54*: 219-222.
- GAMIÑO, S.P., M. Monroy. 2009. Evaluation of children exposition and effect biomarkers in a mining site with high concentration of arsenic and lead bioaccessibility as a case study for abandoned sites associated to Pb-Zn-Cu-Ag skarn deposits in Central Mexico. *In: Geological Society of America Abstracts with Programs*, 16-17 March Dallas, TX, USA. 41(2):13.
- GONSEBATT, M.E., L. Vega, A.M. Salazar, R. Montero, P. Guzmán, J. Blas, L.M. Del Razo, G. García-Vargas, A. Albores, M.E. Cebrían, M. Kelsh, P. Ostrosky-Wegman. 1997. Cytogenetic effects in human exposure to arsenic. *Mutation Research 386*:219-228.
- GONZÁLEZ-HITA, L., L. Sánchez, I. Mata. 1991. Estudio hidrogeoquímico e isotópico del acuífero granular de la Comarca Lagunera. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Technical Report inedit, Jiutepec.
- GULIS, G., M. Czompolyova, M. M. Jr. Cerhan. 2002. En ecological study of nitrate in municipal drinking water and cancer incidence in Trbava District, Slovakia. *Environmental Research 88(3)*: 182-187.
- GUTIERREZ, M., P. Borrego. 1999. Water quality assessment of the Rio Conchos, Chihuahua, Mexico. *Environment International 25*: 573-583.
- GUTIERREZ, L. R., H. Rubio-Arias, R. Quintana, J.A. Ortega, M. Gutierrez. 2008. Heavy metals in water of the San Pedro River in Chihuahua, Mexico and its potential health risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health 5(2)*:91-98.
- GUTIÉRREZ-OJEDA, C. 2009. Determining the origin of arsenic in the Lagunera region aquifer, Mexico using geochemical modeling. *In: J. Bundschuh, M.A. Armienta, P. Birkle, P. Bhattacharya, J. Matschullat, A.B. Mukherjee (eds.) Natural arsenic in groundwaters of Latin America - Occurrence, health impact and remediation. Taylor and Francis group, London p. 163-170.*
- HOLGUÍN, C., H. Rubio, M.E. Olave, R.Saucedo, M. Gutiérrez, R. Bautista. 2006. Calidad del agua del río Conchos en la región de Ojinaga, Chihuahua: Parámetros físicoquímicos, metales y metaloides. *Universidad y Ciencia 22*:51-63.
- HURTADO-JIMÉNEZ, R., J. Gardea-Torresdey. 2005. Estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco, México. *Salud Pública de México 47*:58-63.
- HURTADO-JIMÉNEZ, R., J.L. Gardea-Torresdey. 2006. Arsenic in drinking water in the Los Altos de Jalisco region of Mexico [Arsénico en el agua potable de la región de Los Altos de Jalisco, México]. *Revista Panamericana de Salud Pública 20(4)*:236-247
- JCAS. 2006. Junta Central de Aguas y Saneamiento del Estado de Chihuahua (JCAS). Comunicacion personal.
- LEAL-ASCENCIO, M.T., S. Gelover-Santiago. 2006. Evaluación de acuíferos de la mesa del norte. *In: Memorias V Congreso Internacional y XI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*, 7-9 de junio, 2006, Oaxtepec, Mor., México.
- MAHLKNECHT, J., B. Steinich, I. Navarro. 2004. Groundwater chemistry and mass transfers in the Independence aquifer, central Mexico, by using multivariate statics and mass-balance models. *Environmental Geology 45*:781-795.
- MAHLKNECHT, A. Horst, G. Hernández-Limón, R. Aravena. 2008. Groundwater geochemistry of the Chihuahua City region in the Rio Conchos Basin (northern Mexico) and implications for water resources Management. *Hydrological Processes 22*:4736–4751
- MARTÍNEZ, P., M. García. 2007. Distribución de iones mayores y metales en el agua subterránea de la subcuenca del Río Turbio, estados de Guanajuato y Jalisco. *Revista Geociencia 1*:37-54.
- MARTÍNEZ-RODRIGUEZ, J. G., Z. Castellanos, G.M. Rivera, H.G. Nuñez, C.R. Faz. 2006. Contaminacion por nitratos en acuíferos del norte de Mexico y del estado de Guanajuato. *Agrofaz 6(3)*: 379-388.
- MEZA M.M., M. Kopplin, J.L. Burges, J. Gandolfi. 2004. Arsenic drinking water exposure and urinary excretion among adults in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. *Environmental Research 96*:119-126
- MOLINA, M.A. 2004. Estudio hidrogeoquímico en la Comarca Lagunera, México .M. Sc. Thesis, Posgrado en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- MORA-BUENO, D., L.C. Sánchez-Peña, L.M. Del Razo, C.A. González-Arias, I.A. Medina, -Díaz, M.L. Robledo-Marengo, A.E. Rojas-García. 2012. Presencia de arsénico y coliformes en agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental 28*:127-135.
- NOM-127-SSA1-1994. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. DOF 22 de noviembre de 2000.
- ORTEGA-GUERRERO, A. 2003. Origin and geochemical evolution of groundwater in a closed-basin clayey aquitard, Northern Mexico. *Journal of Hydrology 284*:26-44.
- ORTEGA-GUERRERO, M.A. 2009. Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México. *Revista mexicana de Ciencias Geológicas 26(1)*: 143-161.
- ORTIZ, D., L. Castro, F. Turrubiarres, J. Milán, M. Díaz-Barriga. 1998. Assessment of the exposure to fluoride from drinking water in Durango, Mexico, using a geographic information system. *Fluoride 31*:183–187.
- OVALLE, J. 1996. Fluorosis dental de la población escolar de Salamanca Guanajuato. *Revista ADM 53*: 289-294.
- RAZO, I., L. Carrizales, F. Díaz-Barriga, M. Monroy. 2004. Arsenic and heavy metal pollution of soil, water and sediments in a semi-arid climate mining area in Mexico. *Water, Air, and Soil Pollution 152*:129-152
- RESÉNDIZ, M.R.I., L.J.C. Zúñiga. 2003. Evaluación de la Exposición al arsénico en pobladores del municipio de Zimapán, Hidalgo», Bachelor's Thesis Eng. Chem., Universidad Tecnológica de México, Mexico, D.F.
- REYES-CORTÉS, I.A., M. Reyes-Cortés, L. Villalba, M.E. Montero-Cabrera, R. Ledesma-Ruíz, Y. Barrera-Prieto, A.Y. Precoma-Mojarro, Vázquez-Baldera, J.F. 2006a. Origen del As en las cuencas endorreicas, Chihuahua, México. *Geos 26*:39

- REYES-CORTÉS, I.A., J.F. Vázquez-Balderas, R. Ledesma-Ruiz. 2006b. As en el sistema hidrogeológico del valle de Delicias, Chihuahua, México. *Geos* 26:40
- REYNA-CARRANZA, M.A., G. López-Bobadilla. 2002. Estudio del efecto del radón en los casos de muerte por cáncer pulmonar en la población de Mexicali, Baja California, México. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 23(2), 68-73.
- RODRÍGUEZ, R., G. Hernández, T. González, A. Cortes. 1997. Definición del flujo regional de agua subterránea, su potencialidad y uso en la zona de la ciudad de Aguascalientes, Ags. Technical Report inedit, IGF-UNAM, México, D.F.
- RODRÍGUEZ, R., J.A. Mejía, J. Berlín, A. Armienta, T. González. 2000. Estudio para la determinación del grado de alteración de la calidad del agua subterránea por compuestos orgánicos en Salamanca, Gto. Technical Report inedit, CEASG, IGF-UNAM, México, D.F.
- RODRÍGUEZ, R., M.A. Armienta, P. Morales, T. Silva, H. Hernández. 2006. Evaluación de Vulnerabilidad Acuifera del valle de Irapuato Gto. Technical Report inedit, JAPAMI, CONCyTEG, IGF UNAM. México, D.F.
- RODRÍGUEZ, R., J.A. Ramos, M.A. Armienta. 2004. Groundwater arsenic variations: The role of local geology and rainfall. *Applied Geochemistry* 19: 245-250.
- ROSALES-CASTILLO, J.A., R.T. Acosta-Saavedra, J. Ochoa-Fierro, V.H. Borja-Aburto, L. Lopez-Carrillo, G.G. Garcia-Vargas, G.B. Gurrola-Mariano, M.E. Cebrian, E.S. Calderon-Aranda. 2004. Arsenic exposure and human papilloma virus response in non-melanoma skin cancer Mexican patients: a pilot study. *International Archives of Occupational Environmental Health* 77, 418-423.
- ROSAS, I., R. Belmont, A. Armienta, A. Baez. 1999. Arsenic concentrations in water, soil, milk and forage in Comarca Lagunera, Mexico. *Water, Air, and Soil Pollution* 112:133-149.
- RUBIO, H.O., M.K. Wood, M.H.E. Alanis. 2004. Water pollution in the Rio Conchos of northern México. In: Tenth International Conference on Development and Application of Computer Techniques to Environmental Studies. Wit Press, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton S040. UK.167-176.
- RUBIO, A.H., T.R. Saucedo, M.R. Bautista, K. Wood, C. Holguin, J. Jimenez. 2006. Are crop and range land being contaminated with cadmium and lead in sediments transported by wind from an adjacent contaminated shallow lake? In: JF Martin-Duque, CA Brebbia, DE Emmanouloudis and U. Mander (eds.). *Geo-Environment and Landscape Evolution II*. WitPress. Ashurst Southampton. p. 135-141.
- RUBIO-ARIAS, H., N.I. Rey, R.M. Quintana, V.G. Nevarez, O. Palacios. 2011. Coliform and metal contamination in Lago de Colina, a recreational water body in Chihuahua State, Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8: 2386-2400.
- RUBIO-ARIAS, H., M. Contreras-Caraveo, R. Quintana, R. Saucedo-Terán, A. Pinales-Munguía. 2012. An overall water quality index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. In Press.
- SANCHEZ-GARCIA, S., A. Pontigo-Loyola, E. Heredia-Ponce, J. Ugalde-Arellano. 2004. Fluorosis dental en adolescentes de tres comunidades del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Pediatría* 17:5-9
- SEGOVIA, N., M.I. Gaso., M.A. Armienta. 2007. Environmental radon studies in Mexico. *Environmental Geochemistry and Health* 29: 143-153.
- SOTO-ROJAS, AE, J.L. Ureña-Cirett, E.A. Martínez-Mier. 2004. A review of the prevalence of dental fluorosis in México. *Revista Panamericana de Salud Pública* 15: 9-18.
- SQUILLACE, P.J., P.J. Scott, M.J. Moran, B.T. Nolan, D.W. Kolpin. 2002. VOCs, pesticides, nitrate and their mixtures in groundwater used for drinking water in the United States. *Environmental Science and Technology* 36: 1923-1930.
- SRACEK, O. M.A. Armienta, R. Rodríguez, G. Villaseñor. 2010. Discrimination between diffuse and point sources of arsenic at Zimapán, Hidalgo state, Mexico. *Journal of Environmental Monitoring* 12:329-337.
- TREJO-VÁZQUEZ, R., A. Bonilla-Petriciolet. 2002. Cuantificación de arsénico en el agua subterránea de la ciudad de Aguascalientes, México, y evaluación de riesgos entre la población. *Revista Ingeniería Hidráulica en México* 17: 79-88.
- VALENZUELA, O.L., D.R. Germolec, V.H. Borja-Aburto, J. Contreras-Ruiz, G.G. García-Vargas, L.M. Del Razo. 2007. Chronic arsenic exposure increases TGFalpha concentration in bladder urothelial cells of Mexican populations environmentally exposed to inorganic arsenic. *Toxicology and Applied Pharmacology* 222:264-270.
- VILLALBA, M. de L., L.H. Colmenero, M.E. Montero, M. E. 2011. Análisis y dosimetría de radionúclidos en agua; estudio realizado en Chihuahua-Mexico. Editorial Academica Española.
- VOLKNER, B.G., B. Ernst, J. Simon, R. Kuefer, G. Jr. Bartsch, D. Bach, J.E. Gschwend. 2005. Influence of nitrate levels in drinking water on urological malignancies: a community-based cohort study. *British Journal of Urology International* 95(7):972-976.
- WYATT, C.J., V. Lopez Quiroga, R.T. Olivas-Acosta, R.O. Méndez RO. 1998a. Excretion of Arsenic (As) in Urine of Children, 7-11 Years, Exposed to Elevated Levels of As in the City Water Supply in Hermosillo, Sonora, México. *Environmental Research A* 78:19-24.
- WYATT, C.J., C. Fimbres C, L. Romo. R.O. Méndez, M. Grijalva. 1998b. Incidence of heavy metal contamination in water supplies in Northern Mexico. *Environmental Research A* 76:114-119
- YÁÑEZ, L., E. García-Nieto, E. Rojas, L. Carrizales, J. Mejía, J. Calderón, I. Razo, F. Díaz-Barriga. 2003. DNA damage in blood cells from children exposed to arsenic and lead in a mining area. *Environmental Research* 93:231-240. 

Este artículo es citado así:

Armienta, M. A., R. B. Finkelman and H. O. Rubio-Arias. 2013: *Medical Geology: Its Relevance to Mexico*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 7(3): 152-162.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

MARÍA AURORA ARMIENTA HERNÁNDEZ. Realizó estudios de Ingeniería Química en la Universidad Autónoma de Sinaloa y la Universidad Iberoamericana y se graduó (por la U. Iberoamericana y la Universidad Nacional Autónoma de México) con Mención Honorífica en 1997. Desarrolló sus estudios de posgrado en la UNAM, donde obtuvo el grado de Maestría en Ciencias (Química Analítica) en 1988 y el Doctorado en Geofísica (Aguas Subterráneas) en 1992. Le fue otorgada la Medalla Gabino Barreda (UNAM) por sus estudios de maestría y la Mención Honorífica en el examen doctoral. Actualmente es Investigadora Titular C de T.C. en el Instituto de Geofísica y profesora del Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM. Sus áreas de investigación comprenden la geoquímica ambiental, hidrogeoquímica y los procesos geoquímicos asociados a la actividad volcánica. Ha dirigido 12 tesis de licenciatura, 13 de maestría y 6 de doctorado. Su obra científica suma 88 artículos publicados en revistas arbitradas internacionales, 28 capítulos en libros, 2 libros editados, 28 artículos en memorias arbitrados y 42 artículos en memorias no arbitrados, así como 14 artículos de divulgación. Ha impartido cursos cortos y conferencias en diversos lugares del país, así como en España, Alemania, EUA, Uruguay y Perú. Ha sido responsable de 15 proyectos con financiamiento externo a la UNAM. Fue Presidenta del Instituto Nacional de Geoquímica y "Delegate at large" de la Association for Women Geoscientists, fue responsable por parte de México de la red CYTED Iberoarsen: El arsénico en Iberoamérica. Distribución, metodologías analíticas y tecnologías económicas de remoción. Recientemente fue electa como "Vice-Chair for Geosciences" de la International Medical Geology Association (IMGA). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores en el Nivel III, de El Colegio de Sinaloa y del Comité Científico Asesor del Volcán Popocatepetl. En los últimos 5 años ha realizado arbitrajes para 18 revistas internacionales, para proyectos de CONACYT, del gobierno del Distrito Federal, de la UNAM, y para la ANPCyT de Argentina.

ROBERT B. FINKELMAN. Robert Finkelman retired in 2005 after 32 years with the U.S. Geological Survey (USGS), is currently a Research Professor in the Dept. of Geosciences at the University of Texas at Dallas and an Adjunct Professor at the China University of Geosciences, Beijing. He is an internationally recognized scientist widely known for his work on coal chemistry and as a leader of the emerging field of Medical Geology. Dr. Finkelman has degrees in geology, geochemistry, and chemistry. He has a diverse professional background having worked for the federal government (USGS) and private industry (Exxon), formed a consulting company (Environmental and Coal Associates), and has lectured and provided mentorship at colleges and universities around the world. Most of Dr. Finkelman's professional career has been devoted to understanding the properties of coal and how these properties affect coal's technological performance, economic byproduct potential and environmental and health impacts. For the past 17 years he has devoted his efforts to developing the field of Medical Geology. Dr. Finkelman is the author of some 700 publications and has been invited to speak in more than 50 countries. Dr. Finkelman has served as Chairman of the Geological Society of America's Coal Geology Division; Chair of the International Association for Cosmochemistry and Geochemistry, Working Group on Geochemistry and Health; founding member and past chair of the International Medical Geology Association; President of the Society for Organic Petrology; member of the American Registry of Pathology Board of Scientific Directors and is Past-Chair of the GSA's Geology and Health Division. He was a recipient of the Ninninger Meteorite Award; recipient of the Gordon H. Wood Jr. Memorial Award from the AAPG Eastern Section; a Fellow of the Geological Society of America; and a recipient of the Cady Award from the GSA's Coal Geology Division. Dr. Finkelman was also awarded a U. S. State Department Embassy Science Fellowship for an assignment in South Africa and was a member of a National Research Council committee looking at the future of coal in the U.S.

HÉCTOR OSBALDO RUBIO ARIAS. Terminó su programa Doctoral en New Mexico State University, en los Estados Unidos de Norteamérica en el año 1989. Fue Investigador Titular en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por 31 años, donde se encuentra ya jubilado. En la actualidad, es Profesor de medio tiempo en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua y fue maestro invitado por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMA-CONACYT) desde el año 2004 hasta diciembre de 2012. El Dr. Rubio tiene tres libros publicados y aparece como co-autor en otros tres. Tiene alrededor de 50 publicaciones internacionales y 40 nacionales. Ha participado en reuniones en la FAO (Roma 1974), Venezuela (OEA) Israel, Francia, Italia, Portugal, Grecia, República de Malta, China, Japón, Estados Unidos de Norteamérica, Inglaterra, España y otros en América Latina. Es miembro del Comité Editorial de varias revistas tanto internacionales como nacionales así como revisor científico. Es evaluador en diversos fondos como en los fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT y CONAFOR-CONACYT donde fue miembro de la Comisión de Evaluación en el periodo de 2008 hasta 2012. El Dr. Rubio es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y aparece como experto en bioseguridad por la CONABIO. Fue galardonado con el premio Rotario Chihuahua en ciencia y tecnología en el 2009. En los últimos cinco años, el Dr. Rubio ha ofrecido como ponente y/o participante alrededor de 40 cursos de capacitación, incluidos en CASA-ANUIES y diversas Universidades y Centros de Investigación.

Impactos potenciales del cambio climático en la producción de nuez en la Región del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos

Potential impacts of climate change on pecan production in the Northwest Mexico and Southwest USA region *

J.G. MEXAL^{1,2} Y E. HERRERA¹

Recibido: Agosto 08, 2013

Aceptado: Febrero 02, 2014

Resumen

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* [Wangenh] K. Koch) es un cultivo económicamente importante tanto para México como para Estados Unidos de América. El Cambio climático (con incrementos en bióxido de carbono, incremento en la temperatura y reducciones en las precipitaciones pluviales) puede afectar seriamente la producción en las huertas nogaleras. Este artículo aborda algunos de los impactos potenciales del incremento del CO₂ y de las temperaturas diarias en el crecimiento de los árboles de nogal, su dormancia y sus interacciones con los insectos-plaga.

Palabras clave: *Carya illinoensis*, nogal pecanero, cambio climático, sequía, CO₂, bióxido de carbono, requerimientos de riego.

Abstract

The pecan (*Carya illinoensis* [Wangenh] K. Koch) is an economically important crop for both Mexico and the United States of America. The Climate Change (with increases in carbon dioxide, increases in temperature and reductions in rainfall) can seriously affect production in the orchards of walnut groves. This article discusses some of the potential impacts of increased CO₂ and daily temperatures in the growth of walnut trees, its dormancy and its interactions with pest insect.

Keywords: *Carya illinoensis*, pecan, climate change, drought, CO₂, carbon dioxide, irrigation requirements

Introducción

El cambio climático se refiere a cualquier variación de temperatura, precipitación o viento. El cambio puede ser de corta duración, pero más comúnmente se refiere a los cambios a largo plazo que pueden persistir durante décadas o mayor tiempo. Históricamente, el clima ha cambiado de manera gradual durante miles de años. Sin embargo, los cambios recientes han sido abruptos y ligados a factores antropogénicos, incluyendo la deforestación y la industrialización. Más notable ha sido el aumento de los niveles del dióxido de carbono atmosférico (CO₂), propiciados por la deforestación y la quema de combustibles fósiles. Antes de la industrialización, los niveles de CO₂ atmosférico eran estables en alrededor de 280 ppm. Recientemente, los niveles de CO₂ alcanzaron 400 ppm por primera vez en la historia moderna (Anon, 2013).

¹ Universidad Estatal de Nuevo México. Departamento de Ciencias Ambientales y de Plantas. Las Cruces, NM. EUA. 88003.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: jmexal@ad.nmsu.edu.

* Traducción realizada por el Dr. Julio César López Díaz

Cualquier cambio climático, si se vincula particularmente con el aumento de los niveles de CO₂, puede impactar potencialmente la agricultura. Esto es especialmente cierto para las regiones del suroeste de Estados Unidos de América (E.U.A.) y el noroeste de México (en lo sucesivo, referido a estas dos regiones como la «Región del Oeste») donde la producción de la nuez es un componente fundamental de la agricultura de la región. Existen más de 90,000 hectáreas de nogales en la Región del Oeste, con un valor anual de producción superior a los \$7 mil millones de pesos al año (NMDA, 2010; SAGARPA, 2011).

El objetivo de este artículo es abordar varias cuestiones, enfocándonos en la Región del Oeste:

¿Está aumentando el CO₂ atmosférico?

¿El clima se está calentando?

¿Se espera que la precipitación anual disminuya?

¿El clima se está haciendo cada vez más variable (extremoso)?

¿Qué significa todo esto para el manejo de los nogales, particularmente para los problemas de plagas?

CO₂ atmosférico

Los niveles de bióxido de carbono han aumentado constantemente desde el siglo XIX (1800's). En el año 2007, los niveles de CO₂ alcanzaron 385 ppm y se pronosticaba que llegaría a 450 ppm en el año 2050. En mayo de 2013, los niveles de CO₂ alcanzaron 400 ppm, y ahora se espera que el objetivo de 450 ppm pueda ser alcanzado en el año 2030 (Zinati, 2011). En lo general, se acepta que el aumento de los niveles de CO₂ beneficiará a la agricultura, debido a que el CO₂ limita la reacción fotosintética. Esto supone que otros factores no son limitantes; por ejemplo, que el riego es adecuado para mantener los estomas abiertos, que la fertilización nitrogenada es adecuada para producir la cantidad suficiente de la enzima necesaria para que la fotosíntesis

se presente, que las aspersiones recomendadas de zinc son aplicadas, y que las aplicaciones de fósforo son adecuadas para generar ATP en abundancia para la fotosíntesis. Por consiguiente, el productor puede optimizar el beneficio de los niveles crecientes de CO₂ mediante el manejo adecuado de su cultivo.

El rendimiento de los cultivos agronómicos se ha incrementado últimamente hasta 33% (Zinati, 2011) con el aumento de los niveles de CO₂, pero ha habido poca investigación de largo plazo en cultivos perennes, tales como el nogal. La investigación en cultivos silvícolas indica que una mejora del crecimiento de alrededor del 5% puede esperarse en el largo plazo: 2 a 5 años (Bloom, 2009). Este aumento se producirá sin cambiar las prácticas de riego (no obstante los cambios de temperatura asociados). Por tanto, la eficiencia en el uso del agua (EUA) aumentará. Sin embargo, a medida que las reacciones fotosintéticas se vuelvan más eficientes con la mayor disponibilidad de CO₂, la foto-respiración puede inhibirse. La foto-respiración es necesaria para convertir el nitrógeno-NO₃ en nitrógeno orgánico (aminoácidos); este último es necesario para la síntesis de proteínas (Bloom, 2009). Los beneficios potenciales del aumento de los niveles de CO₂ pueden requerir ajustes en la nutrición del nogal para poder obtener totalmente los beneficios de una mayor fotosíntesis y mayor eficiencia en el uso del agua. Esto probablemente podría significar hacer ajustes al programa de fertilización nitrogenada y a la nutrición foliar si la absorción y transporte de la raíz es una limitante.

Calentamiento climático

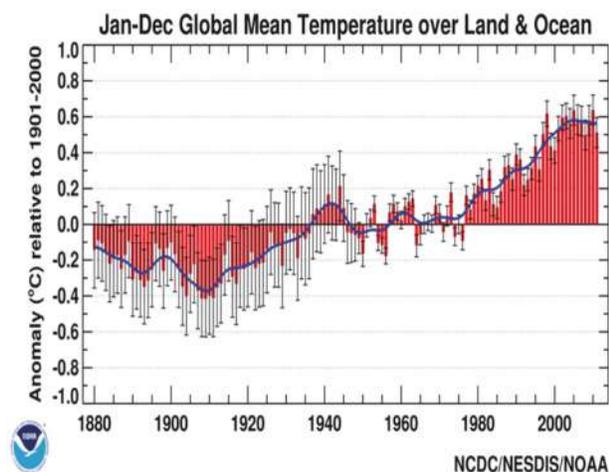
Sin duda que la temperatura global se ha calentado en los últimos 35 años. Desde 1980, se han registrado 19 de los 30 años más calientes (Cuadro 1). En varios de esos años, se registró un número récord de días en los cuales la temperatura sobrepasó los 38 °C. El calentamiento en los últimos 30 años fue precedido por casi 30 años sin ninguna anomalía en la temperatura. Sin embargo, antes de esto

se registraron cerca de 50 años de temperaturas frescas (Figura 1). Desde 1970, la temperatura media global ha aumentado aproximadamente 0.6 °C (NOAA, 2013). El mayor incremento se ha presentado en las latitudes del norte, pero la temperatura promedio en la Región del Oeste se ha incrementado alrededor de 1.0 °C.

Cuadro 1. Eventos climáticos significativos en la región de El Paso, Texas.

Década	30 años más calientes	Temperaturas Extremas (Altas)	Temperaturas Extremas (Bajas)	Otros Eventos
2000 - 2012	11 de 13	48 días >38 °C (2011)	2011: helada severa -14 °C (Feb.)	2008: Inundación del Río Conchos 2006: Inundación del Río Grande
1990 - 1999	5 de 10	62 días >38 °C (1994)	--	--
1980 - 1989	3 de 10	55 días >38 °C (1980)	1983: helada severa (Dic.)	
1970 - 1979	0 de 10	--	1976: helada severa (Nov.)	--

Figura 1. Anomalía de temperatura (desviación de la temperatura promedio a largo plazo) de 1880 a 2010 (NOAA, 2013).



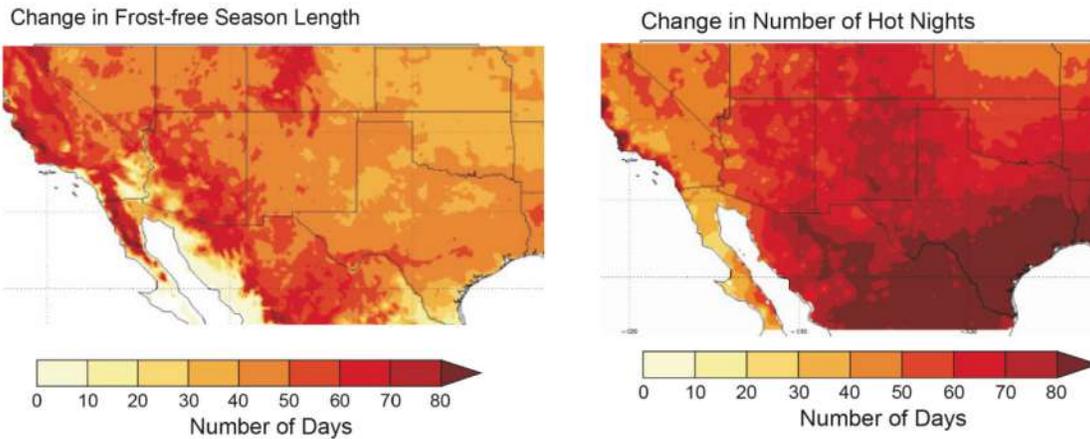
Un aumento de 1.0 °C en la temperatura promedio parece no ser relevante, hasta que se ve en referencia al alargamiento de las temporadas de crecimiento y al aumento en el número de noches calientes (Figura 2). La temporada de crecimiento podría aumentar de 40 a 50 días en la Región del Oeste, pero el número de noches calientes podría aumentar hasta 80 días según el National Assessment

Synthesis Team (N.A.S.T. 2000 a, b, c). Lo anterior podría presentar temas conflictivos para los productores de nuez. Es poco probable que resulte en una brotación más temprana, porque esto es controlado por el fotoperiodo, la acumulación de horas frío y la acumulación de calor. Sin embargo, una temporada de crecimiento más larga significaría una caída de hojas más tardía por causa de temperaturas de congelación, con un aumento significativo en la acumulación de fotosintatos. Esto podría reducir la producción bienal al reducir el estrés de la producción de nuez. Sin embargo, una temporada más larga también podría aumentar la viviparidad (germinación de la nuez) en la huerta.

Los beneficios de una temporada de crecimiento más larga podrían ser neutralizados por un aumento en las temperaturas promedio de las noches (Figura 2b). Las noches cálidas aumentarían la respiración en oscuridad, reduciendo así la fotosíntesis neta necesaria para el crecimiento y llenado de la nuez. Lombardini *et al.* (2009) encontraron que la respiración en oscuridad de las hojas del nogal expuestas al sol era aproximadamente el 10% de máxima fotosíntesis, y hasta 38% para las hojas en sombra. A medida que las hojas empezaron a envejecer en el otoño, la respiración en oscuridad consumió de 25% a 50% para hojas de sol y sombra, respectivamente. Además, las noches más cálidas podrían aumentar la evaporación del suelo, aumentando así los requerimientos de agua.

Junto con las noches más cálidas habría una disminución simultánea en la acumulación de horas frío. La investigación sobre las necesidades de requerimiento de frío en nogales para que éstos rompan su descanso incluyen: 500 a 600 horas frío (McEachern *et al.*, 1978) y 300 a 400 horas frío (Amling y Amling, 1980) para una brotación uniforme, pero requieren al menos de 400 horas para una brotación rápida (Sparks, 1993). Un clima cálido puede limitar la acumulación de horas frío en las zonas más cálidas de la Región del Oeste y Noroeste de México. Baldocchi y Wong (2008) proyectaron una disminución del 50% en la acumulación de horas frío para el año 2100. Las

Figura 2. Aumento en la temporada de crecimiento libre de heladas y número de noches calientes proyectadas en escenarios de cambio climático global (<http://ncadac.globalchange.gov/download/NCAJan11-2013-publicreviewdraft-appendix2-climateprimer.pdf>).

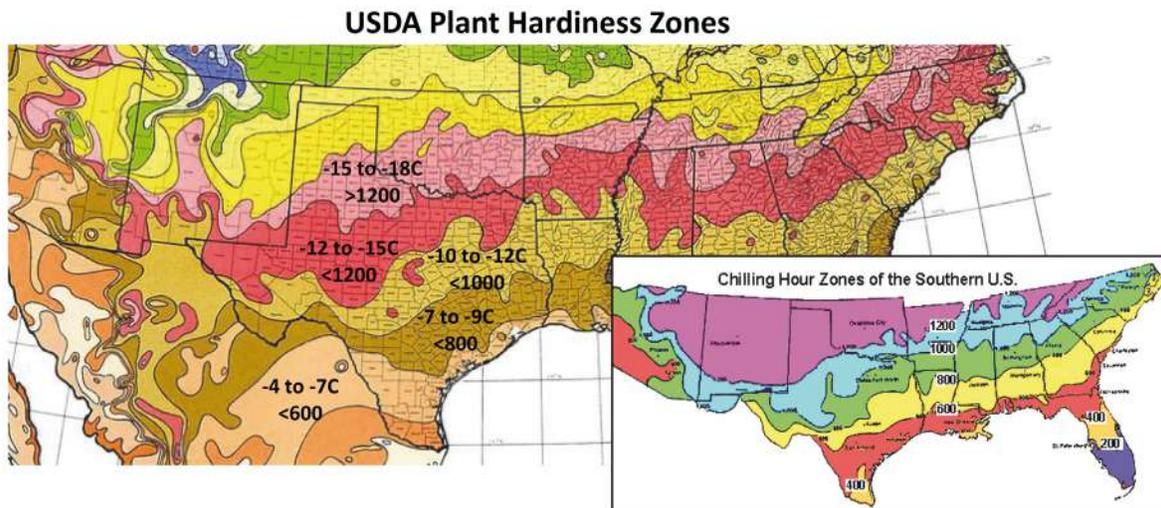


horas frío en el Valle Central de California podrían disminuir de las 1,200 horas actuales a menos de 250 horas para el año 2090. Las horas frío se correlacionan moderadamente con las Zonas de Resistencia de Plantas (Figura 3). Así, la Región del Oeste incluye zonas que reciben al menos 400 a más de 1,200 horas frío. Sin embargo, el N. A. S. T. (2000b) proyecta un cambio de una zona de resistencia completa en los próximos 30 años. Si esto ocurre, algunas regiones pueden no recibir suficiente frío para una brotación rápida y completa. Esto podría reducir la producción de flores y el amarre de nueces.

Incremento de la Sequía

Las proyecciones de precipitación varían según la ubicación, pero se prevé que la Región del Oeste sufra una reducción de 5% a 25% en el escurrimiento de nieve y lluvia (NMOSE, 2006; O'Neill y Dobrowolski, 2011). El escurrimiento de los ríos no sólo se utiliza para el riego, la filtración hacia las aguas subterráneas ayuda a recargar el acuífero que también se utiliza para el riego. Además, el bombeo de agua subterránea es más caro que el agua de río.

Figura 3. Correlación de las Zonas de Resistencia de las Plantas con las zonas de horas frío en la Región del Oeste (<http://generalhorticulture.tamu.edu/lectsupl/temp/temp.html>). Los números representan las horas-frío acumuladas y la temperatura mínima promedio (°C).



Menos agua, o más costosa, es especialmente problemático para aquellos productores de nuez en la Región del Oeste que dependen únicamente del riego. Los nogales en el sur de Nuevo México requieren alrededor de 1,447 mm de riego para la producción bajo condiciones no estresantes (Figura 4). Además, a medida que las temperaturas se calientan, la evapotranspiración (ET) aumenta por lo menos 2% (y hasta 8%) por cada incremento de 1 °C en la temperatura promedio. Teóricamente, mayores niveles de CO₂ aumentan la eficiencia de uso del agua, lo cual puede neutralizar el aumento de la demanda evaporativa. Sin embargo, esto no ha

sido debidamente verificado en estudios de campo (Prior *et al.*, 2011). Si no se alcanza un aumento de 2% en ET, el déficit de riego podría reducir el rendimiento. Una reducción de 2% en ET podría resultar en una pérdida de hasta 80 kg de nuez/ha (Samani *et al.*, 2007). En el futuro, la investigación debería centrarse sobre el control del déficit de riego (Shackel, 2011) lo cual permitiría un estrés hídrico leve sin reducir el rendimiento.

Variabilidad del clima

Las temperaturas cálidas y el aumento de la sequía no son los únicos temas que enfrentan los productores de nuez en la Región del Oeste.

Figura 4. Evapotranspiración (ET) de nogales adultos en el sur de Nuevo México (Samani *et al.*, 2007; Sammis *et al.*, 2004).

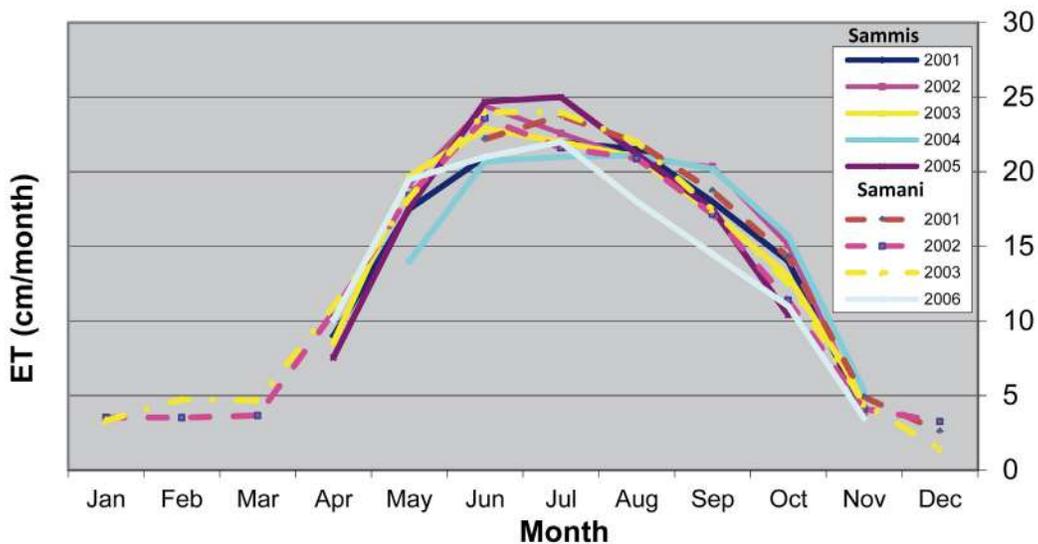
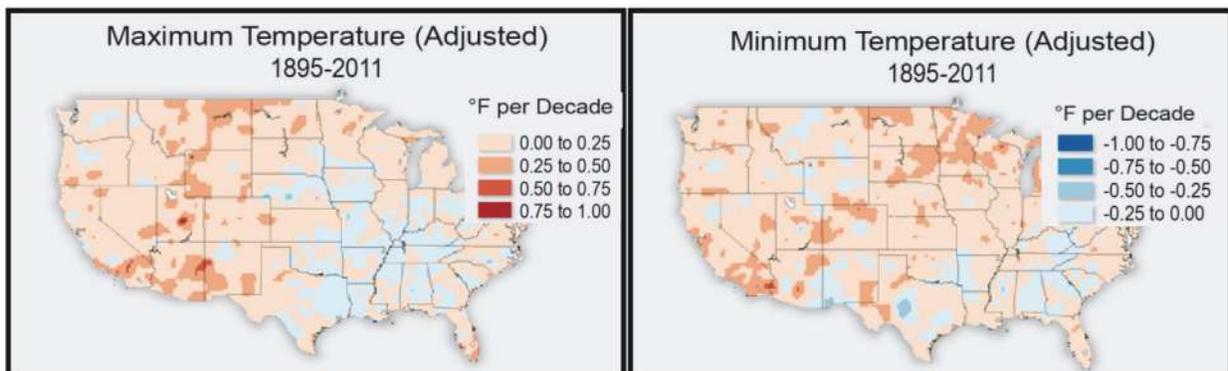


Figura 5. Tendencias en temperaturas máximas y mínimas. <http://ncadac.globalchange.gov/download/NCAJan11-2013-publicreview-draft-appendix2-climateprimer.pdf>



Con toda probabilidad también habrá una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos (Tabla 1). Esto se infiere por el aumento en la temperatura máxima promedio, así como una disminución en la temperatura mínima promedio en zonas de la Región del Oeste (Figura 5). Algunos resultados de estos cambios son posibles:

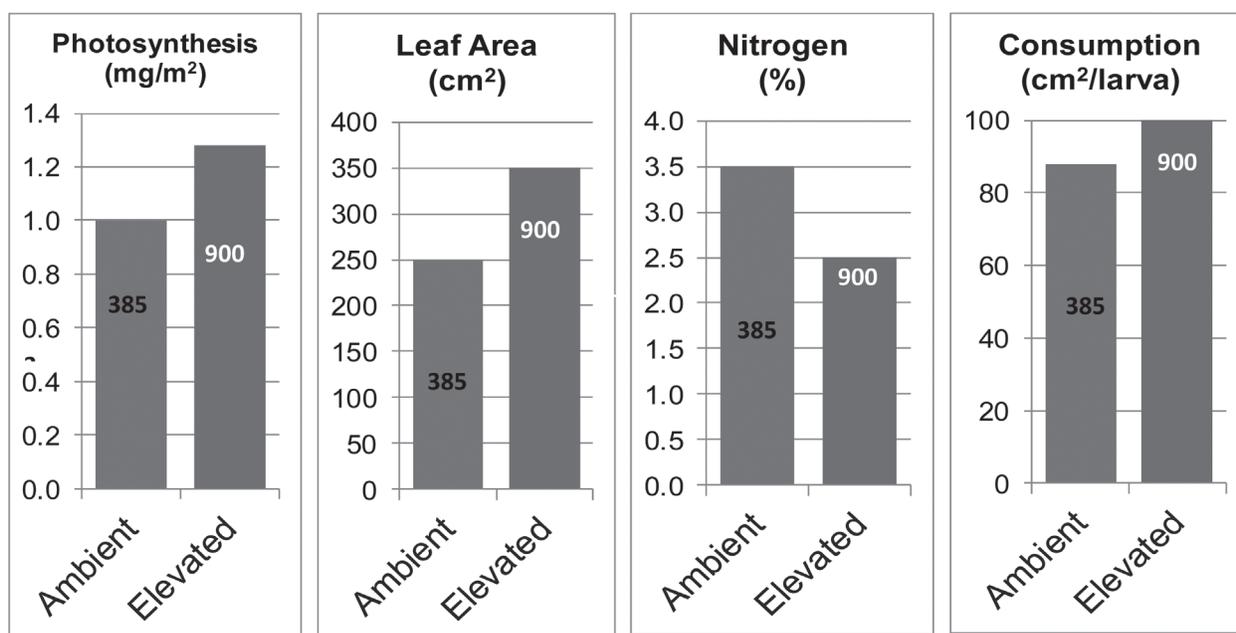
1. Heladas severas imprevistas tal como ocurrió en noviembre de 1976 y diciembre de 1983 que dañaron árboles frutales y de nuez.

2. En el verano, mayor ocurrencia del daño en el lado suroeste del árbol o quemadura por sol.

4. Aumento de daño por granizo, provocado por tormentas repentinas.

El riego de invierno es imprescindible para evitar daños por congelamiento en la raíz de los nogales. Existen otras opciones de manejo que minimizan el daño, tales como la protección de los troncos con pintura o envolturas protectoras, máquinas de viento, o mallas de sombra protectoras, pero generalmente no se usan en huertas adultas. Sin embargo, se deben considerar como opciones en el futuro.

Figura 6. Respuesta del frijol lima al ambiente (385 ppm) y a la elevación de los niveles de CO₂ (900 ppm), y la respuesta de alimentación del gusano falso medidor (Trumble y Butler, 2009).



3. En el otoño, pérdida de resistencia de la planta durante un evento de calentamiento, seguido por temperaturas de congelación o temperatura letal; ocasionando considerables daños al árbol, lo cual se manifiesta en la siguiente temporada. Esto también puede ocurrir al final del invierno (principios del año), lo cual podría resultar en brotes terminales dañados, afectando el desarrollo de la flor en la primavera.

Manejo de Plagas

Temporadas de crecimiento más largas, temperaturas más moderadas, especialmente durante el invierno, y mayor estrés ambiental crean condiciones óptimas para el aumento de problemas por plagas. El aumento de los niveles de CO₂ podría acrecentar aún más la depredación por insectos al incrementar la biomasa vegetal y carbohidratos a expensas del

contenido de nitrógeno. Esto podría ocurrir debido al aumento de la eficiencia del aparato fotosintético, pero podría verse obstaculizado también por la interferencia de la conversión de nitrógeno-NO₃ en nitrógeno orgánico (Bloom, 2009). Trumble y Butler (2009) examinaron la respuesta del frijol a la elevación de CO₂ (Figura 6). Como se esperaba, se incrementó la fotosíntesis y el área foliar (crecimiento de biomasa). Sin embargo, el contenido de nitrógeno de las hojas disminuyó, dando por resultado una mayor alimentación del gusano falso medidor del repollo (*Trichoplusia ni*). Así, el aumento en los niveles de CO₂, que tenía el beneficio de promover el crecimiento, también dio como consecuencia la mala calidad del alimento; dando por resultado un mayor consumo por insectos.

El Futuro

Los nogales se adaptan al clima según la estación del año, todos los días, e incluso cada hora. Tienen una notable capacidad para ajustarse fisiológicamente a las variaciones de temperatura, humedad, luz del sol y viento. De hecho, esta adaptabilidad está codificada genéticamente. Las plantas poseen genes inactivos que pueden activarse (regularse) en respuesta al estrés hídrico (Bassett *et al.*, 2011). Además, su progenie (semillas) puede tener diferentes conjuntos de genes regulados o desregulados (desactivados) mientras que la semilla se está desarrollando en la fruta (Johnsen *et al.*, 2005). Esta adaptabilidad es un buen augurio para la supervivencia de los nogales como especie en el largo plazo. También es beneficiosa para la industria. Los productores de nuez deben ser tan adaptables como los árboles en la búsqueda de nuevas estrategias de manejo; incluyendo si es necesario a nuevas variedades, la calendarización del riego y el manejo del cultivo (Haller, 2011) si la industria de la nuez debe adaptarse al cambio climático.

Referencias

- AMLING, H.J. and K.A. Amling. 1980. Onset, intensity, and dissipation of rest in several pecan cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:536-540.
- ANON. 2013. Carbon dioxide at Mauna Loa Observatory reaches new milestone: Tops 400 ppm. Scripps News May 10, 2103. <http://scrippsnews.ucsd.edu/Releases/?releaseID=1358> (retrieved Feb. 5, 2014).
- BASSETT, C.L., D.M. Glenn, P.L. Forsline, M.E. Wisniewski, and R.E. Farrell Jr. 2011. Characterizing water use efficiency and water deficit responses in apple (*Malus × domestica* Borkh. and *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. *HortScience* 46:1079-1084.
- BALDOCCHI, D. and S. Wong. 2008. Accumulated winter chill is decreasing in the fruit growing regions of California. *Climate Change* 87:153-166.
- BLOOM, A.J. 2009. As carbon dioxide rises, food quality will decline without careful nitrogen management. *California Agric.* 63:67-72.
- HALLER, R. 2011. Grower attributes orchard decline to climate changes. *Pecan South* 44(6):26-27.
- JOHNSEN, Ø., O.G. D'hlen, G. Østreg, and T. Scrøppa. 2005. Daylength and temperature during seed production interactively affect adaptive performance of *Picea abies* progenies. *New Phytologist* 168:589-596.
- LOMBARDINI, L., H. Restrepo-Díaz, and A. Volder. 2009. Photosynthetic light response and epidermal characteristics of sun and shade pecan leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 134:372-378.
- McEACHERN, G.R., B.N. Wolstenholme, and J.B. Storey. 1978. Chilling requirements of three pecan cultivars. *HortScience*. 13:694.
- NATIONAL ASSESSMENT SYNTHESIS TEAM (N.A.S.T.), US Global Change Research Program. 2000 a. Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. (<http://www.gcrio.org/NationalAssessment/overpdf/overview.html>) (retrieved June 1, 2013).
- NATIONAL ASSESSMENT SYNTHESIS TEAM (N.A.S.T.), US Global Change Research Program. 2000 b. Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Appendix: The Science of Climate Change. <http://ncadac.globalchange.gov/download/NCAJan11-2013-publicreviewdraft-appendix2-climateprimer.pdf>. (retrieved June 1, 2013).
- NATIONAL ASSESSMENT SYNTHESIS TEAM (N.A.S.T.), US Global Change Research Program. 2000 c. Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Agriculture (<http://ncadac.globalchange.gov/download/NCAJan11-2013-publicreviewdraft-chap6-agriculture.pdf>) (retrieved June 1, 2013).
- NMOSE. 2006. The impact of climate change on New Mexico's water supply and ability to manage water resources. New Mexico Office of the State Engineer and Interstate Stream Commission. (<http://www.nmdrought.state.nm.us/ClimateChangeImpact/completeREPORTfinal.pdf>), 69 p. (retrieved June 1, 2013).
- NMDA. 2010. 2010 New Mexico Agricultural Statistics. USDA National Agriculture Statistics Service in cooperation with New Mexico Department of Agriculture, 70 p.
- NOAA. 2013. Global surface temperature anomalies. National Oceanic and Atmospheric Administration National Climatic Data Center. <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php>. (retrieved June 4, 2013).

- O'NEILL, M.P. and J.P. Dobrowolski. 2011. Water and agriculture in a changing climate. *HortScience* 46:155-157.
- PRIOR, S.A., G.B. Runion, S.C. Marble, H.H. Rogers, C.H. Gilliam, and H.A. Torbert. 2011. A Review of elevated atmospheric CO₂ effects on plant growth and water relations: Implications for horticulture. *HortScience* 46:158-162.
- SAGARPA. 2011. Comité Mexicano del sistema producto nuez, A.C. Cierre estadístico 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SAMANI, Z., A.S. Bawazir, M.P. Bleiweiss, and R.K. Skaggs. 2007. Estimating pecan water use through remote sensing in the Lower Rio Grande (pp. 253–260). In Clemmens, A. J. and Anderson, S. S. (Eds.). Proceedings of the USCID Fourth International Conference on Irrigation and Drainage, Sacramento, California, October 3-6, 2007. Denver: U.S. Committee on Irrigation and Drainage.
- SAMMIS, T. W., J.G. Mexal, and D. Miller. 2004. Evapotranspiration of flood irrigated pecans. *Agric. Water Manage.* 69:179–190.
- SHACKEL, K. 2011. A plant-based approach to deficit irrigation in trees and vines. *HortScience* 46:173-177.
- SPARKS, D. 1993. Chilling and heating model for pecan budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:29-35.
- TRUMBLE, J.T. and C.D. Butler. 2009. Climate change will exacerbate California's insect pest problems. *California Agric.* 63:73-78.
- ZINATI, G.M. 2011. Water management and plant performance in a changing climate: Introduction to colloquium. *HortScience* 46:152-154. 

Este artículo es citado así:

Mexal, J. G., y E. Herrera. 2013: *Impactos potenciales del cambio climático en la producción de nuez en la Región del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 7(3): 163-170.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

JOHN G. MEXAL. He completed his Ph.D. in 1974, graduating from Colorado State University with a degree in tree physiology. He received his B.S. and M.S. degrees from the University of New Mexico. Following completion of his doctoral degree, he worked as a research scientist for Weyerhaeuser Co. in Arkansas. He joined the Horticulture Department of New Mexico State University in 1983 as Head of the Department. He was named Distinguished Achievement Professor in 2012, and Distinguished Achievement Professor Emeritus when he retired in 2014. His areas of expertise are tree physiology, reforestation, and nursery production. He has taught courses in plant science, arboriculture, nursery production and research methods. He has supervised 11 M.S. and 6 Ph.D. students and attracted over \$2 million in grants. He has published over 200 manuscripts, including 96 refereed journal articles.

ESTEBAN HERRERA AGUIRRE. He graduated in 1962 as an agronomist in the College of Agriculture "Hermanos Escobar" in Ciudad Juárez, Mexico. He completed his Master of Science from the State University of Las Cruces, New Mexico, and his Ph.D. at the North Carolina State University. From 1962 to 1970 he worked as an entomologist in several states of the Mexican Republic. He has given numerous lectures and courses on pecan in every state in the United States and Mexico where pecan is grown, and in Argentina, Australia, Egypt, Venezuela and South Africa. He is the author of 5 books to the Academy of Sciences of the State of New Mexico. He is the author of 40 articles published in scientific journals, 116 publications for Extension Service State University Las Cruces, 95 articles published in memory congress of conferences held in Mexico and the United States, and 185 papers published in international agricultural journals. He worked in 1978-2005 as a research professor at the State University Las Cruces, NM where he is currently Professor Emeritus. He currently teaches counseling in pecan orchards in Mexico and the United States, and assists in the annual conferences in pecan Jimenez and Delicias, Chihuahua, and Saltillo, Coahuila.

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^{1,3}, Rey Manuel Quintana-Martínez¹
y Martín Martínez Salvador²

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

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

³ 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

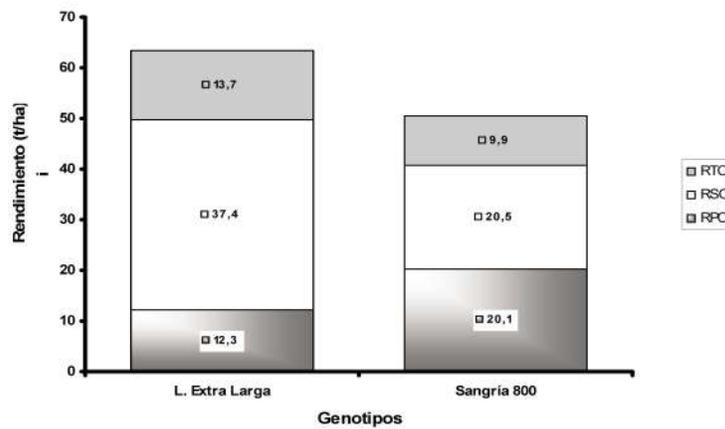
En las figuras no se debe duplicar la información presentada en los cuadros o viceversa. Se recomienda el uso de medidas de acuerdo al Sistema Métrico Decimal y las abreviaturas utilizadas deberán apearse a las recomendaciones que aparecen en la tabla que se anexa al presente documento.

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 _c calculada	Significancia P _r > F _t
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 _(%)	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 ₅₀	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 ⁻¹	Kilómetro por hora
µm	Micrómetro(s) ó micra(s)	t.ha ⁻¹	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*. 

TECNOCIENCIA Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades

La **Universidad Autónoma de Chihuahua**, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado, convoca a docentes, investigadores y estudiantes a publicar sus escritos científicos en **TECNOCIENCIA Chihuahua**



CARACTERÍSTICAS

Propósito

Divulgar avances científicos y tecnológicos

A quién se dirige

Académicos, científicos, tecnólogos, profesionistas, estudiantes y empresarios

Periodicidad

Cuatrimestral

Fuentes de financiamiento

Presupuesto de la UACH, donativos, suscripciones y publicidad

Circulación

Nacional e internacional

Oficinas de la revista

Dirección de Investigación y Posgrado

Página Web

<http://tecnociencia.uach.mx>

SECCIONES:

▲ *El científico frente a la sociedad*

▲ *Artículos científicos por áreas del conocimiento:*

- Alimentos
- Salud y Deporte
- Ingeniería y Tecnología
- Educación y Humanidades
- Economía y Administración
- Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

▲ *Creatividad y desarrollo tecnológico*

TRABAJOS ARBITRADOS:

- Artículo Extenso
- Nota Científica
- Ensayo Científico
- Revisión Bibliográfica



Si desea publicar un artículo, vea la "Guía para autores" en la página web: <http://tecnociencia.uach.mx>
Información para publicación o suscripción, al correo: tecnociencia.chihuahua@uach.mx, o al Tel: (614) 439-1822 Ext. 2213



latindex

PERIÓDICA
Indice en Red de Periódicos de Ciencia



**Facultad de Enfermería y Nutriología
Universidad Autónoma de Chihuahua**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA