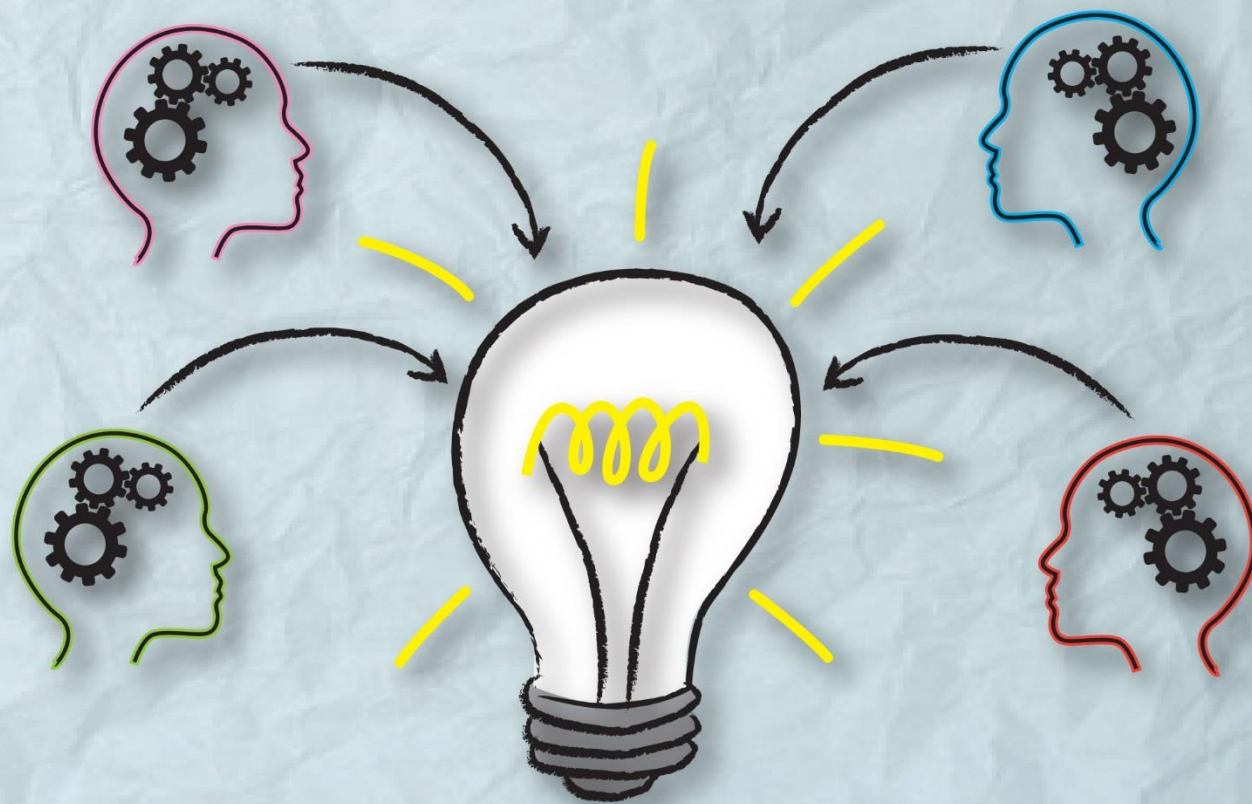


Reyna Isabel Pizá Gutiérrez
Beatriz Eugenia Orduño Acosta
María de Jesús Cabrera Gracia
Coordinadoras



PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN INNOVADORA DEL CONOCIMIENTO



COORDINADORES:

Dra. Reyna Isabel Pizá Gutiérrez

Lic. María de Jesús Cabrera Gracia

Mtra. Beatriz Eugenia Orduño Acosta

PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN INNOVADORA DEL CONOCIMIENTO



2018, Instituto Tecnológico de Sonora.
5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro,
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000
Web: www.itson.mx
Email: rectoria@itson.mx
Teléfono: (644) 410-90-00

Primera edición 2018
Hecho en México

ISBN: 978-607-609-201-9

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión mediante cualquier sistema o método electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico de Sonora.

Cómo citar un capítulo de este libro (se muestra ejemplo de capítulo I):

Sotelo, M., Barrera, L., Ramos, D., González, V. y López, M. (2018). Importancia de las cualidades docentes y metodología de enseñanza de los profesores según los estudiantes. En R. Pizá, J. Angulo, M. Cabrera y B. Orduño, *Producción y aplicación innovadora del conocimiento* (pp. 10-21). México: ITSON.

DIRECTORIO

Dr. Javier José Vales García

Rector del Instituto Tecnológico de Sonora

Mtro. Omar Gerardo Badilla Palafox

Secretaría de la Rectoría

Dra. Sonia Beatriz Echeverría Castro

Vicerrectoría Académica

Dr. Javier Rolando Reyna Granados

Vicerrectoría Administrativa

Mtra. Mirna Yudit Chávez Rivera

Dirección Académica de Ciencias Económico-Administrativas

Dr. Christian Oswaldo Acosta Quiroz

Dirección Académica de Ciencias Sociales y Humanidades

Mtro. Javier Portugal Vásquez

Dirección Académica de Ingeniería y Tecnología

Dr. Jaime López Cervantes

Dirección Académica de Recursos Naturales

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Dirección Unidad Navojoa

Dr. Domingo Villavicencio Aguilar

Dirección Unidad Guaymas

COLABORADORES

Edición literaria

Dra. Maricela Urías Murrieta

Lic. María de Jesús Cabrera Gracia

Mtra. Beatriz Eugenia Orduño Acosta

Tecnología y diseño

Mtra. Beatriz Eugenia Orduño Acosta

Mtra. Dulce Zyanya Islas Lee

Gestión editorial

Oficina de publicación de obras literarias y científicas

Comité técnico científico

Dra. Reyna Isabel Pizá Gutiérrez

Lic. María de Jesús Cabrera Gracia

Mtra. Laura Elisa Gassós Ortega

COMITÉ CIENTÍFICO DE ARBITRAJE

Dr. Adolfo Soto Cota

Dr. Joel Angulo Armenta

Dr. José Antonio Beristáin Jiménez

Dr. José Fernando Lozoya Villegas

Dr. Juan Francisco Hernández Chávez

Dra. Cecilia Ivonne Bojórquez Díaz

Dra. Claudia Álvarez Bernal

Dra. Edna Rosalba Meza Escalante

Dra. Elizabeth Del Hierro Parra

Dra. Elsa Lorena Padilla Monge

Dra. Grace Marlene Rojas Borboa

Dra. Isolina González Castro

Dra. María Elvira López Parra

Dra. Raquel Ivonne Velasco Cepeda

Dra. Sonia Verónica Mortis Lozoya

Dra. María Del Carmen Vásquez Torres

Mtra. Laura Elisa Gassós Ortega

Mtra. Nora Edith González Navarro

Mtro. José Dolores Beltrán Ramírez

PRÓLOGO

Los Cuerpos Académicos del Instituto Tecnológico de Sonora son grupos de profesores e investigadores que busca contribuir a la generación del conocimiento a través de la creación y desarrollo de proyectos que beneficien los procesos educativos y a la sociedad en sí. Ellos mantienen metas y objetivos comunes en colaboración, que solucionan problemas multidisciplinares. Estos beneficios son producto de la habilitación académica que alcanzan, trabajando en redes, ejerciendo la docencia y al estar en contacto con la temática en estudio; generando innovaciones que elevan la calidad educativa en donde se manifiesten.

Este libro contiene una parte de los resultados de sus trabajos, mostrando distintas líneas de investigación, apoyando así, la transferencia del conocimiento y el trabajo colaborativo entre los colegas.

Dra. Reyna Isabel Pizá Gutiérrez
Coordinadora de Desarrollo Académico
Instituto Tecnológico de Sonora

Junio, 2018

ÍNDICE

- Área temática: Ciencias Sociales y de la Salud -

- Capítulo I. Importancia de las cualidades docentes y metodología de enseñanza de los profesores según los estudiantes.** Mirsha Alicia Sotelo Castillo, Laura Fernanda Barrera Hernández, Dora Yolanda Ramos Estrada, Verónica González Franco y Mercedes Idania López Valenzuela. 10
- Capítulo II. Percepción del estudiante universitario respecto al programa de Tutoría Académica.** Isolina González Castro, Mario Alberto Vázquez García, Martha Alejandrina Zavala Guirado, Minea Deneb Cota Acevedo y Gabriela Denisse Ruíz Reyes. 22
- Capítulo III. Prevalencia de sobrepeso y obesidad e IMC y su relación con la actividad física en adultos Yaquis del Estado de Sonora. Estudio Piloto.** Araceli Serna Gutiérrez, Alejandra Ruelas Ruiz, Arturo Osorio Gutiérrez, Iván de Jesús Toledo Domínguez y José Fernando Lozoya Villegas. 34
- Capítulo IV. Determinación del gasto energético de niños escolares de cuatro primarias de Cajeme y su relación con el sobrepeso y obesidad.** Irma Alejandra del Consuelo Díaz Meza, Lorenia López Araujo, Oswaldo Contreras Medina, José Fernando Lozoya Villegas e Iván de Jesús Toledo Domínguez. 47
- Capítulo V. Monitorización diaria en reposo de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en un triatleta de nivel recreacional.** Carlos Artemio Favela Ramírez, Lorenia López Araujo, Jeanneth Milagros Valenzuela Ochoa y David Baca Carrasco. 59
- Capítulo VI. Análisis por videografía 2D de la técnica de pitcheo de la categoría 13-16 años de la academia de béisbol de ITSON.** Lorenia López Araujo, Irma Alejandra del Consuelo Díaz Meza, José Fernando Lozoya Villegas y Carlos Artemio Favela Ramírez. 72

- Área temática: Ingeniería y Tecnología -

- Capítulo VII. Diagnóstico administrativo a los talleres de reparación y mantenimiento automotriz.** Raquel Ivonne Velasco Cepeda, Irma Guadalupe Esparza García, Yesenia Clark Mendívil, Gilberto Jesús Caballero De La Rosa y Ana Gabriela Rodríguez Gil. 82

Capítulo VIII. Convertidores cd-cd para generar curvas corriente-voltaje y potencia-voltaje en módulos fotovoltaicos. José Antonio Beristáin Jiménez, Javier Pérez Ramírez y Jesús Héctor Hernández López.	93
- Área temática: Recursos Naturales -	
Capítulo IX. Análisis exploratorio de contaminación por Mercurio (Hg) en <i>Anadara grandis</i> de Bahía de Lobos, Sonora. José de Jesús Balderas Cortés, José Luis Antonio Solórzano Meza, María Mercedes Meza Montenegro, Iram Mondaca Fernández y María Judith Gilsamaniego Carrizosa.	104
Capítulo X. Contenido de licopeno de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) aplicando métodos enzimáticos y solventes orgánicos. María Isabel Estrada Alvarado, Luis Alberto Cira Chávez, Laura Elisa Gassós Ortega, Nayeli Aimé Martha Lucero, Saúl Ruiz Cruz y Sergio de los Santos Villalobos.	115
Capítulo XI. Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de carnes de caballo comercializadas en el municipio de Cajeme, Sonora. Juan Francisco Hernández Chávez, Ramón Miguel Molina Barrios, Lourdes Mariana Díaz Tenorio, Jorge Alberto Robles Mascareño y Mariana Encinas Fierros	123
Capítulo XII. Factores de adopción, conocimiento y abandono de la agricultura de conservación en el Valle del Mayo (Huatabampo, Sonora). Maritza Arellano Gil, Carlos Armenta Lerma, Ofelda Peñuelas Rubio, Abel Alberto Verdugo Fuentes y Catalina Mungarro Ibarra.	136
Capítulo XIII. Análisis Estratégico de la Productividad Académica del CA Bioprocesos y Bioproductos del ITSON. Ana María Rentería Mexía, Denisse Serrano Palacios, Edna Rosalba Meza Escalante, Ruth Gabriela Ulloa Mercado, Lourdes Mariana Díaz Tenorio y Pablo Gortáres Moroyoqui.	148
- Resúmenes -	
Resumen I. Establecimiento de un protocolo para la desinfección de explantes de nogal pecanero (<i>Carya illinoensis</i>) para la multiplicación in vitro. Lorena Tineo García, Marco Antonio Gutiérrez Coronado, Luciano Castro Espinoza y Valeria Gándara Ledezma.	161

- Resumen II. Evaluación de medios enriquecidos con Quitosano para la micropropagación de *Stevia rebaudiana*.* Lorena Tineo García, Marco Antonio Gutiérrez Coronado, Luciano Castro Espinoza y César de Jesús Ayala Meza. 162
- Resumen III. Monitoreo de la falsa araña roja *Brevipalpus* spp. en cítricos del valle del Yaqui, Sonora, México.* Jose Luis Martínez Carrillo, Maritza Arellano Gil, Marco Antonio Gutiérrez Coronado, Marco Antonio López Ferré y Alejandro Suárez Beltrán. 163
- Resumen IV. Desarrollo in Silico de Oligonucleótidos asociados con tolerancia al virus del Síndrome Respiratorio y Reproductor Porcino.* Carlos Martín Aguilar Trejo, Carlos Eduardo Aragón López, Martha Clarissa López González y Pablo Luna Nevárez. 164
- Resumen V. Evaluación de la autoestima, tensión y ansiedad a jugadores de basquetbol sobre silla de ruedas de la región.* Pedro Magdaleno Castillo, Blanca Giselle Vea Martínez, Carlos Artemio Favela Ramírez y Hebert David Quintero Portillo. 165

Área temática: Ciencias Sociales y de la Salud

Capítulo I. Importancia de las cualidades docentes y metodología de enseñanza de los profesores según los estudiantes

Mirsha Alicia Sotelo Castillo, Laura Fernanda Barrera Hernández, Dora Yolanda Ramos Estrada, Verónica González Franco y Mercedes Idania López Valenzuela
Departamento de Psicología, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. mirsha.sotelo@itson.edu.mx

Resumen

La presente investigación fue de tipo transversal, no experimental y correlacional. Participaron 493 estudiantes universitarios, 42% hombres y 58% mujeres, con una media de 21 años. Se aplicó un instrumento para evaluar las cualidades del profesor y la metodología docente de los profesores universitarios que constó de 90 reactivos en escala Likert con 5 opciones de respuesta que van de muy importante (5) a no importante (1). Los resultados mostraron que los estudiantes otorgan mayor importancia a las cualidades del profesor, después a la metodología de enseñanza, a los materiales y recursos que debería utilizar y finalmente a la metodología de evaluación.

Introducción

El profesor es uno de los actores del proceso enseñanza aprendizaje que ejerce en gran medida, influencia sobre el aprendizaje de los estudiantes; es por ello, que se ha puesto atención en la eficacia de su ejecución. La mejora de la calidad docente se ha convertido en el tema de numerosas propuestas de políticas educativas, con el objetivo de elevar los estándares académicos (Wenglinsky, 2000). Los estudios que examinan el impacto del valor agregado que los docentes tienen sobre el aprendizaje de los estudiantes, tienen un hallazgo común: los docentes tienen un impacto medible en el aprendizaje de los estudiantes (Stronge, Ward y Grant, 2011). Moreno (2011) indica que la calificación como buen docente es más objetiva si se toma desde la perspectiva del alumnado, afirma también que las características de un buen docente variarían según el contexto y el equipo que utilice, además de la economía del país.

Habitualmente la evaluación docente incluye la preparación de la enseñanza, las estrategias didácticas y las prácticas docentes (Agudo de Córscico, 2004); sin embargo, un buen profesional docente requiere tener cualidades como persona, ya que la docencia es considerada una profesión de gran importancia, por lo cual es indispensable cumplir con un perfil indicado el cual lo califique positivamente en su desarrollo laboral. Segura (2005) considera que los alumnos

desean a un docente que posea características personales bien definidas, entre ellas están el manejo situacional, creatividad, realización, también que posean un dominio y valía personal.

En un estudio realizado por González y González (2008) se obtuvo que un 77.5% de los estudiantes que fueron encuestados consideran que las cualidades más importantes para un docente son que se muestren amables y confiables, esta cualidad promueve la buena comunicación y las relaciones efectivas con los alumnos y el público que rodea a los docentes, por ello destaca que el carisma es una de las competencias que todo docente debe considerar fundamental para un manejo pleno de sus alumnos, además que es uno de los factores que promueven las sanas relaciones interpersonales. Al respecto, Cabalín y Navarro (2008) y Moreno (2011) también señalan que las características de respetuoso y responsable en los profesores, favorecen las relaciones que forman los docentes con sus alumnos, lo que, a su vez, genera la empatía y permite la comprensión, también mencionan que necesitan características personales para que se puedan desenvolver en la práctica educativa, proyectándose como un docente ordenado, que exprese sus ideas de manera clara y que además motive a los alumnos. A su vez, Cabalín, Navarro, Zamora y San Martín (2010) reportaron que los conceptos de responsable y empático fueron los más importantes al calificar al buen maestro, donde el primer concepto hace referencia a la labor del docente y su cumplimiento, y el segundo habla de la comprensión de la situación del otro; los términos: honesto (34%), respetuoso (33%), inteligente (27%) y proactivo (23%) estaban al final de la lista de preferencias para el concepto de un buen profesor. Estos están relacionados a las características de la actitud del docente, y el concepto de inteligente está relacionado con las condiciones de razonamiento personal.

Por otra parte, las características del perfil profesional del docente están asociadas a una imagen deseable y contextualizada la cual es constituida en referente para quienes optan por esa profesión (Bozu y Canto, 2009). La Secretaría de Educación Pública (SEP, 2009) considera que las competencias profesionales del docente deben ser habilidades para planear, evaluar y guiar situaciones auténticas de aprendizaje.

Agudo de Córscico (2004) reportó que los alumnos tienen tendencia a valorar principalmente los aspectos técnicos de educación y las actitudes de los docentes, después de ello valoran los rasgos de sus conocimientos teóricos y académicos y con menor interés muestran las competencias del tipo social. Sin embargo, el énfasis no recae sobre el aspecto de la formalidad o normatividad del rol, si no en las responsabilidades y el compromiso social que el docente tiene

con la institución educativa y los propios alumnos, además de incluir a la sociedad en general. En la valoración de competencias respecto a actitudes, destacan las ganas de trabajar, la capacidad que tienen para crear un fuerte vínculo con el alumno, la disposición de ayudar, el respeto, humildad y vocación. Otro estudio informó que los alumnos refieren el rol docente, principalmente a las competencias técnicas de saber transmitir conocimientos, la forma en la que se imparte clase, claridad y saber escuchar, además de la capacidad de mostrar interés, las cuales estimulan a los alumnos y crean interés, además de predisponer a los estudiantes a los contenidos (Krzemien y Lombardo, 2006).

Moreno (2011) presentó que los alumnos conceden más preferencia a las características del docente centradas en su ejecución (55.4%), seguidas por las características personales (39.9%) y la sensibilidad cultural (3.2%), mientras que, el compromiso institucional (1.4%) y la capacidad para trabajar en equipo (0.1%) son de carácter nulo o baja importancia, las características principales encontradas en docentes calificados como buenos, tenían categorías personales como actitud positiva, valores, empatía, respeto y facilidad de comunicación; además de alto puntaje valores como la preparación previa y un manejo óptimo de su material de enseñanza.

Las expectativas acerca de la labor docente que tienen los alumnos son numerosas, y lo que más se les demanda a los docentes es su compromiso a la ejecución educativa, así como un buen sustento teórico y dominio del mismo para reflejar seguridad al exponerlo (Mata, 2003).

A partir de los antecedentes expuestos y con la finalidad de seguir contribuyendo en esta línea de investigación, el objetivo del presente estudio es describir la importancia que le atribuyen los estudiantes a las cualidades docentes, la metodología de enseñanza, la metodología de evaluación y los recursos y materiales que emplean los docentes para enseñar.

Metodología

El diseño de la investigación realizada fue de tipo no experimental transeccional, descriptivo.

Participantes

Participaron 493 estudiantes universitarios, 286 hombres y 207 mujeres, con edades que oscilaron entre los 18 y 32 años con una media de 21.05 años. Pertenecientes a diversos

programas educativos de una Universidad mexicana: 12% de Ingeniería Civil, 11% Licenciado en Psicología, 10.8% Licenciado en Diseño Gráfico, 8.7% Licenciado en Administración, 6.5% Ingeniería Industrial y de Sistemas, 6.1 % Ingeniería en Biotecnología, 5.9% Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas, 4.9% Ingeniería Química, 4.1% Ingeniería Mecatrónica y 3.9% de Médico Veterinario Zootecnista, 26.1% de otros programas educativos.

Instrumento

Se aplicó una versión adaptada del Cuestionario de Evaluación de la Metodología Docente y Evaluativa de los Profesores Universitarios de Gargallo, Sánchez, Ros y Ferreras (2010) a una escala tipo Likert que evalúa el grado de importancia con cinco opciones de respuesta que van de muy importante (5) a no importante (1). El instrumento se conformó por 87 reactivos organizados en dos factores: 1) *cualidades personales y profesionales del profesor* (23 ítems), 2) Metodología docente, el cual a su vez se organizó en tres subfactores: *metodología de enseñanza* (37 ítems), *materiales y recursos* (9 ítems), y *metodología de evaluación* (18 ítems). Para la muestra de estudio obtuvo un índice de consistencia interna de alfa de Cronbach de .89 para la escala de cualidades docentes y .95 para la escala de metodología docente, lo cual indica que son altamente confiable (Kerlinger y Lee, 2002).

Procedimiento

El instrumento se aplicó en el aula de clases, previa autorización del profesor, asimismo se solicitó la colaboración de los estudiantes explicándoles el objetivo de la investigación indicando que la participación era voluntaria. Una vez recolectados los datos se procedió a realizar la captura de la información en el programa estadístico SPSS versión 21.0 para el análisis de los resultados.

Resultados y discusión

Entre los resultados destacan que los estudiantes universitarios brindan mayor importancia a las cualidades profesionales ($M = 4.37$) y personales ($M = 4.32$) de los profesores, y en menor medida a la metodología de evaluación ($M = 4.00$) utilizada por los docentes.

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos de las escalas utilizadas.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Cualidades profesor	493	1.63	5.00	4.32	.468
Cualidades personales	493	1.71	5.00	4.27	.547
Cualidades profesionales	493	1.33	5.00	4.37	.515
Metodología de enseñanza	493	2.31	5.00	4.15	.500
Materiales y recursos	493	1.78	5.00	4.10	.653
Metodología de evaluación	493	2.04	5.00	4.00	.554

Respecto a las cualidades del profesor, los ítems con medias más elevadas correspondieron a las cualidades profesionales de conocimiento de la materia que imparte ($M = 4.78$), responsabilidad ($M = 4.59$), inteligencia ($M = 4.58$), buena comunicación ($M = 4.55$). Por otra parte, las cualidades personales valoradas como más importantes fueron: que respete a los alumnos ($M = 4.64$), posea capacidad de escucha ($M = 4.49$), sea abierto a los alumnos ($M = 4.45$) y con buen trato ($M = 4.45$). Las cualidades con puntuaciones bajas refieren a las cualidades personales de simpatía ($M = 3.94$) y ser divertido ($M = 3.58$), y a la cualidad profesional de seriedad ($M = 3.97$).

Tabla 2.

Cualidades del profesor según los estudiantes

	Media	DS
Cualidades personales		
Que respete a los alumnos	4.64	.695
Con capacidad de escucha	4.49	.795
Abierto a los alumnos	4.45	.807
Con buen trato	4.45	.763
Honesto	4.43	.849
Que dé confianza	4.43	.857
Atento	4.41	.821
Comprensivo	4.30	.903
Carácter agradable	4.27	.825
Buena persona	4.26	.898
Con empatía	4.09	.952
Buen humor	4.03	.922
Simpatía	3.94	.942
Divertido	3.58	1.067

Tabla 2.

Cualidades del profesor según los estudiantes (continuación)

	Media	DS
Cualidades profesionales		
Competencia, conocimiento de su materia	4.78	.542
Responsabilidad	4.59	.674
Inteligencia	4.58	.710
Buena comunicación	4.55	.746
Preparación de las clases	4.37	.827
Experiencia profesional	4.32	.901
Puntualidad	4.14	.965
Respeto a horarios de asesoría	4.08	1.074
Seriedad	3.97	.982

En la Tabla 2 se presentan los resultados respecto a la importancia asignada por los estudiantes a las características de la metodología de enseñanza del profesor en su práctica docente. En las características de la *metodología de enseñanza de un buen profesor*, es aquel que enseñe estrategias para trabajar la asignatura y aprender, es decir, que desarrolle técnicas de estudio, practiquen técnicas para hablar en público y como prepararse para un examen ($M = 4.31$), además de establecer relaciones entre los conceptos y temas de la asignatura ($M = 4.25$) estuvieron entre las características de la metodología de enseñanza con medias más elevadas; la característica con menor puntaje, pero considerada también como importante fue que el profesor reduzca la clase a lo estrictamente necesario ($M = 3.71$).

Respecto a las características de la metodología de las explicaciones, el aspecto que los estudiantes reportan como de mayor importancia es, que las explicaciones sean claras e interesantes con una media de 4.68 y 4.59 respectivamente; las características en el último lugar de importancia son que sean amenas ($M = 4.11$) y divertidas ($M = 3.82$). Con respecto a los métodos que debería usar en su práctica docente, destacan el aclarar dudas ($M = 4.60$) y trabajar sobre temas de actualidad ($M = 4.37$).

Tabla 3

Metodología de enseñanza del profesor

	Media	DS
Características de la metodología de enseñanza		
Enseña estrategias para trabajar la asignatura y aprender (técnicas de estudio, de hablar en público, preparación para exámenes)	4.31	.879
Establece relaciones entre conceptos y temas de la asignatura	4.25	.748
Fomenta la participación e implicación de los alumnos	4.19	.842
Utiliza los recursos de apoyo necesarios (power point, transparencias, videos, etc.)	4.17	1.013
Promueve el trabajo individual del alumno	4.07	.921
Utiliza una metodología diversa y adaptada a las características de los alumnos	4.04	.918
Parte de lo aprendido en cursos anteriores	3.96	.869
Reduce la clase a lo estrictamente necesario	3.71	1.130
Características de las explicaciones		
Sean claras	4.68	.642
Sean interesantes	4.59	.711
Se haga uso de ejemplos prácticos y reales	4.59	.697
Se relacione teoría y práctica	4.51	.759
Sean sencillas y con vocabulario comprensible	4.46	.776
Sean precisas	4.40	.770
Se destaquen los conceptos básicos	4.37	.790
Sean adecuadas en ritmo, dando tiempo para el aprendizaje	4.32	.882
Sean ordenadas	4.31	.856
Sean motivadores	4.30	.921
Con volumen y tono de voz adecuado	4.27	.896
Resumen de las clases anteriores	4.18	.958
Sean amenas	4.11	.946
Sean divertidas	3.82	1.123
Métodos que debería utilizar		
Resolución de dudas en clase	4.60	.713
Trabajo sobre temas de actualidad	4.37	.813
Método tradicional: primero explicación y luego aplicación práctica de lo aprendido	4.31	.836
Resolución de dudas en asesoría	4.24	.993
Método socrático-mayéutico (explicación, preguntas, resolución de problemas, etc.)	4.22	.958
Explicación de un contenido de diversas maneras (uso de metodologías variadas)	4.19	.923
Aprendizaje significativo (no memorístico, estableciendo relaciones)	4.16	.980
Análisis de casos	4.04	.917
Uso de preguntas referidas a los contenidos para que el alumno participe	3.99	.974
Aprendizaje por descubrimiento	3.91	.979
Uso de esquemas y resúmenes en el pizarrón que son explicados	3.88	1.079
Seminarios (análisis y reflexión de temas entre todos)	3.83	1.077
Exigencia de exposiciones orales de los alumnos	3.71	1.186
Exigencia de lecturas previas de los alumnos	3.71	1.096
Lección magistral (se limita a explicación del profesor)	3.27	1.271

Desde la perspectiva de los estudiantes universitarios el material que debería utilizar el profesor debe ser claro y sencillo ($M = 4.49$), además de utilizar medios audios visuales, tales como videos, power point, transparencias, gráficos, entre otros ($M = 4.31$). En menor medida se consideró el uso de medios escritos ($M = 3.94$) y apuntes en la web ($M = 3.82$) (ver tabla 4).

Tabla 4

Materiales y recursos

Materiales que debería utilizar	Media	DS
Material de estudio claro y sencillo	4.49	.759
Medios audiovisuales (videos, power point, transparencias, gráficos, diapositivas, multimedia, pizarrón, etc.)	4.31	.940
Apuntes de calidad ajustados a lo que hay que aprender	4.30	.876
Uso de material complementario para el aprendizaje (esquema, resúmenes, fotocopias)	4.14	.992
Ejemplos de examen	4.04	1.085
Referencias bibliográficas precisas	3.96	1.133
Ejercicios resueltos	3.95	1.108
Medios escritos (artículos de periódico, guiones, lecturas relacionadas)	3.94	1.021
Apuntes en la web, para no tener que anotar todo el tiempo	3.82	1.181

En la metodología de evaluación se observó que lo estudiantes reportan como *métodos de evaluación* que el profesor debería utilizar a la valoración del esfuerzo del alumno ($M = 4.45$), el que el alumno que muestre interés ($M = 4.35$) y la valoración de trabajos. Asimismo, entre las *características de la evaluación*, la reportada como más importante fue el que los alumnos conozcan los criterios de evaluación ($M = 4.57$). Mientas que la evaluación con alta exigencia para el alumno ($M = 2.66$) y el basarse solamente en el examen fueron los métodos de evaluación con medias más bajas (ver tabla 5).

Tabla 5

Metodología de evaluación

	Media	DS
Métodos de evaluación que debería utilizar		
Valoración del esfuerzo del alumno	4.45	.874
Valoración del interés del alumno	4.35	.965
Valoración de trabajos	4.31	.868
Valoración de la realización de prácticas	4.27	.972

Tabla 5

Metodología de evaluación (continuación)

	Media	DS
Métodos de evaluación que debería utilizar		
Valoración de las actividades diarias de clase	4.19	.966
Exámenes parciales	4.02	1.098
Valoración de la asistencia a clase	3.94	1.210
Ausencia de exámenes y sustitución por trabajos	3.81	1.291
Valoración de un portafolios	3.74	1.271
Valoración de notas, apuntes y resúmenes	3.69	1.309
Valoración a la asistencia a tutorías	3.34	1.440
Solo examen final	2.66	1.438
Características de la evaluación que debería utilizar		
Que los alumnos conozcan los criterios y procedimientos de evaluación	4.57	.722
Valorando no sólo la memorización, sino el razonamiento y el aprendizaje significativo	4.35	.865
Flexible, que ofrezca opciones diversas para aprobar	4.33	.842
Evaluación formativa	4.32	.883
Justa, adecuada a lo trabajado en la asignatura	4.25	.875
Continua (no único examen final)	4.05	1.162
Que exija lo básico, que no exija demasiado	3.88	1.207
Negociando entre los alumnos y el profesor	3.69	1.213
Con elevada exigencia para el alumno	3.56	1.161

Conclusiones

Los estudiantes que participaron en el estudio valoraron como más importantes las cualidades profesionales, seguidas por las cualidades personales de los docentes, posteriormente consideraron a la metodología de enseñanza, a los materiales y recursos a utilizar, y finalmente a la metodología de evaluación.

En las cualidades del profesor, se observó que los alumnos reportaron al conocimiento de la materia que imparte, responsabilidad, inteligencia, buena comunicación, respeto hacia los alumnos, capacidad de escucha, ser abierto y con buen trato como las cualidades más importantes en un buen profesor, no obstante, de manera general los estudiantes valoran como muy importantes a todas las cualidades profesionales y personales evaluadas en esta investigación, debido a que la distancia entre la puntuación media más alta y más baja en las cualidades del

profesor, no fue amplia. Lo anterior coincide con Mata (2003) que señala que las expectativas de los estudiantes hacia el docente son numerosas.

Asimismo, se encuentran similitudes y algunas discrepancias con el estudio de Gargallo, Sánchez, Ros y Ferreras (2010), en la metodología docente los aspectos valorados como de mayor importancia en este estudio fueron la aclaración de dudas, trabajar sobre temas de actualidad y el desarrollo de técnicas de estudio, mientras que el uso del método socrático-mayeúutico, el aprendizaje significativo, enseñar estrategias para trabajar la asignatura y aprender además de establecer relaciones entre los conceptos y temas de la asignatura fueron catalogados como más importantes en el estudio de España. Respecto al material que utilice el profesor los estudiantes universitarios de México señalan que debe ser claro y sencillo y utilizar medios audiovisuales, lo que coincide con el estudio de Gargallo et al (2010). En la metodología de evaluación se valoró como más importante el que los alumnos conozcan los criterios de evaluación y que los profesores valoren el esfuerzo de los estudiantes, sin embargo, en el estudio de España los estudiantes hacen hincapié en la importancia de que la evaluación sea formativa y flexible, que se valoren los trabajos y el esfuerzo del alumno.

Los hallazgos de la presente investigación invitan a continuar la línea de estudios respecto a la percepción que los estudiantes universitarios poseen de sus profesores, teniendo en cuenta el valor que le otorgan a las cualidades profesionales, personales, la metodología para enseñar, los materiales y recursos que utilizan, además de la metodología de evaluación, se considera necesario indagar en la manera que perciben los estudiantes que sus profesores se acercan a las cualidades y aspectos de la metodología de enseñanza y evaluación que ellos valoran como importante.

Referencias

- Agudo de Córscico, M. C. (2004). La docencia universitaria: Algunos aspectos. *Jornada Anual de Reflexión Académica*. Recuperado de <http://www.acaedu.edu.ar/espanol/paginas/novedades/corsico0411.htm>
- Bozu, Z. y Canto, H. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2(2) pp 87-97. Recuperado de http://webs.uvigo.es/refiedu/Refiedu/Vol2_2/REFIEDU_2_2_4.pdf

- Cabalín, S. D. y Navarro, H. N. (2008). Conceptualización de los estudiantes sobre el buen profesor universitario en las carreras de la salud de la Universidad de La Frontera – Chile. *International Journal of Morphology*. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022008000400017
- Cabalín, S. D., Navarro, H. N., Zamora, S. J. y San Martín, G. S. (2010). Concepción de estudiantes y docentes del buen profesor universitario. *Int. J. Morphol*, 28(1), pp. 283-290. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v28n1/art42.pdf>
- Gargallo, B.L., Sánchez, F. P., Ros, C. R. y Ferreras, A. R. (2010). Estilos docentes de los profesores universitarios. La percepción de los alumnos de los buenos profesores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 51(4), 1-16. Recuperado de: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1826>
- González, G. O. y González, G.O. (2008). Percepciones de los estudiantes universitarios, frente al liderazgo del docente. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 5(13). 37- 43. Recuperado de <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/remo/v5n13/v5n13a08.pdf>
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: Mc Graw Hill.
- Krzemien, D., y Lombardo, E. (2006). Rol docente universitario y competencias profesionales en la Licenciatura en Psicología. *Psicología Escolar y Educativa*, 10(2) 173-186, Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282321819002&idp=1&cid=2503388>
- Mata, S. A. (2003). Actualidades Investigativas en Educacion el Sentido Social de la Idea de un Buen Maestro. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. Recuperado de http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/maestro.pdf
- Moreno, F. F. (2011). *¿Qué es ser un buen profesor o una buena profesora del Instituto Cervantes? Análisis de las creencias del alumnado, profesorado y personal técnico y directivo de la institución*. Recuperado de http://cfp.cervantes.es/imagenes/File/recursos_proyectos/informe_buen_profesor_ele/informe-buen-profesor-cervantes.pdf
- Segura, B. M. (2005). Competencias personales del docente. *Revista de Ciencias de la Educación*, 2(26), pp. 171-190. Recuperado de <http://www.uv.mx/dgda/files/2013/09/Segura-B-M-2005-Competencias-personales-docentes-Revista-Ciencias-de-la-Educacion.pdf>

Secretaría de Educación Pública. (2009). *Modelo Integral Para La Formación Profesional y Desarrollo de Competencias del Maestro de Educación Básica*. Recuperado de http://www.dgespe.sep.gob.mx/public/gt-en/acuerdos/subcomisiones/RIPEEN/14-Oct-2009/modelo_integral_doc.pdf

Stronge, J. H., Ward, T. J., & Grant, L. W. (2011). What makes good teachers good? A cross-case analysis of the connection between teacher effectiveness and student achievement. *Journal of teacher Education*, 62(4), 339-355.

Wenglinsky, H. (2000). *How teaching matters: Bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED447128.pdf>

Capítulo II. Percepción del estudiante universitario respecto al programa de Tutoría Académica

Isolina González Castro, Mario Alberto Vázquez García, Martha Alejandrina Zavala Guirado, Minea Deneb Cota Acevedo y Gabriela Denisse Ruíz Reyes
Unidad Guaymas, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. igonzalez@itson.edu.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue conocer la percepción de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Guaymas, respecto al programa de tutorías académicas, con el fin de determinar si el diseño favorece la integración a su vida universitaria. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con un alcance no experimental, descriptivo. Se aplicó una encuesta organizada en cuatro dimensiones referidas a recursos, estructura, alcance y tiempo; el instrumento se evaluó con una escala de Likert de siempre hasta nunca. En los resultados se encontró que la Dimensión de Contenido obtuvo la media más alta de 3.72 en el uso de los valores dentro del programa. En la Dimensión de Estructura con una media de 3.58 señalaron que el tutor les ha ayudado a la integración de en su vida universitaria y que el número de sesiones es suficiente. En la dimensión de Recursos con una media de 3.59 los alumnos consideran suficiente la hora y el tiempo que se destina para el programa, finalmente en la dimensión de alcance los alumnos opinaron que el indicador mejor desarrollado es la confianza que han adquirido para adaptarse a nuevos equipos de trabajo con una media de 3.69. Se concluye que la tutoría está cumpliendo de manera regular con la finalidad de integrarlos a esta nueva etapa de su formación, sobre todo, que permanezcan en la carrera elegida y los lleve a desarrollarla satisfactoriamente.

Palabras claves: tutoría académica, integración universitaria, tutor universitario.

Introducción

La tutoría ha sido parte de la sociedad desde siglos pasados, a través de una revisión teórica sobre los diversos modelos tutoriales empleados según las necesidades que se presentan en las universidades de Iberoamérica, se ha llegado a concebir a la tutoría como el proceso de intervención educativa que incide positivamente en el proyecto personal y profesional de los estudiantes universitarios (Lobato y Guerra, 2016).

La tutoría se enfoca a que el alumno pueda aprender a aprender. Es por esto que surge la necesidad de desarrollar una educación que se interese en promover el aprendizaje de una manera significativa y que el alumno se adapte fácilmente en el medio en que se desenvuelve. Es necesario realizar estrategias que ayuden al alumno que pueda integrarse a su vida estudiantil, y se desarrolle satisfactoriamente, dejando en ellos aprendizajes significativos.

En México, en el año 2000, la Asociación Nacionales de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) desarrolló 14 programas estratégicos, uno de ellos orientado al desarrollo integral de los alumnos, cuya intención fue brindar apoyo a los alumnos universitarios, a través de programas de tutorías y desarrollo integral, diseñados e implementados por las propias Instituciones educativas, dichos programas estarían orientados a atender una gran cantidad de estudiantes con la finalidad de que terminen su preparación profesional dentro del tiempo destinado y logran los objetivos de formación definidos en los planes y programas de estudio (Romo, 2004).

El Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), atendió al programa estratégico propuesto por la ANUIES y dio inicio a la tutoría en agosto del 2000, cuyo objetivo fue brindar apoyo y orientación a los estudiantes de una manera individualizada en las áreas afectivas, socio-profesional, psicológica, con la finalidad de ayudar a su desarrollo académico y personal, considerando temáticas de autoconocimiento, formación en valores, actitudes y hábitos deseables a través de una metodología que consideró las necesidades por carrera (ITSON, 2009). Para ésta universidad, la tutoría académica se enfoca en innovar en la práctica tutorial de sus profesores, brindando a los estudiantes atención personalizada o grupal durante su proceso formativo, con el propósito de detectar de manera oportuna y clara los factores de riesgo que pueden afectar el desempeño académico de los estudiantes (ITSON, 2016).

El ITSON se preocupa por analizar los indicadores académicos de sus alumnos, para ello realiza un seguimiento al tránsito de sus estudiantes abordando el estudio de los fenómenos que tienen lugar al interior de las Instituciones de Educación Superior (IES) como son: la deserción, rezago, permanencia, rendimiento, aprobación y reprobación. Así mismo no sólo se preocupa por estudiar estos fenómenos, sino que también implementa estrategias para combatirlos entre los que se resalta al programa de tutorías (Álvarez, 2016).

Siempre resulta interesante profundizar en el conocimiento de las vertientes que participan en el programa de tutorías, tal es el caso del estudio presentado por Gómez –Collado (2012) quienes midieron la percepción de estudiantes sobre el programa tutorial de la Universidad del Estado de México encontrando que existe una diferenciada participación entre licenciaturas, de igual forma resaltan que la percepción sobre el tutor es que no da respuesta a dudas de los estudiantes, no informa y pocas veces atiende lo que no arroja beneficio para los alumnos al buscar su tutoría.

Por su parte, Caldera, Carranza, Jiménez y Pérez (2015), realizaron un estudio para conocer el tipo de actitudes que tienen los estudiantes universitarios con respecto a la tutoría y encontraron que los alumnos tienen actitudes ligeramente positivas dependiendo del sexo y la carrera que se esté cursando. Finalmente, sugieren investigar las razones de éstos hallazgos así como el impacto de la tutoría en la calidad de los programas educativos.

En la universidad de San Luis Potosí también se ha indagado sobre el programa tutorial, donde una de las investigaciones reportó que los principales problemas se centran en la organización y disposición de los tutores para ejercer sus actividades tutoriales (Rubio y Martínez, 2012).

Considerando los resultados anteriormente citados, surge entonces la necesidad de conocer un poco sobre el programa tutorial de la institución en estudio, por lo que se considera importante responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es la percepción del estudiante universitario sobre el programa de tutoría académica en ITSON Guaymas referente a la integración de su vida universitaria?

Objetivo

Conocer la percepción de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Guaymas, respecto al programa de tutorías académicas con el fin de determinar si el diseño del mismo favorece a la integración de su vida universitaria.

Fundamentación teórica

La integración escolar se define como un proceso que busca establecer una relación entre lo académico y el conjunto de servicios que se les brindan a los estudiantes en base a las necesidades de aprendizaje.

Este concepto de integración estudiantil lo introdujo Tinto (1987), determinando que lo principal es cuidar el ambiente académico y social dentro de la universidad, la relación con los maestros y el rendimiento académico, además del establecimiento de programas extracurriculares. Esta relación de factores contribuye a una buena integración y sobre todo fortalece la persistencia del estudiante, obtenida de la integración que se deriva de la transición que los estudiantes deben superar para seguir adelante rumbo al cumplimiento de sus metas universitarias.

Según Tinto (1987) existe una relación muy fuerte y positiva cuando un estudiante tiene el firme propósito de cursar una carrera universitaria y la posibilidad de concluirla. De acuerdo con ésta premisa hay una responsabilidad en la toma de decisión de abandonar o permanecer según los eventos que se presenten cuando el estudiante ya entró a la universidad.

Obaya y Vargas (2014) describen que es en éste proceso en donde los estudiantes requieren de la figura del tutor quien será un instrumento valioso para ayudar en la integración académica del estudiante tanto en el ambiente académico como en el profesional bajo una interacción de respeto y confianza entre ambos.

Tinto (2016) identifica los obstáculos de mayor problemática que enfrentan los jóvenes a lo largo de su vida estudiantil que los llevan a abandonar sus estudios entre los que se mencionan los objetivos o metas, la economía insuficiente, las dificultades de adaptación, el no sentirse parte de la institución, las dificultades académicas, el aprendizaje, el compromiso. Para el autor la integración en el ámbito académico afecta al compromiso de metas, integración social, y al compromiso con la institución. En este punto, Tinto argumenta que los compromisos externos también pueden jugar un rol significativo en la decisión final de desertar o no de la universidad.

Los programas de tutoría realizados en algunas escuelas y facultades de la UNAM desde el año 2000 a la fecha, han impulsado y enriquecido desde diferentes dimensiones de trabajo con los alumnos la propuesta inicial de ANUIES sobre el concepto de tutoría, que describe que es un proceso de acompañamiento por determinado tiempo durante el proceso de formación de los estudiantes y especificando que el objetivo principal es beneficiar el desarrollo personal, académico y profesional, mediante la atención personalizada que le ofrece un docente que ha aceptado formarse para desempeñar la función de tutor (Aguirre, Herrera, Vargas, Ramírez, Aguilar, Aburto y Guevara, 2017).

Actualmente, es necesario considerar a la tutoría en relación con la revaloración de la cultura juvenil que impera en la sociedad actual y atender a los jóvenes de manera integral, es decir, no sólo enfatizar en los aspectos cognoscitivos sino en todas las áreas del desarrollo del ser humano (Narro y Arredondo, 2013).

Metodología

El tipo de estudio empleado en ésta investigación fue descriptiva con enfoque cuantitativo de corte no experimental.

Participantes

La muestra representativa fue de 196 alumnos seleccionados de forma aleatoria, basada en los estudiantes de ITSON que ya habían cursado la tutoría académica de los cuales 122 eran mujeres, y 74 hombres. Se encuestó a 27 alumnos de la Licenciatura en Ciencias de la Educación, 26 estudiantes de Psicología, 33 de Administración, de Ingeniería Industrial a 19, Ingeniería en Software a 24 estudiantes, de Contaduría fueron un total de 18 y de Diseño Gráfico a 21. Mientras que 28 estudiantes no contestaron la carrera que cursaban.

Instrumento

El instrumento que se utilizó para recolectar información fue un cuestionario que contó con 20 preguntas con opciones de respuesta de acuerdo a la escala Likert que van desde Siempre, Casi Siempre, Regularmente, Casi Nunca y Nunca. La confiabilidad del instrumento diseñado arrojó un Alfa de Cronbach de .981.

El cuestionario está dividido en cuatro dimensiones las cuales son: contenido, estructura, recursos y alcance. En la dimensión de contenido se cuestionó el nivel de cumplimiento de los objetivos de acuerdo al plan, si el programa fomenta el desarrollo de valores, actitudes y habilidades de integración al ámbito académico, si se dan a conocer los objetivos y temas, con un total de cinco preguntas.

En la dimensión de estructura se incluyen aspectos sobre la organización del programa, si la coordinación, las áreas de apoyo, la formación de tutores, el seguimiento y la evaluación, esta dimensión cuentan con un total de tres ítems. La dimensión de recursos es referente a los tiempos para la tutoría, recursos físicos y el orden sistemático de las actividades, compuesto por tres preguntas.

La siguiente dimensión es sobre la de alcance, donde se indaga sobre el mejoramiento del desempeño escolar, el fomento a la capacidad crítica de los estudiantes, ambiente dentro y fuera del aula, en esta dimensión se tiene un total de nueve preguntas.

Procedimiento

Para la recolección de información del estudio se solicitó la participación de estudiantes de las carreras Licenciatura en Ciencias de la Educación, Ingeniería en Software, Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas, Licenciatura en Administración, Ingeniería Industrial,

los alumnos contaban con un máximo de 5 minutos para responder el cuestionario. Se integró la base de datos en el programa estadístico SPSS y se analizaron los datos.

Resultados y discusión

El cuestionario estaba dividido en dos partes la primera en donde los estudiantes respondían sus datos personales y la segunda parte donde respondían los cuestionamientos referentes a la tutoría. Los datos personales arrojaron que 141 alumnos no trabajan por el momento, 44 estudiantes actualmente trabajan y 9 no contestaron esa pregunta. Otro dato del cuestionario era conocer cuál fue la modalidad en la que llevaron la tutoría académica resultando que 113 estudiantes llevaron su tutoría presencial y 73 alumnos la llevaron virtual.

El instrumento estuvo organizado por dimensiones. En la dimensión de contenido se obtuvo una media de 3.72, en la pregunta sobre si los valores son parte del programa de tutoría académica. En esta misma dimensión se puede observar que la pregunta con la media más baja fue la de si el programa ofrecía talleres para el proceso de aprendizaje, así como técnicas de estudio que tuvo una media de 3.58 (ver Tabla 1).

Tabla 1.

Dimensión Contenido

Preguntas	Media	Mediana	Moda	Desv.Tip	Rango
1.- ¿Desarrolla técnicas de estudio y aprendizaje significativo?	3.58	4	4	1.185	4
2. ¿Los valores son parte del programa de tutoría académica?	3.72	4	5	1.338	4
3.- ¿Los temas vistos en tutoría te han ayudado a integrarte a la universidad?	3.65	4	5	1.327	4
4.- ¿Los temas desarrollados en el programa de tutoría, han incluido valores que pueden ponerlos en práctica?	3.58	4	5	1.286	4
5.- ¿El programa te ofrece talleres para el proceso de aprendizaje, así como técnicas de estudio?	3.53	4	4	1.225	4

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos los participantes opinaron que los valores si forman parte del programa de tutoría académica, así mismo que los temas vistos en tutoría ayudan a integrarse a la universidad. Los participantes ponen en práctica los valores que se les imparten y los desarrollan a lo largo del programa de tutoría, además el programa les brinda técnicas de estudio,

aprendizaje significativo y para finalizar los participantes opinan que se les ofrecen taller para el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Gómez, López y Balderas (2013), los tutores realizan un proceso formativo individual en el área académica, personal y profesional cuya intención es impactar en el desarrollo integral del estudiantado en cuanto a las actitudes deseables, los valores profesionales, la ética, la excelencia académica, el uso de técnicas de estudio que lleven a los alumnos a la adquisición de las competencias que su área profesional demanda.

En la dimensión de estructura la pregunta con la media superior es que los alumnos creían que el número de sesiones eran las suficientes teniendo una media de 3.59 y la pregunta con la media más baja fue de 3.53 del cuestionamiento sobre si el programa ayudaba a mejorar sus clases (ver Tabla 2).

Tabla 2.

Dimensión Estructura

Dimensión Estructura	Media	Mediana	Moda	Desv.Típ	Rango
1.- ¿Crees que tu tutor académico te ha ayudado a integrarte a la universidad?	3.58	4	5	1.323	4
2.- ¿El programa de tutoría académica te ayuda a mejorar tus clases?	3.53	4	5	1.331	4
3.- ¿Crees que el número de sesiones son las suficientes?	3.58	4	5	1.312	4

Fuente: elaboración propia.

En la dimensión de estructura los participantes opinaron que el tutor los ayuda integrarse a la universidad, también están de acuerdo en el número de sesiones, y por último, que el Programa de Tutoría Académica les ayuda a mejorar sus clases. Narro y Arredondo (2013) puntualizan que es imprescindible contar con la actualización del modelo de educación en cada universidad, en donde el enfoque sea centrado en el aprendizaje, con innovaciones tanto en la docencia como el uso de recursos didácticos, tecnológicos y pedagógicos que contribuyan a mejorar la dimensión cognitiva de los participantes.

Otra dimensión fue la de recursos, donde los alumnos opinaron que el tiempo programado para ver los temas del programa de tutorías académicas es el tiempo suficiente y la hora destinada es el tiempo necesario para tener tutoría, ambos con una media de 3.59. También se les preguntó si los recursos y materiales que se utilizan son los adecuados para el desarrollo de las tutorías académicas obteniéndose una media de 3.56 (ver Tabla 3).

Tabla 3.

Dimensión Recursos

Dimensión Recursos	Media	Mediana	Moda	Desv.Típ.	Rango
1. ¿Los recursos y materiales son los adecuados para un buen desarrollo del programa de tutoría académica?	3.56	4.00	5	1.339	4
2. ¿Crees que la hora destinada a tutorías es suficiente?	3.59	4.00	4	1.304	4
3. ¿Crees que el tiempo programado para ver un tema es el suficiente?	3.59	4.00	4	1.360	4

Fuente: Elaboración propia para esta investigación.

De acuerdo a la opinión de los estudiantes, los recursos y materiales que se utilizan son los adecuados para el desarrollo de las tutorías académicas. Según Calvo (2006) considera que para que el alumno pueda integrarse y el programa de tutoría se lleve satisfactoriamente implica tener claros los objetivos, estrategias, recursos, mecanismos de evaluación, definición de espacios y horarios curricularmente determinados.

En la dimensión de alcance se analizaron los datos proporcionados por los estudiantes al cuestionar si tienen la confianza para adaptarse a nuevos equipos de trabajo, arrojó una media de 3.69 siendo ésta la más alta de esta dimensión; por otra parte, la media más baja, con un valor de 3.46 correspondió a la pregunta ¿Crees que el programa te ha ayudado a ser parte de la sociedad de una manera activa y responsable? (ver Tabla 4).

Tabla 4.

Dimensión Alcance

Dimensión Alcance	Media	Mediana	Moda	Desv.Típ.	Rango
1. ¿El programa te ha servido para adaptarte a nuevos equipos de trabajo?	3.54	4.00	4	1.341	4
2. ¿Tienes la confianza para adaptarte a nuevos equipos de trabajo?	3.69	4.00	5	1.317	4
3. ¿Crees que el programa te ha ayudado a ser parte de la sociedad de una manera activa y responsable?	3.53	4.00	4	1.299	4
4. ¿El programa ayuda a fomentar el desarrollo de actitudes participativas que faciliten tu integración al entorno sociocultural?	3.46	4.00	4	1.301	4
5. ¿Contribuye el programa de tutoría a ayudarte a desarrollar habilidades que fortalecen tu aprendizaje?	3.55	4.00	5	1.288	4
6. ¿El ambiente en el salón de clases es agradable?	3.68	4.00	4	1.324	4
7. ¿Crees que el programa te ayuda a desarrollar una buena comunicación e interacción con tus compañeros?	3.58	4.00	5	1.313	4
8. ¿Tu integración a la universidad ha mejorado con el programa de tutoría académica??	3.64	4.00	5	1.276	4
9. ¿El programa te ofrece apoyo y supervisión en temas de mayor dificultad en las diversas asignaturas?	3.58	4.00	4	1.297	4

Fuente: elaboración propia.

En ésta dimensión de alcance los alumnos opinaron que tienen la confianza de apartarse a nuevos equipos de trabajo además el ambiente en salón de clases es un factor muy importante para ellos, es así que el programa de tutoría académica ha sido de gran ayuda y ha mejorado la integración de los alumnos en la Universidad. El programa de tutoría académica ofrece el apoyo y supervisión de diferentes asignaturas a los alumnos, también se desarrolla una buena comunicación e interacción con sus compañeros y se les motiva para ser parte de la sociedad de una manera activa y responsable, con actitudes participativas que ayudan a la integración de su entorno tanto social como cultural; la adaptación a nuevos equipos de trabajo de acuerdo a los tipos de modalidades de la tutoría académicas sin importar que sea individual, grupal o virtual, cuyo intención es que el alumno viva un ambiente favorable para su desarrollo académico, adaptación con sus compañeros, de tal forma que se desarrolle el sentido de pertenencia hacia la universidad.

Haciendo un análisis de medias de las cuatro dimensiones estudiadas, se obtuvo que de acuerdo con los estudiantes la Dimensión de *contenido*, resultó ser la que perciben mejor desarrollada con una media general de 3.61 enfocada ésta a la aplicación de técnicas de estudio, aprendizaje significativo, práctica de valores. Por otro lado, la media más baja es la de la Dimensión de *estructura* con un valor de 3.56 (Ver tabla 5). Tal dimensión contiene la pregunta de si la tutoría los ayuda a integrarse a la vida universitaria siendo uno de los objetivos a cumplirse con el programa tutorial universitario.

Tabla 5.

Media de las Dimensiones

Dimensión	Media
Contenido	3.61
Estructura	3.56
Recursos	3.58
Alcance	3.58

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir que los alumnos perciben que los valores son parte del programa de tutorías académicas, los temas vistos en tutoría han ayudado para que ellos se integren a la actividad académica y confirman lo que en repetidas ocasiones la

teoría dice sobre el papel del tutor como una parte importante en su integración a la vida estudiantil. El programa de tutoría académica en ITSON ha preparado a los alumnos para que tengan la confianza para adaptarse a los nuevos equipos de trabajo,

Para que un programa de tutoría académica se lleve a cabo exitosamente es necesario que las cuatro dimensiones se desarrollen en una forma equitativa, la estructura del programa, el alcance, los recursos, y contenido para así mismo lograr el principal objetivo que tiene el programa que es orientar y asesorar a los alumnos de una forma integral.

Con los resultados obtenidos se logró el objetivo de esta investigación que fue conocer la percepción de los estudiantes de ITSON Guaymas respecto al programa de tutorías académicas con el fin de determinar si el diseño del mismo favorece a la integración de su vida universitaria. Acorde a las medias obtenidas los resultados arrojan que en un parámetro de bueno, regular y malo los estudiantes consideran que de manera regular el programa les permitió adaptarse, además de haber obtenido herramientas como técnicas de estudio, autoconocimientos, habilidades de interacción, resolución de dudas sobre los programas educativos.

Sin embargo resulta interesante revisar si el programa tutorial de la universidad en estudio está cumpliendo con el objetivo para el que fue creada, que es ayudar al estudiante a integrarse a la vida universitaria, se adapten a esa nueva etapa, sobre todo, que permanezcan en la carrera elegida y los lleve a desarrollarla satisfactoriamente ya que los resultados arrojaron que la Dimensión de *estructura*, que contiene los indicadores antes mencionados, fue la que obtuvo la media más baja de las cuatro dimensiones que se evaluaron.

Finalmente, los estudiantes perciben que los maestros juegan un papel importante en la vida de los alumnos, sirven de guía en su camino universitario tanto en aspectos personales como académicos para que logren obtener el éxito deseado.

Referencias

- Aguirre, E., Herrera, B., Vargas, I., Ramírez, N., Aguilar, L., Aburto, M. y Guevara, R. (2017). *Investigación en Educación Médica*. Núm. 152. Vol. 1. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505717301527?via%3Dihub>
- Álvarez, M. (2016). Diseño, validez y confiabilidad de un Instrumento para Identificar los factores que Influyen en los índices de deserción escolar en el Instituto Tecnológico de Sonora. (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Sonora, Guaymas.

- Caldera, J., Carranza, M., Jiménez, A. y Pérez, I., (2015). Actitudes de los estudiantes universitarios ante la tutoría. Diseño de una escala de medición. *Revista de la Educación Superior*. Núm. 173. Vol. 44. Pp. 103-124. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185276015000655#bbib0080>
- Calvo, M. (2006). Formación abierta y a distancia. Formación profesional Ocupacional.
- Gómez-Collado, M. (2012). La percepción de los estudiantes sobre el Programa de Tutoría Académica. *Convergencia*, 58, 209-233. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/105/10520680002.pdf>
- Gómez, D., López, H. y Balderas, M., (2013). El rol del tutor en el programa de tutoría implementado en la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media. *Revista Iberoamericana para la investigación y el Desarrollo Educativo. RIDE*. Núm. 10. Disponible en www.ride.org.mx/1-11/index.php/RIDSESECUNDARIO/article/download/685/670
- Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), (2009). Programa de tutoría. Consultado el 15 de junio de 2009 de: <http://www.itson.mx/tutoria/modulos.htm>
- ITSON, (2016). Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2020. Disponible en <https://www.itson.mx/micrositios/pdi2020/Documents/pdi-2017.pdf>
- Lobato, C., Guerra, N. (2016). La tutoría en la educación superior en Iberoamérica: Avances y desafíos. *Educación*. Vol. 52, núm. 2, pp. 379-398. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342146063009>
- Narro, J., Arredondo, M. (2013). La tutoría. Un proceso fundamental en la formación de los estudiantes universitarios. *Perfiles Educativos*. Vol. XXXV. Núm. 141. Disponible en www.redalyc.org/pdf/132/13228259009.pdf
- Obaya, A. y Vargas, Y. (2014). La tutoría en la educación superior. *Investigación Educativa (Educación Química)*. Núm. 25., Vol. 4. Pp. 478-487. Disponible en https://ac.els-cdn.com/S0187893X14700709/1-s2.0-S0187893X14700709-main.pdf?_tid=6c8d27d1-ebf3-4b4b-a01d-a54d8d3490c9&acdnat=1528219752_22b7da0676f7af2fdb35c00ea750bfb4
- Romo, A., (2004). *La incorporación de los programas de tutorías en las instituciones de educación superior*. México: ANUIES.

Rubio, P. y Martínez, J. (2012). La acción tutorial desde la perspectiva de los alumnos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. *Perfiles educativos*. Núm. 138. Vol. 34. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982012000400003

Tinto, V. (1987), *El abandono de los estudios superiores: una nueva perspectiva de las causas del abandono y su tratamiento*. México: UNAM.

Tinto, V. (2016). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. *Revista de la Educación Superior*. Vol. 71. Pp. 1-14 Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/252868573>

Capítulo III. Prevalencia de sobrepeso y obesidad e IMC y su relación con la actividad física en adultos Yaquis del Estado de Sonora. Estudio Piloto

Araceli Serna Gutiérrez¹, Alejandra Ruelas Ruiz², Arturo Osorio Gutiérrez¹,
Iván de Jesús Toledo Domínguez¹ y José Fernando Lozoya Villegas¹

¹Departamento de Sociocultural, ²Departamento de Deporte y Salud, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. araceli.serna@itson.edu.mx

Resumen

La obesidad es un problema de salud pública y la actividad física (AF) es uno de sus determinantes. El objetivo fue evaluar la prevalencia de sobrepeso y obesidad y su relación con AF adultos Yaquis de Sonora. Mediante un diseño transversal y la evaluación de peso y talla se obtuvo la prevalencia de sobrepeso/obesidad (n=108). La AF se evaluó con un cuestionario adaptado para indígenas Yaquis. Se realizó un ANOVA y comparación de medias por Bonferroni entre terciles (T1, T2 y T3) de Índice de Masa Corporal (IMC) y la intensidad de AF (horas/semana), aunado a un análisis de correlación de Spearman (ρ). La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad total para hombres y mujeres Yaquis fue de 68%, categorizando por sexo la prevalencia fue mayor en mujeres (75.9%) que en los hombres (46.3%) ($p=0.01$). Tanto la prevalencia de sobrepeso como de obesidad fueron mayor en las mujeres respecto a los hombres. Los sujetos en T1 de IMC realizaron menor AF ligera que los del T3 (8.8 vs 18.5 horas/semana) y mayor AF moderada y vigorosa (9.7 vs 2.6 y 2.4 vs 0.3 horas/semana, respectivamente) ($p<0.05$). La AF ligera fue de riesgo para IMC $r=0.47$ ($p<0.05$) y la AF moderada y vigorosa de protección; $r=-0.46$ y -0.49 respectivamente ($p<0.05$). La prevalencia de sobrepeso/obesidad en indígenas es alta. Se encontró relación moderada de riesgo entre valores mayores de IMC y la AF ligera y una relación moderada de protección entre valores menores de IMC y AF moderada y vigorosa.

Introducción

La Organización Mundial de la salud (OMS) define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. La OMS ha indicado que desde 1980 la obesidad a nivel mundial se duplicó. Además, informa en el 2014 el número de adultos con sobrepeso fue mayor a 1900 millones y de estos 600 millones padecían obesidad. Así mismo, cada año mueren, como mínimo, 2.8 millones de personas a causa de estos padecimientos, lo que los convierte en un problema de salud pública (OMS, 2017).

En México, Barquera, Campos, Hernández, Pedroza y Rivera (2013), indicaron que para los años 2000, 2006 y 2012 la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en México fue de 61.8%, 69.7% y 71.3% respectivamente. Al comparar estos datos se puede observar que el mayor aumento de prevalencia fue del año 2000 al 2006 (7.9%). Información más actual de la

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de Medio Camino 2016 indica que en adultos la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad es de 72.5% (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2016). Los datos indicados muestran que la tendencia de padecer sobrepeso y obesidad continua aumentando.

En el estado de Sonora para 2006, la ENSANUT registró una prevalencia de sobrepeso y obesidad para hombres de 67.5% y para mujeres de 77.6%. En el 2012, resultados de la ENSANUT muestran que para Sonora la prevalencia de sobrepeso y obesidad en hombres fue de 70.6% y en mujeres de 76.9%. Comparando por sexo la prevalencia de obesidad fue 10.9 puntos porcentuales mayor en mujeres (41.6%) que en hombres (30.7%) mientras que la prevalencia de sobrepeso resultó mayor en hombres (39.9%) que en mujeres (35.3%) (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2013).

Se ha demostrado que el sobrepeso y la obesidad son los principales factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT) como lo es la Diabetes tipo 2 (DT2) y las enfermedades cardiovasculares (ECV) (Rivera, Hernández, Aguilar, Vadillo, Murayama, 2015). En México, la DT2 y las ECV ocupan los primeros lugares como causa de muerte en la población adulta (INEGI, 2015), por lo que son un problema de salud pública. Por lo tanto, siendo la obesidad uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de estas patologías, diagnosticarla, tratarla, controlarla y disminuirla podría coadyuvar también a prevenir la presencia de ENT como la DT2 y las ECV.

Con relación a las causas de la obesidad, esta es multifactorial donde se involucran la genética y los estilos de vida con influencia de diversos determinantes de salud subyacentes, como la globalización, la condición económica, la educación, la urbanización y el entorno social. Aún y cuando la obesidad es de origen multifactorial, en México se ha indicado que los principales factores de riesgo para su desarrollo son una dieta incorrecta y la inactividad física (Rivera et al., 2015).

Por otro lado, si bien a nivel nacional y estatal y gracias a las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición se cuenta con información sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad y sus principales factores de riesgo (Barquera et al., 2013; INSP, 2013; INSP, 2016) dichas encuestas no informan sobre la prevalencia de dichos estados para grupos indígenas. Pese a esto, algunos grupos indígenas del estado de Sonora han sido estudiados. Schulz et al. (2006) realizaron una investigación para evaluar la obesidad, hábitos de alimentación y dieta en la población Pimas de

Maycoba, el estudio reportó que los Pimas mexicanos tuvieron una prevalencia de sobrepeso y obesidad de 30% y 13%. En el 2010 se realizó un estudio de seguimiento a los Pimas mexicanos (Esparza-Romero et al., 2015) para evaluar los cambios en la prevalencia de obesidad de 1995 a 2010. Los resultados arrojaron una prevalencia de 37.4% y 26.3% para sobrepeso y obesidad, respectivamente. Los autores relacionaron el incremento de estas prevalencias con el estilo de vida más moderno de la población.

Otro grupo indígena de los más representativos del estado de Sonora son el grupo étnico Yaquis. Se estima que hay alrededor de 33,000 pertenecientes a la etnia distribuidos en 8 diferentes pueblos; Cócorit (Loma de Guamúchil), BÁCUM (Loma de BÁCUM), Pótam, Vícam, Tórim, Ráhum, Huíribis y Bélem. (Gobierno del Estado de Sonora, 2014). Un estudio realizado por Rodríguez, et. al. (2008) en indígenas Yaquis afiliados al programa reportó una prevalencia de sobrepeso/ obesidad de 86.7%.

Los Yaquis han experimentado cambios importantes en su estilo de vida, pasando a uno más modernizado, este nuevo estilo de vida se caracteriza por el abandono de las actividades agrícolas y una vida más sedentaria (Merino, 2007). Estos cambios en sus actividades laborales y actividad física podrían ser los causantes de la prevalencia elevada de sobrepeso/obesidad. Un estudio realizado en adultos de la comunidad Yaqui Loma de Guamúchil informó que el 67% de las mujeres y 57.1% de los hombres evaluados indicó no realizar ejercicio físico (Serna, et al. 2016).

Objetivo

Determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad y la relación del IMC con la actividad física de adultos Yaquis del estado de Sonora, por medio de métodos antropométricos y un cuestionario de actividad física, lo que permitirá contar con evidencia para el desarrollo y aplicación de programas de actividad física.

Fundamentación teórica

Sobrepeso y Obesidad

La organización mundial de la salud define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, (OMS, 2016). Una manera de diagnosticar el sobrepeso y la obesidad es mediante el índice de masa corporal

(IMC) que es un indicador simple para adultos que señala la relación entre el peso y la talla, este se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2) un IMC igual o superior a 25 y menos de 30 determina sobrepeso, así como un IMC igual o mayor a 30 determina obesidad (OMS, 2016).

Factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso y obesidad en adultos

La Organización Mundial de la Salud define un factor de riesgo como cualquier aspecto o característica de un individuo que aumente la posibilidad de padecer una enfermedad o sufrir un accidente. Entre los factores que interactúan como causa de la epidemia de obesidad se encuentran los genéticos, fisiológicos, los ambientales, los sociales, y tecnológicos; así como los factores del estilo de vida: dieta y actividad física (Rivera et al, 2015). Según la OMS (2016) la causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas. En el mundo, se ha producido un aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos y un descenso en la actividad física. Estos cambios, así como otros factores, conllevan al estado de sobrepeso/obesidad.

Estilo de vida

Se define como estilo de vida a aquellos patrones cognitivos, afectivos-emocionales y conductuales que muestran cierta estabilidad en el tiempo, bajo condiciones consistentes y que pueden constituirse en factores de riesgo o seguridad, dependiendo de su naturaleza (Vives, 2007). Los estilos de vida no saludables modificables tales como el sedentarismo y los malos hábitos nutricionales contribuyen al desarrollo de sobrepeso y obesidad, lo cual es un factor de riesgo para enfermedades no transmisibles como la DT2, ECV y cáncer (Quintares, López, Hernández, & Pérez, 2009).

La inactividad física está considerada como el cuarto factor de riesgo de mortalidad más importante en el mundo y es causante del 6% de todas las muertes. La inactividad física va en aumento en la mayoría de los países, lo cual incrementa el padecimiento de enfermedades no transmisibles y afecta la salud general mundial. Las personas que tienen un nivel insuficiente actividad física tienen hasta un 30% más de riesgo de morir que las personas que realizan al menos 30 min de actividad física moderada en la mayor parte de días de la semana (OMS, 2017).

Metodología

Participantes

Se realizó un estudio de tipo transversal, en el que la población fue de adultos, con una edad \geq a 20 años, de las localidades de Loma de Guamúchil, Loma de Bácum, Tórim, Casas Blancas, Vícam Pueblo, Vícam Estación, Pótam, Ráhum y Pitahaya.

Los participantes fueron 108 indígenas Yaquis de las comunidades antes mencionadas. La muestra fue tomada de dos estudios previos para el diseño de instrumentos de evaluación del estilo de vida en población Yaqui. El número de sujetos a seleccionar de cada comunidad fue proporcional al número de habitantes de la localidad. Se trabajó con aquellos sujetos que aceptaron participar y que firmaron un consentimiento informado. El muestreo fue no probabilístico por cuotas.

Instrumentos

Báscula electrónica digital SECA 813 con capacidad de 150 Kg \pm 50 g. Se utilizó para la determinación del peso.

Estadiómetro portátil SECA 213, con un rango de error de 0.05mm. Para la determinación de la estatura.

Cuestionario de Actividad Física Adaptado a Población Yaqui. El CAF evalúa actividades ocupacionales y recreativas y consta de dos secciones. En la primera sección se registran las actividades ocupacionales que se realizaron en los últimos 12 meses, los participantes indicaron la frecuencia de la actividad en meses por año, semanas por mes, días por semana, así como el número de horas al día. En la segunda sección el participante fue cuestionado sobre sus actividades recreativas con base en las mismas frecuencias (Serna, Castro, Magdaleno y Esparza, 2017).

Procedimiento

Peso. Para la determinación de peso corporal (en kilogramos) el sujeto se pesó con ropa ligera y sin zapatos ni objetos personales (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2001).

Talla. La medición de talla (en metros) se llevó a cabo siguiendo la técnica de ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2003).

Índice de masa corporal (IMC). Se calculó a partir de los parámetros peso expresado en kilogramos y talla expresada en metros al cuadrado empleando la fórmula: $IMC = \text{Peso (Kg)} / \text{Talla}^2 (\text{m}^2)$.

Diagnóstico de sobrepeso y obesidad. Se estableció sobrepeso y obesidad según lo indicado por la OMS (2006).

Aplicación del cuestionario de Actividad Física adaptado a Población Yaqui. Se utilizó para obtener información sobre las actividades recreativas, ocupacionales y de transporte de los participantes, así como sus hábitos sedentarios. El cuestionario fue aplicado por personal entrenado en los hogares de los participantes con una duración mayor de 30 a 40 minutos.

Análisis estadístico. Se realizaron análisis de datos a través de estadística descriptiva obteniendo media, desviación estándar y porcentajes. Las variables continuas (edad, peso, talla y valor de IMC) se expresaron como medias y desviación estándar y las cualitativas como proporciones (sexo e IMC por categoría: sobrepeso, obesidad).

La prevalencia de sobrepeso y obesidad total se reportó como no ajustada. Para la comparación entre sexos para la variable categórica (IMC policotómica) se utilizó la prueba de X^2 (Chi cuadrada).

Para estudiar la relación del IMC y la AF se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Bonferroni entre terciles de Índice de Masa Corporal (T1, T2 y T3) y la intensidad de AF (horas/semana), aunado a un análisis de Correlación de Spearman (ρ).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software STATA versión 14.1 (StataCorp LP, College Station, Texas, EE.UU.).

Consideraciones éticas. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo y a cada uno de los participantes se les explicaba en qué consistía el estudio, una vez que aceptaba se les pedía su consentimiento por medio de la firma de un documento.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se muestran las variables antropométricas de los adultos Yaquis evaluados. La edad de los participantes tuvo un valor promedio de 42.1 años para hombres y 41.3 para mujeres, el IMC para hombres fue de 25.7 kg/m² y para mujeres de un IMC de 29.7 kg/m² ($p < 0.05$), mientras que la circunferencia de la cintura presentó valores de 92.6cm y de 95.2cm ($p > 0.05$), para hombres y mujeres, respectivamente.

Tabla 1.

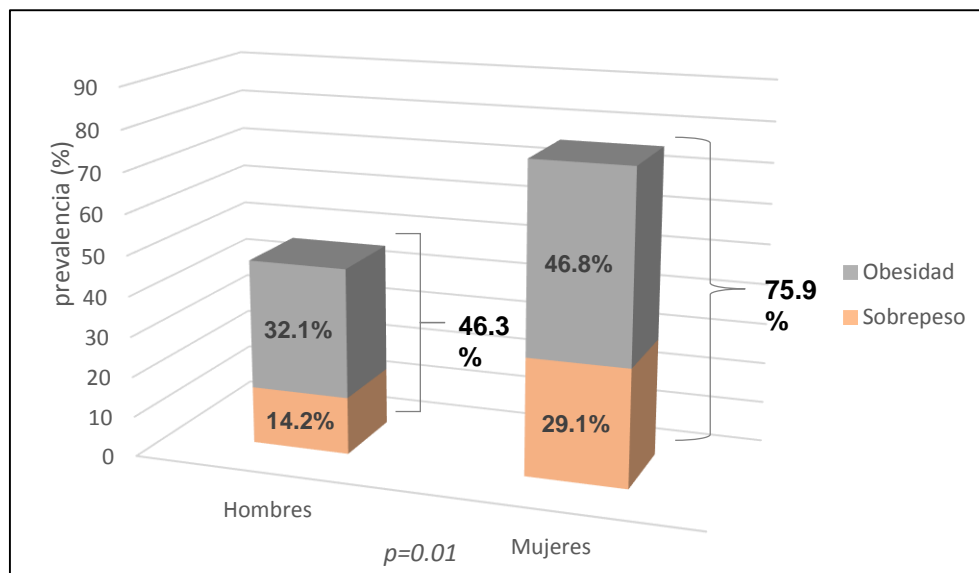
Características de los participantes

Características	Hombres	Mujeres	Valor de <i>p</i>
	n=28	n=100	
Edad (años)	42.1 ± 14.1	41.3 ± 13.9	0.77
Peso corporal (kg)	76.6 ± 14.5	73.3 ± 15.0	0.31
IMC (kg/m ²)	25.7 ± 4.4	29.7 ± 5.7	0.01
C. de la cintura (cm)	92.6 ± 14.4	95.2 ± 12.5	0.36

Expresado como media ± desviación estándar o porcentaje. Valor de *p*: prueba de t

La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad total para hombres y mujeres Yaquis fue de 68%. Al categorizar por género, en la Figura 1 se puede observar que la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en mujeres fue mayor (75.9%) que en los hombres (46.3%) ($p=0.01$). En cuanto a la prevalencia de sobrepeso y obesidad, por sexo, ambas fueron mayor en las mujeres con respecto a los hombres (29.1% y 46.8% vs 14.2% y 32.1%, respectivamente) ($p<0.05$).

La posible causa de que las mujeres Yaquis tuvieron una mayor prevalencia de sobrepeso y de obesidad que los hombres podría ser que las mujeres realizan mayor cantidad de horas a la semana de AF ligera que de horas de AF vigorosa. Entre las AF ligeras que realizan las mujeres Yaquis se encuentran el bordado, tareas del hogar y socializar, además la mayoría de las mujeres Yaquis no realiza actividades laborales.



Valor de *p*: prueba de X²

Figura 1. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en Indígenas Yaquis de Sonora

Por otro lado, otro determinante importante de sobrepeso y obesidad es la dieta, sin embargo, el estudio de Rodríguez realizado en el 2007 con adultos Yaquis solo encontró relación de la obesidad con el consumo de grasa saturada, ningún otro nutriente estuvo relacionado. El trabajo de Plata y cols. (2017) sobre la dieta de los Yaquis concluyó que la dieta de los adultos de dicha etnia cumplía con las recomendaciones dietéticas sobre la distribución energética. Lo anterior permite inferir que posiblemente el principal determinante de obesidad en este grupo indígena es la actividad física.

Los resultados de prevalencia obtenidos en la presente investigación fueron menores a lo indicado por Rodríguez et al., (2007), donde el resultado de prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad total fue de 87.6%, es decir una diferencia porcentual de 19.6 puntos porcentuales menor en el presente estudio. Por otra parte, en un estudio realizado por Merino (2007), donde se evaluó 103 Yaquis de la Loma de Guamúchil el valor de prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue de 80% (13% de sobrepeso y 67% de obesidad), siendo este valor mayor que el obtenido en el actual estudio. Las diferencias en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en las comunidades Yaquis entre los diferentes estudios realizados (Rodríguez et al., 2007; Merino et., al 2008) podría deberse a que las muestras poblacionales fueron diferentes. En el estudio de Rodríguez et al., (2007) se evaluaron Yaquis que estaban adscritos al programa de gobierno oportunidades, Merino et al., (2008) solo evaluó una comunidad Yaqui (Loma de Guamúchil), mientras que en el presente trabajo las comunidades Yaquis evaluadas fueron 9.

La Tabla 2 muestra la actividad física por intensidad (h/semana) realizada por los adultos Yaquis y clasificadas en terciles de IMC. Los sujetos en tercil 1 de IMC (IMC menor a T2 y T3) realizaron menor AF ligera y mayor AF moderada que los del T3 (IMC mayor que T1 y T2) (8.8 vs 18.5 h/sem de AF ligera y 9.7 vs 2.6 h/sem de AF moderada) ($p < 0.05$). Respecto a las AF vigorosas, los sujetos del tercil 1 realizaron mayor número de horas a la semana que los del tercil 2 y tercil 3 (2.4 vs 0.3 y 0.3 h/sem, respectivamente) ($p < 0.05$).

Los sujetos del tercil 1 presentan un IMC menor a los sujetos del tercil 2 y 3 por lo tanto, los resultados revelan que en la muestra estudiada aquellos sujetos que realizan mayor AF vigorosa tienen menor IMC. Por el contrario, los sujetos con mayor IMC (tercil 3) realizan más AF ligeras que aquellos con un IMC menor (tercil 1). Se puede deducir que en la muestra estudiada la intensidad de la AF se relaciona de manera inversa con los valores de IMC.

Tabla 2.

Horas de Actividad Física por Terciles de IMC

Actividad Física	Terciles de IMC		
	T1	T2	T3
AF Sedentaria (h/sem)	5.4 ± 5.1 ^a	5.9 ± 5.3 ^a	7 ± 5.3 ^a
AF Ligera (h/sem)	8.83 ± 10.7 ^a	15.7 ± 10.8 ^{a,b}	18.5 ± 12 ^b
AF Moderada (h/sem)	9.7 ± 8.2 ^a	5.6 ± 6.8 ^{a,b}	2.6 ± 2 ^b
AF Vigorosa (h/sem)	2.4 ± 3.8 ^a	0.3 ± 0.7 ^b	0.3 ± 1.4 ^b

Diferente subíndice indica diferencia p (<0.05). AF. Actividad Física

Con relación a la asociación entre el IMC y la actividad física el coeficiente de correlación de Spearman entre de IMC y AF ligera fue de $r=0.47$ ($p<0.05$), dicho valor representa Correlación moderada y directa con relación al IMC (a mayor AF ligera mayor IMC. Por otro lado, la correlación entre el IMC y las AF moderada y vigorosa fue de $r=-0.46$ y -0.49 respectivamente ($p<0.05$), dichos valores también representan una correlación moderada, por el contrario las AF moderada y vigorosa se asocian de manera inversa al IMC (a mayor AF moderada y vigorosa disminuye el IMC).

La Figura 2 indica que a mayor número de horas de actividad física ligera el IMC aumenta, mientras que, por el contrario, las Figuras 3 y 4 indican que a mayor número de horas por semana de AF moderada y vigorosa el IMC disminuye. Lo anterior demuestra que en indígenas Yaquis realizar más horas de AF ligera es un factor de riesgo para el aumento de IMC y que realizar más horas por semana de AF moderada y vigorosa es un factor protector.

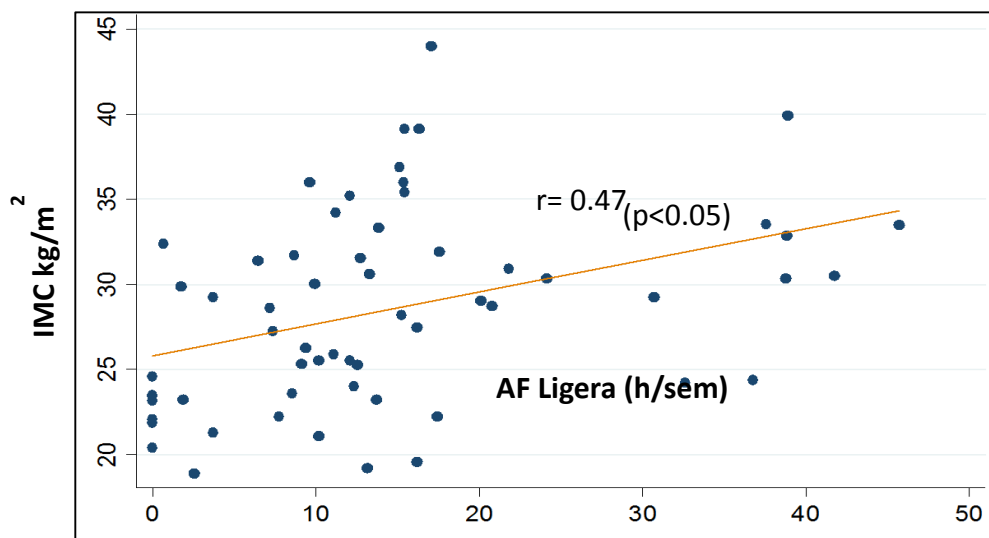


Figura 2. Relación entre IMC y Actividad Física Ligera.

Hasta el momento no existen estudios sobre la relación de IMC y actividad física en Yaquis, sin embargo, en el estudio de Serna et al (2016) realizado en Yaquis de la Loma de Guamúchil indicó que el 67% de las mujeres y 57.1 % de los hombres evaluados no realiza ejercicio físico lo cual podría ser una forma de realizar actividad física moderada y vigorosa. Por otro lado, un estudio realizado en indígenas Seris del estado de Sonora (Maldonado, 2015) donde se relaciona la actividad física con la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 se indicó que las personas con un mayor puntaje en el patrón de actividad física ligera tuvieron 1.38 veces más riesgo de padecer DT2 en comparación con aquellas personas que realizaban menor puntaje de dicho patrón.

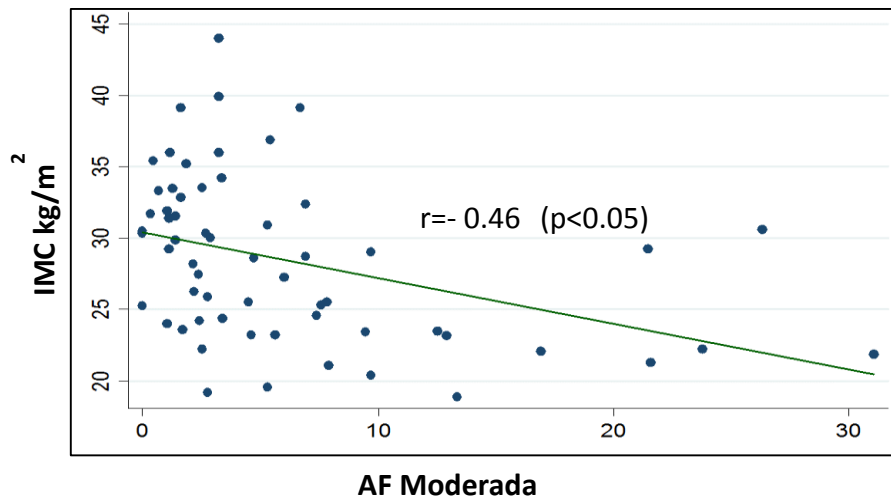


Figura 3. Relación entre IMC y Actividad Física Moderada

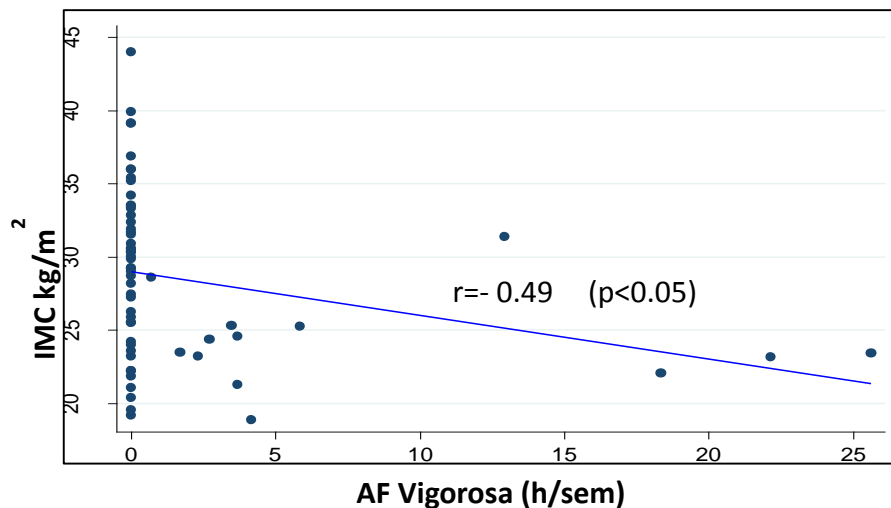


Figura 4. Relación entre IMC y Actividad Física Vigorosa

Conclusiones

La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de los adultos Yaquis evaluados fue de 68%. Por género la prevalencia de sobrepeso, así como de obesidad resultó mayor en las mujeres que en los hombres (sobrepeso: 29.1% y 14.2% para mujeres y hombres, respectivamente; obesidad; 46.8% y 32.1% para mujeres y hombres, respectivamente). Se encontró asociación moderada de riesgo entre valores mayores de IMC y la AF ligera y una asociación moderada de protección entre valores menores de IMC y AF moderada y vigorosa.

Como recomendaciones se propone realizar un estudio con una muestra representativa de la población Yaqui de las localidades evaluadas y con un muestreo aleatorizado. Así mismo, iniciar con el diseño de un programa de acondicionamiento físico para la reducción de peso corporal específico para Yaquis que permita disminuir la prevalencia de obesidad y los riesgos a la salud.

Referencias

- Barquera, S., Campos, I., Hernández, L., Pedroza, A., y Rivera, J.A. (2013). Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, ENSANUT 2012. *Salud Pública México*, 55(2), 155-159.
- Esparza-Romero, J., Valencia, M., Urquidez, R., Chaudhari, L., Hanson, R., Knowler, W., Ravussin, E., Bennet, P., & Schulz, L. (2015). Environmentally driven increases in type 2 diabetes and obesity in Pimas Indians and non-Pimas in México over a 15 year period: The Maycoba Project. *Diabetes Care*, 38(11), 2075-2082.
- Gobierno del estado de Sonora. (2014). Yaquis. Recuperado de:
<http://www.sonora.gob.mx/conoce-sonora/cultura-sonorense/etnias-en-sonora/yaquis/103-conoce-sonora/etnias.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido*. Recuperado de:
www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/consulta.asp?c=11800#
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa, Sonora (2013)*. Recuperado de
<https://www.insp.mx/images/stories/ENSANUT/norte/Sonora-OCT.pdf>

- Instituto Nacional de Salud Pública. (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. Informe final de resultados*. Recuperado de:
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
- Instituto Nacional Salud Pública. (2007). *Encuesta nacional de salud y nutrición 2006 resultados por entidad federativa, Sonora (2006)*. Recuperado de:
<http://www.insp.mx/images/stories/Produccion/pdf/ENSANUTEF/son.pdf>
- Maldonado Chan, (2015). *Prevalencia de Diabetes Tipo 2 en la comunidad Comcáac y su asociación con patrones dietarios, de actividad física e índice de modernización*. (Tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora, México.
- Merino, E. (2007). Obesidad entre los yaquis de Sonora, México. Los retos de una cultura frente a la economía del mundo. *Estudios de Antropología Biológica, XIII*, 913-914. Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/eab/article/viewFile/26424/24829>
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Obesidad y Sobrepeso* (311). Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *10 datos sobre la obesidad*. Recuperado de: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Actividad física*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/#>
- Plata, O., Serna, A., Castro, A., Lozoya, F., Toledo, I., Díaz, I., Osorio, A., Tolano, E., Esparza, J. Prevalencia de obesidad abdominal e ingesta dietaria en indígenas Yaquis de Sonora, México. Presentación de Carteles en XXIV Reunión de Investigación en Salud. Cd. Obregón, Sonora.
- Quintares, A., López, M., Hernández, E., y Pérez, A. (2009). Estilo de vida, desarrollo científico-técnico y obesidad. *Revista Cubana de Salud Pública*, 35(3)
- Rivera, J., Hernández, M., Aguilar, C., Vadillo, F., y Murayama, C. (Ed.). (2015). *Obesidad en México*. D.F, México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, Universidad Nacional Autónoma de México
- Rodríguez, M., Guerrero, F., Brito, O., Rascón, R., Pérez, R., Sánchez, María., González, M., Martínez, E., Simental, L., Madero, A., Revilla, C., Flores, S., Islas, S., Cruz, M., Wachter,

- N., & Sánchez, J. (2007). Cardiovascular risk factors and acculturation in Yaquis and Tepehuanos Indians from Mexico. *Achieves of Medical Research*, 39(3), 352-357.
- Schulz, L., Bennett, P., Ravussin, E., Kidd, J., Kidd, K., Esparza, J., & Valencia, M. (2006). Effects of traditional and western environments on prevalence of type 2 diabetes in Pima indians in México and the U.S. *Diabetes Care*, 29(8), 1866-1871.
- Serna A., Díaz I., Quintero D., Tolano E., Castro A. (2016). Prevalencia De Obesidad Y Otros Factores De Riesgo De Diabetes Tipo 2 En Adultos De La Etnia Yaqui De La Loma De Guamúchil. En: E Meza, A Soto, M González y J Angulo (Ed.) Avances de Investigación Colegiada en la Universidad (p.10-22). Sonora, México: Instituto Tecnológico de Sonora.
- Serna, A., Castro, A., Magdaleno, P., y Esparza, J. (2017). Adaptación y reproducibilidad de un cuestionario para evaluar la actividad física en estudios epidemiológicos en indígenas Yaquis de Sonora, México. Presentación de Carteles en XXIV Reunión de Investigación en Salud. Cd. Obregón, Sonora.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropmetría (ISAK) (2001). Estándares internacionales para la valoración antropométrica. Australia: Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropmetría.
- World Health Organization (2006). *Global Database on Body Mass Index*. Recuperado de: <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>

Capítulo IV. Determinación del gasto energético de niños escolares de cuatro primarias de Cajeme y su relación con el sobrepeso y obesidad

Irma Alejandra del Consuelo Díaz Meza, Lorenia López Araujo, Oswaldo Contreras Medina, José Fernando Lozoya Villegas e Iván de Jesús Toledo Domínguez
Departamento de Sociocultural, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. irma.diaz@itson.edu.mx

Resumen

La prevalencia de sobrepeso y obesidad ha ido aumentando en los escolares en todo el mundo, México ya ocupa el primer lugar en obesidad infantil y el estado de Sonora es el primer lugar en el país. El objetivo de la presente investigación fue determinar el gasto energético de niños escolares de cuatro primarias de Cajeme, y su relación con el sobrepeso y obesidad. Material y métodos: se tomó una muestra de 80 escolares de cuatro diferentes escuelas primarias de Cajeme, Sonora. Se realizó la investigación de tipo descriptivo, no experimental, transversal, se midió el peso y la talla para determinar el IMC. Empleando la referencia de la OMS. Se utilizó un cuestionario validado en niños mexicanos para la determinación del gasto energético, las actividades e inactividades físicas. Resultados: la actividad e inactividad física se clasificó a los escolares con una inactividad física de 63.81% y en actividad física con 36.18% existiendo una diferencia significativa, es decir; son escolares mayormente inactivos; además no existió una relación entre la inactividad física o también llamado ocio sedentario y el sobrepeso u obesidad de los escolares. Conclusiones. La inactividad física de los escolares es mayor a la actividad física, sin embargo, no se encontró una relación entre los dos factores, por lo que es necesario realizar una réplica del estudio con un número de mayor de participantes.

Introducción

En México la prevalencia de sobrepeso y obesidad para los escolares fue de 33.2% de acuerdo a lo que reportó la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT MC) del 2016; 1.2 puntos porcentuales menor a lo que se reportó en el 2012 en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de 2012, siendo esta de 34.4% (Gutiérrez *et al.*, 2012). Para sobrepeso la prevalencia fue de 17.9% y obesidad de 15.3%; en el caso de las prevalencias por género se reporta en la ENSANUT MC del 2016 una prevalencia de sobrepeso y obesidad para niños de 5.4 y 18.3% y en las mujeres de 20.6 y 12.2% respectivamente (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2016).

En lo que respecta al estado de Sonora, de acuerdo a los resultados arrojados por la ENSANUT de 2012, en el estado existía una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de 36.9%, superior a la reportada en la misma encuesta a nivel nacional y a la que se reportó por la ENSANUT MC en el 2016. El 19.8% de los escolares sonorenses tenían sobrepeso y el 14.6% obesidad (INSP, 2016). En la ciudad de Hermosillo; Meléndez, Cárdenas y Frías (2010), en un

grupo de 366 niños y niñas de 7 a 12 años, encontraron una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad del 40%, donde los hombres presentaban las mayores prevalencias de sobrepeso y obesidad (19.30 y 24% respectivamente) a comparación de las mujeres (17.30 y 19% respectivamente). En Benito Juárez, municipio cercano a Ciudad Obregón, se estudiaron a 101 niños y niñas de 6 a 12 años de edad, encontrándose que el 21.8% presentaron sobrepeso y el 24% obesidad (López-Morales, Pascalis-Orozco, González, Brito-Zurita y Sabag-Ruiz, 2014).

En Ciudad Obregón, Sonora de acuerdo a los estudios realizados por Brito-Zurita *et al.*, en el 2014, en una muestra el 27.1% de los niños y niñas presentaron obesidad en una muestra de 684 escolares de 6 a 12 años de edad; de los cuales el 14.5 % de los niñas y 12.6 % presentaron obesidad. De igual forma Toledo-Domínguez, Serna-Gutiérrez, Díaz-Meza, Lozoya-Villegas y Tolano-Fierros (2017), en una muestra de 502 escolares encontraron que el 22.6% de las mujeres presentaban sobrepeso y el 16.5% obesidad, en el caso de los hombres fue de 16.9 y 17.5% respectivamente. Como se puede observar la prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares en el estado de Sonora, en los diferentes municipios muestra un comportamiento similar al que se reporta a nivel estatal en las encuestas nacionales de salud; por lo que se considera se lleve a cabo un estudio donde se analice dicho comportamiento en los escolares de Ciudad Obregón, para que posteriormente se determinen los factores que pueden desarrollar estos problemas.

Esparza (2008), señaló que en Sonora el 34.4 por ciento de los niños de 5 a 11 años de edad tenía problemas de sobrepeso u obesidad, además agregó al igual que otras organizaciones a nivel internacional que el sobrepeso y la obesidad son un problema a nivel mundial y nacional, y que solo podrá frenarse mediante programas de alimentación del sector salud o que las personas cambien sus malos hábitos de alimentación por una dieta saludable.

Como se ha observado la prevalencia de sobrepeso y obesidad se ha ido incrementando en los diferentes niveles: mundial, nacional, estatal y municipal. Uno de los factores importantes para el aumento de obesidad en México, es la disminución de la actividad física y la inadecuada ingesta dietaria, adoptando un ambiente de abundantes comodidades, consumo de alimentos energéticos y vida sedentaria, por lo cual se debe tomar medidas ante estas circunstancias (Secretaría de Salud, 2010). Es por todo esto que la finalidad del presente estudio es la determinación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad y su relación con el gasto energético en niños escolares de cuatro primarias de Cajeme Sonora.

Debido a los problemas causados por la obesidad y los altos índices presentados de la misma en el mundo y en México es de gran importancia realizar investigaciones más específicas del problema, ya que esta enfermedad presenta diversos factores de los cuales se pretende estudiar solo algunos y así poder combatir esta epidemia, siendo esta precursora de diferentes enfermedades crónico no transmisibles, como la diabetes tipo 2 y la hipertensión arterial, problemas que se pensaba exclusivos de los adultos. Por lo anterior surgió la siguiente pregunta: ¿cuál es la relación del gasto energético de niños escolares de cuatro primarias de Cajeme con el sobrepeso y obesidad?, siendo el objetivo de esta, evaluar el gasto energético de niños escolares de cuatro primarias de Cajeme para la determinación de relación existente con el sobrepeso y obesidad.

Fundamentación teórica

Papalia, Wendkos y Feldman (2010), mencionan que una de las causas de la obesidad infantil es el resultado de una tendencia heredada, la cual se va agravando con la falta de ejercicio y el consumo excesivo de alimentos inadecuados, además es mucho más probable que los niños tengan sobrepeso u obesidad, si sus padres o algún miembro de su familia también lo presentan, pero si a todo esto se le añade el factor de la mala nutrición, el ver demasiada televisión y no tener ninguna actividad física, se obtendría como resultado un niño con obesidad grave. Es por esto que se recomienda realizar 150 minutos de educación física a la semana para los alumnos de las primarias, de los cuales las escuelas solo ofrecen de 85 a 98 minutos, sin embargo, si se lograra adicionar 60 minutos de actividad física en las primarias, se estaría tratando de reducir el número de niños con esta enfermedad.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el sobrepeso y obesidad son definidos como “una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud” (OMS, 2017). Para Moreno (2012), es una enfermedad crónica de alta prevalencia en la mayoría de los países del mundo, caracterizada por el almacenamiento de grasa corporal en exceso; y dependiendo de la cantidad de esta y de donde se encuentra determinará riesgos de salud que limitarán las expectativas y la calidad de vida de quien la padezca. Por lo tanto la obesidad es una enfermedad caracterizada por la acumulación excesiva de grasa que compromete la salud y calidad de vida de quien la padece, en dependencia de la ubicación donde dicho almacenamiento.

El Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS), que atiende aproximadamente el 60 por ciento del total de la población, se publicó que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en el 2006 era de 62 por ciento en hombres y 70 por ciento en mujeres de 20 a 59 años de edad, con esto México ocupaba el segundo lugar a nivel mundial en sobrepeso y obesidad, después de Estados Unidos (IMSS, 2008). Ponce (Secretario de Salud Pública en Sinaloa) en el 2010 señaló que en Sinaloa el 30 por ciento de la población infantil sufría obesidad, indicó que este es un serio problema, ya que el 80 por ciento de la población antes mencionada llegará a la edad adulta con padecimientos de obesidad o diabetes.

El Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) indicó que el aumento del sobrepeso y obesidad se ha presentado en las diferentes regiones, niveles socioeconómicos, así como también entre los distintos grupos de edad afectando mayormente la población infantil y juvenil (Secretaría de Salud, 2010). Leyva (2008) en Cd. Obregón, reportó una mayor prevalencia de obesidad (20.6 %) que de sobrepeso (19.1 %); otro estudio en Cd. Obregón, Sonora realizado por Maldonado (2010) determinó la prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de 6 a 13 años de edad de la primaria Fernando F. Dworak, reportando una mayor prevalencia de obesidad en niñas (22.5%) que niños (21.9%), pero con un predominio de sobrepeso en niños. Por otra parte, Márquez, Ávila, Pérez, Félix y Herrera en el 2008, realizaron un estudio a un grupo de 600 estudiantes de nivel secundaria de 12-16 años en el sur de Cd. Obregón Sonora (México); donde se utilizó un cuestionario estructurado que incluyó datos generales, preferencias alimenticias y consumo de alimentos. Se observó que la preferencia de los alumnos, colocaba a los refrescos en primer lugar con el 71 por ciento, seguido de frituras con 67 por ciento, frijoles, huevos, carne y leche con 48, 29, 23 y 27 por ciento respectivamente y a las verduras en último sitio con un 2 por ciento de preferencia alimenticia. En la actualidad es necesario que los maestros, padres de familia y otras autoridades se esfuercen más en beneficio de una buena alimentación en los niños, ya que este problema afecta a más de diez millones de niños y adolescentes mexicanos, es por ello que se están creando hábitos de alimentación sana en las escuelas primarias por lo que se ha prohibido en las cooperativas escolares la venta de alimentos densamente energéticos (Luque, 2008). Otro de los factores en el padecimiento de la obesidad en escolares es conductual, esto significa que disminuyen su tiempo para la actividad física y aumentan el tiempo en actividades de bajo consumo calórico como: la televisión, videojuegos y computadora, también la mayoría evitan desayunar presentando en el recreo una alta ingesta en contenido calórico, ligado con sus

horarios de comidas no establecidas, teniendo periodos prolongados de ayuno y hábitos alimentarios inadecuados (Escudero-Lourdes, Morales-Romero, Valverde-Ocaña y Velasco-Chávez, 2014). Al gasto energético (GE) se le puede definir como la energía que el organismo necesita para realizar todas sus funciones incluyendo la tasa metabólica basal, termogénesis alimentario y la actividad física (AF) (Esteves de Oliveira *et al.*, 2008), con respecto a esto, Espinoza en el 2009 llevó a cabo un estudio en escolares de Cd. Obregón, donde relacionaba la inactividad física y la prevalencia de obesidad y sobrepeso, en este estudio los varones realizaban mayor actividad física que las mujeres, lo interesante de esto es que aunque los niños aparentemente eran más activos no fue estadísticamente determinante para señalar que los mismos estuvieran exentos a padecer obesidad.

Metodología

El presente proyecto fue realizado en colaboración con el Cuerpo Académico ITSON 041 Cultura física y salud, estudiándose a 80 niños escolares de primarias públicas urbanas y rurales de primero a sexto grado, aparentemente sanos de cuatro escuelas del municipio de Cajeme; los cuales se eligieron por un muestreo aleatorio al azar. Para la medición del peso; se realizó solo con el uniforme, sin ropa extra, sin zapatos, cinto, moños y ningún otro aditamento extra al uniforme básico; en el caso de la talla, se le indicó al sujeto que tomara una inspiración profunda para mantener la cabeza en el plano Frankfort, los pies sobre el suelo ligeramente separados de las puntas formando una V, el evaluador colocó sus manos lo suficientemente separadas al margen de la mandíbula del sujeto para asegurar que la tracción hacia arriba se transfiera al proceso mastoideo y la medida se tomó al final de la inspiración profunda (International Society for the Advancement of Kineanthropometry [ISAK], 2001).

Para la determinación del estado de nutrición por antropometría se calculó el índice de Masa Corporal (IMC) el cual junto con el sexo y la edad, ayudan a la estimación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, fue clasificado el estado nutricional de cada sujeto de acuerdo al Center for Disease Control (CDC), donde los percentiles del IMC para sobrepeso son de 85 a 94 y para obesidad ≥ 95 . Para evaluar la actividad física se aplicó un cuestionario autodirigido de Hernández *et al.* (2000), donde los sujetos contestaron una serie de preguntas las cuales constan de ciertas actividades cotidianas donde escojan como respuesta el tiempo dedicado a cada actividad. Del cuestionario se seleccionaron las actividades que posteriormente fueron

sumadas para la obtención del total del tiempo y el gasto energético de una semana, todos los sujetos proporcionaron una hoja de consentimiento informado donde sus padres aceptaban la evaluación de cada alumno.

Los datos del gasto energético por actividad física fueron analizados para observar el comportamiento de la normalidad para la toma de decisiones y se aplicaron análisis descriptivos, además para la determinación de sobrepeso y obesidad de acuerdo con las variables antropométricas estudiadas se realizó una base de datos en el programa Microsoft Excel y se calcularon porcentajes, medias y desviaciones estándar. Estos datos también se analizaron para ver el comportamiento de la normalidad, y finalmente realizar un análisis de varianza con el propósito de obtener

los datos de sobrepeso, obesidad y gasto energético (Chi cuadrada y prueba de Kruskal-Wallis), en el caso del análisis de la relación entre las variables de IMC (percentil) y la de Inactividad Física (IAF) (Kcal), se utilizó la prueba de Rho de Spearman. El intervalo de confianza empleado fue del 95%, utilizando el programa SPSS versión 15.

Resultados y discusión

La población de esta investigación fue de 80 alumnos de cuatro diferentes escuelas primarias de Cajeme. Los cuales tuvieron una media para la edad de 9.26 ± 1.89 años, peso de 33.39 ± 10.70 kg y talla de 132.83 ± 11.97 cm.

Tabla 1.

Características Generales de la población de escolares de cuatro primarias de Cajeme, Sonora (n=80)

Variable	Mínimo	Máximo	Media	\pm D.S.*
Talla (cm)	103.00	155.00	132.8375	± 11.97724
Peso (kg)	15.70	67.40	33.3925	± 10.70804
Edad (Años)	6.00	13.00	9.2625	± 1.89432

*Desviación estándar

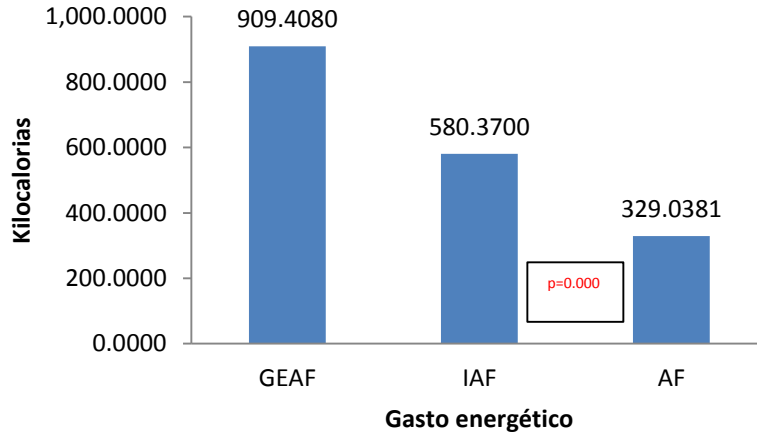


Figura 1. Gasto energético total, inactividad física y actividad física de niños escolares de cuatro escuelas de Cajeme, Sonora.

En la Figura 1 se puede observar el gasto energético total que tuvieron los niños escolares, así como también el gasto energético por actividad física e inactividad física, donde existe una diferencia significativa en dicho gasto, es decir, la energía que los escolares gastan es mayor en las actividades clasificadas por Hernández *et al.* (2000), como inactividad física que las actividades que generan un gasto energético mayor. De acuerdo a lo anterior, se clasificó a los escolares con una inactividad física de 63.81% y en actividad física con 36.18%.

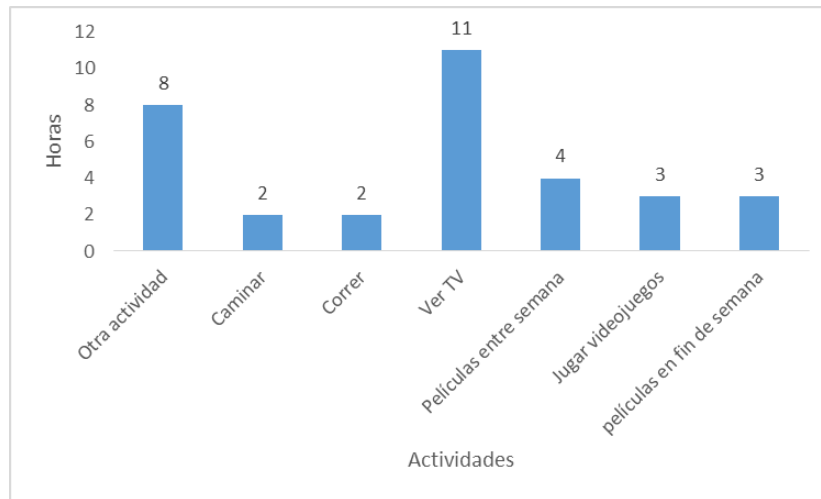


Figura 2. Horas dedicadas de los escolares en diferentes actividades.

La Figura 2 representa las horas dedicadas a las diferentes actividades, en la misma sobresale el ver televisión con un promedio de 11 horas a la semana, sin contar el tiempo

dedicado a las películas entre semana y solo se realiza un promedio de dos horas a caminar y correr entre semana; es decir, en total, los escolares dedican 21 horas a la semana sentados frente al televisor o computadora y en cambio solo 12 horas a la semana, en actividades que involucran algún tipo de ejercicio físico.

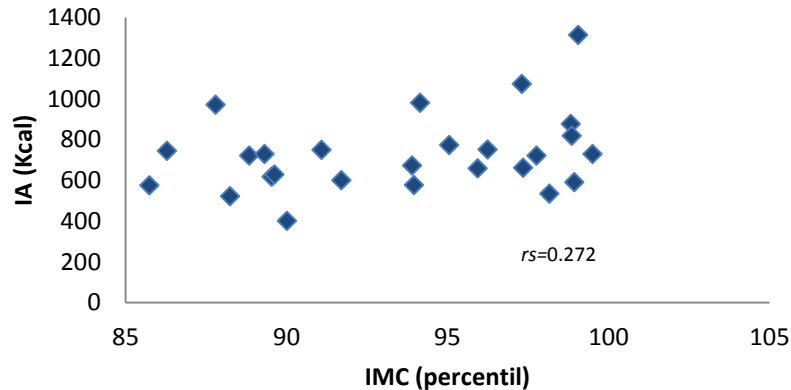


Figura 3. Relación del IMC con el gasto energético generado en las inactividades físicas en niños escolares con sobrepeso u obesidad.

En cuanto a la relación de la prevalencia de sobrepeso u obesidad y el gasto energético en las actividades clasificadas como inactividades, se puede observar que hay una relación positiva muy débil ($r=0.272$) entre los 27 escolares (32.5%) que presentaron estos dos padecimientos en el presente estudio (figura 3). El gasto energético de los escolares según las actividades clasificadas como inactividades físicas y actividades físicas de Hernández *et al.* (2000) un 63.81% de ellos fueron clasificados como inactivos y en actividad física a un 36.18%, teniendo una semejanza con los resultados de la ENSANUT (2006), pues de acuerdo a Olaiz *et al.* (2006) los adolescentes de 10 a 19 años de edad, realizaron actividades e inactividades físicas las cuales se clasificaron: Inactivo, moderadamente activo y activo. En el cual se presenta mayor porcentaje en la clasificación inactivo con un 40% de la población, 24.4% en moderadamente activo y 35.2% activo.

En cuanto a las horas dedicadas a las diferentes actividades, sobresale el ver televisión con un promedio de once horas a la semana, sin contar el tiempo dedicado a las películas entre semana y solo se realiza un promedio de dos horas a caminar y correr entre semana. Los resultados del presente estudio en lo que respecta a las hora que dedican los escolares a ver televisión (11h/sem), concuerdan con los resultados de Espinoza (2009) quien reportó que los

niños escolares de una escuela primaria de Cajeme, Sonora, tienen un tiempo dedicado de 11.8 horas a ver televisión entre semana; dato mayor al encontrado por Busto, Amigo, Fernández y Herrero (2009), en 72 estudiantes de cuarto año de primaria de Oviedo, España, que fue de 19.21 horas a la semana; igualmente, en el estudio realizado por los mismo autores un año anterior, donde en una muestra de 103 participantes de 9 a 10 años de edad utilizaban 19.17 horas a la semana a ver televisión; es por esto que Morales, Hernández, Gomez, Shamah, y Cuevas (2009), concluyen que existe una asociación positiva entre el tiempo que se dedica a ver televisión y el sobrepeso y obesidad.

Sin embargo, de acuerdo a los resultados de la correlación de la inactividad física y los escolares que presentaban sobrepeso u obesidad, no existió una relación entre los dos factores; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Amigo, Busto, Herrero y Fernández (2008), quienes mencionaron en su investigación realizada con 103 participantes españoles de 9 a 10 años, que tampoco encontraron relación entre el incremento del IMC y las horas dedicadas al ocio sedentario. Debido a esto, podría afirmarse que el número de sujetos con sobrepeso u obesidad empleados para la investigación, limita la validez de los resultados relacionados con la inactividad física o también llamado ocio sedentario y estos padecimientos.

Conclusiones

El objetivo general del presente estudio se cumplió en su totalidad obteniendo que el gasto energético fue mayor en las actividades catalogadas como inactividad física que en las actividades físicas; sin embargo, no se encontró una relación entre las dos variables (IMC e inactividad física). Sería importante realizar un estudio de repetición con un tamaño de muestra mayor para verificar los resultados obtenidos, ya que la literatura maneja que es el sedentarismo es un factor importante para el desarrollo del sobrepeso o la obesidad; así como también, se podría realizar un estudio sobre la ingesta dietaria de los escolares y su correlación con las variables estudiadas, así como con las horas de sueño de los escolares y el nivel socioeconómico de estos.

Referencias

Amigo, I., Busto, R., Herrero, J., & Fernández, C. (2008). Actividad Física, ocio sedentario, falta de sueño y sobrepeso infantil. *Psicothema*, 20(4), 516-520.

- Brito-Zurita, O., López-Leal, J., Exiga-González, E., Armenta-Llanes, O., Jorge-Plascencia, B., Domínguez-Banda, A.,...Sabag-Ruiz, J. (2014). Medidas antropométricas en la población infantil urbana de 6 a 12 años del noroeste de México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 52 (Supl 1):S34-S41.
- Busto, R., Amigo, I., Fernández, C. & Herrero J. (2009). Actividades extraescolares, ocio sedentario y horas de sueño como determinantes del sobrepeso infantil. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 9(1), 59-66.
- Centers for Disease Control and Prevention. Overview of the CDC Clinical Growth Charts. Recuperado de https://www.cdc.gov/growthcharts/clinical_charts.htm
- Escudero-Lourdes, G., Morales-Romero, L., Valverde-Ocaña, C., & Velasco-Chávez, J. (2014). Riesgo cardiovascular en población infantil de 6 a 15 años con obesidad exógena. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 52(Supl 1), S58-S63.
- Esparza, J. (2008). *Noticias de Interés*. Hermosillo, Sonora: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Recuperado de <http://www.ciad.mx/noticias-recientes/34.4-por-ciento-de-la-poblacion-infantil-de-sonora-presenta-sobrepeso-u-obesidad.html>
- Espinoza, J. (2009). *Relación del gasto energético por actividad física con el estado nutricional (sobrepeso u obesidad) de niños de 6 a 12 años de la escuela primaria Rodolfo Elías Calles* (Tesis inédita de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora.
- Esteves de Oliveira, F.C., de Mello, C.A., Gonçalves, O.C., Rodríguez, F., Cruz, A.C., Mayumi, N.V., Bressan, J. (2008). Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutrición Hospitalaria*, 23,554-61.
- Gutiérrez, J.P., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M., & Hernández-Ávila, M. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012*. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX).
- Hernández, B., Gortmaker, S., Laird, N., Colditz, G., Parra, S., & Peterson, K. (2000). Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escolares de la ciudad de México. *Salud Pública de México*, 42 (4), 315-323.
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2008). *La obesidad foco de alerta* (comunicado de prensa). Recuperado de <http://www.presidencia.gob.mx/prensa/salud/?contenido=36246>
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 Informe Final de Resultados*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>

- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) (2013). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa, Sonora. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2013. Recuperado de <https://encuestas.insp.mx/>
- International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). (2001). Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica. República de Sudáfrica: Librería Nacional de Australia.
- López-Morales C., Pascalis-Orozco, J., González, R., Brito-Zurita, O. & Sabag-Ruiz, E. (2014). Depresión y estado de nutrición en escolares de Sonora. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 52(Supl 1):S64-S67.
- Luque, G. (2008). *Desde la escuela se contribuye a combatir la obesidad*. Recuperado de http://transparencia.tabasco.gob.mx/TransArchivos/F2/7/Desde%20las%20escuelas%20se%20contribuye%20a%20combatir%20la%20obesidad_14886.pdf
- Maldonado, R. (2010). *Prevalencia de Sobrepeso u obesidad en niños escolares de la escuela primaria Fernando F. Dworak de ciudad Obregón Sonora* (tesis inédita de licenciatura) Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora.
- Márquez, C. A., Ávila, M. M., Pérez, T. G., Félix, A. L., & Herrera, A. H. (2008). Estado Nutricional y su rendimiento escolar en adolescentes de 12-16 años del Sur de Ciudad Obregón Sonora. *Revista Salud Publica y Nutrición*,9(2). Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2008/spn082g.pdf>
- Meléndez, J., Cañez, G. & Frías, H. (2010). Comportamiento alimentario y obesidad infantil en Sonora, México. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales. Niñez y Juventud*, 8(2), 1131-1147.
- Morales, M.; Hernández, B., Gomez, L.; Shamah, T. & Cuevas, L. (2009). Obesity, overweight, screen time and physical activity in Mexican adolescents. *Salud Pública de México*, 51(4), 613-620.
- Moreno, M. (2012). Definition and classification of obesity. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 124-128. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70288-2](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70288-2)
- Olaiz-Fernández, G., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Rojas, R., Villalpando-Hernández, S., Hernández-Ávila, M., Sepúlveda-Amor, J. (2006). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Obesidad y sobrepeso*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Papalia, D., Wendkos, S. & Feldman, R. (2010). *Desarrollo humano (11ª Edición)*. México, D.F.: McGraw Hill.

Ponce, H. (2010). *Sufre Sinaloa Obesidad Infantil* (Comunicado de prensa). Recuperado de <http://174.133.249.226/publicaciones.php?id=570581>

Secretaría de Salud (2010). Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. México: Secretaría de Salud. Recuperado de http://portal.salud.gob.mx/sites/salud/descargas/pdf/ANSA_acuerdo_original.pdf

Toledo-Domínguez, I.; Serna-Gutiérrez, A.; Díaz-Meza, I.; Lozoya-Villegas, J. & Tolano-Fierros, E. (2017). Efecto de un programa de activación física sobre el índice de masa corporal y la aptitud física en escolares, *Journal of Sport and Health Research*. 9(2),199-210.

Capítulo V. Monitorización diaria en reposo de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en un triatleta de nivel recreacional

Carlos Artemio Favela Ramírez¹, Lorenia López Araujo¹, Jeanneth Milagros Valenzuela Ochoa²
y David Baca Carrasco²

¹Departamento Sociocultural, ²Departamento de Matemáticas, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. carlos.favela@itson.edu.mx

Resumen

Las mediciones de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en atletas de resistencia de alto nivel han mostrado potencial para ser usadas en la monitorización de las respuestas de adaptación a las cargas de entrenamiento. Sin embargo, poca información existe en atletas recreacionales que realizan entrenamiento de este tipo. Este caso de estudio monitoreó diariamente la VFC en un triatleta de nivel recreacional durante un periodo de 56 días. Los cambios semanales en el volumen de entrenamiento, frecuencia cardiaca en reposo (FCR), el logaritmo natural de la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (tiempo entre dos latidos) sucesivos ($\ln \text{RMSSD}$) y el promedio móvil del coeficiente de variación de $\ln \text{RMSSD}$ ($\ln \text{RMSSD}_{cv}$) fueron evaluados. Los resultados demostraron aumentos sobre el cambio más pequeño que vale la pena (por sus siglas en inglés, SWC) en la FCR (7.9 %, 6.5% y 5.2% en las semanas 2, 6 y 8 respectivamente) y disminución en la semana 3 (-4.5%), decrementos moderados en el tamaño del efecto (TE) del $\ln \text{RMSSD}$ semana 3 (-0.27) estabilizándose en las semanas posteriores y aumento grande en TE (1.80) en la última semana de monitoreo. El $\ln \text{RMSSD}_{cv}$ presentó una diferencia de 64% y 89% de los valores por fuera del SWC (día 1-28 y 29-56 respectivamente). Los aumentos en los valores de la VFC y el descenso de la FCR demuestran una adaptación positiva al entrenamiento durante las ocho semanas de monitorización.

Introducción

En los últimos años la medición rutinaria de la variabilidad de la frecuencia (VFC) como un predictor del estado de forma y nivel de entrenamiento en el ámbito del deporte ha crecido en popularidad. La aparición de nuevos dispositivos de bajo costo económico, versatilidad, facilidad de uso, inmediatez y validez para el registro de esta variable ha facilitado la accesibilidad y el manejo por parte de entrenadores y fisiólogos deportivos. El seguimiento día a día de la VFC permite valorar la adaptación, tanto mala como positiva, de los atletas a las cargas de entrenamiento durante los ciclos de preparación (Plews, Laursen, Kilding, & Buchheit, 2013).

Todas las cargas de entrenamiento que se aplican deben ser evaluadas para monitorear adecuadamente la capacidad del cuerpo para adaptarse al estrés funcional. Esta es sin duda uno de los grandes problemas que se generan durante el proceso de preparación del deportista; determinar con exactitud la adaptación a las cargas de trabajo y poder así, establecer el estado de forma y salud en cada deportista. Los entrenadores y preparadores físicos pueden calcular meticulosamente las cargas de entrenamiento y realizar combinaciones de modalidades de entrenamiento para provocar las adaptaciones fisiológicas específicas en cada atleta, no obstante, demasiados factores ambientales pueden interrumpir y alterar el proceso de adaptación (Platonov, 2001).

Uno de los métodos más promisorios para monitorizar la adaptación individual al entrenamiento es la evaluación del sistema nervioso autónomo (SNA) a través de las mediciones de la frecuencia cardíaca (FC), así como el nivel de variabilidad en reposo (D. J. Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013; Stanley, Peake, & Buchheit, 2013; Buchheit et al., 2008). El estado del SNA en correspondencia con el entrenamiento físico también depende de la fatiga física acumulada debido al aumento en las cargas de entrenamiento, y por esta razón el análisis de la VFC parece ser una herramienta adecuada para la mejora del rendimiento, evitando estados de fatiga excesiva o sobre entrenamiento y puede auxiliar a orientar en estrategias de planificación de programas para los atletas de una manera más exacta (Plews, Laursen, Stanley, et al., 2013).

En deportes individuales como ciclismo, natación y triatlón, la fatiga es a menudo resultado de cargas de entrenamiento elevadas; el manejo de esas cargas mediante la monitorización puede ser particularmente importante (Halson, 2014). En deportistas recreacionales es importante llevar controles de su entrenamiento y cuidados cardiovasculares debido a que pueden presentar problemas cardiacos derivados de la práctica deportiva (Baggish & Wood, 2011).

El objetivo de esta investigación es determinar los cambios en la FCR y VFC en un triatleta de nivel recreacional mediante el registro diario de la frecuencia cardíaca y su variabilidad durante un periodo de ocho semanas de entrenamiento (56 días) para describir su respuesta y nivel de adaptación a las cargas de entrenamiento impuestas.

Fundamentación teórica

Triatlón

El triatlón es un deporte que consta de tres pruebas: natación, ciclismo y carrera a pie, por este orden (Harr, 2016). Según su metodología se sitúa dentro de los deportes de resistencia y psicológicamente requiere de altas cualidades volitivas del atleta para mantener un esfuerzo constante y consciente. Debido a esta dureza, este deporte demanda un profundo análisis de las exigencias de las diferentes pruebas, así como de la valoración de las características de los deportistas para ajustar los procesos de entrenamiento y mejorar las prestaciones en la competición (López, Hernández-Mendo, Reigal, & Morales, 2015).

VFC y sus indicadores

El registro de la actividad del corazón se refiere normalmente al número de latidos en un momento preciso o espacio de tiempo previamente determinado, por ejemplo en un minuto. Sin embargo, el tiempo entre latidos es variable (ejemplo 100 milisegundos, 980 milisegundos). Esta variación de latido a latido hace referencia al concepto de VFC (Ortigosa, Reigal, Carranque, & Hernández-Mendo, 2017). La VFC es el resultado de las interacciones entre el sistema nervioso autónomo (SNA) con su equilibrio simpático-vagal y el sistema cardiovascular (Kleiger, Stein, & Bigger, 2005). El análisis adecuado de este parámetro permite el estudio de la actividad del SNA de manera no invasiva (lo cual es especialmente importante en el ámbito de la medicina deportiva). La actividad del SNA se basa en un equilibrio entre el sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). En un estado de reposo predomina la estimulación vagal (SNP), mientras que en estados de ansiedad, stress y ejercicio físico predomina la estimulación del SNS (Rodas, Pedret, Ramos-Castro, & Ortís, 2008).

Existen diferentes métodos para analizar la VFC, que permiten obtener múltiples y variados parámetros. Actualmente, los métodos más utilizados son los que se basan en el dominio del tiempo, en el dominio de frecuencia, las medidas geométricas de los intervalos RR y las variables no lineales (Rodas et al., 2008; Task Force, 1996). Los principales índices surgen del análisis matemático de los intervalos RR y se sitúan dentro de la categoría de dominio temporal. Estos valores son: la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de

todos los intervalos RR sucesivos (RMSSD) y la desviación estándar de los intervalos RR instantáneos obtenida del plot de Poincaré (SD1) (Ortigosa et al., 2017).

El indicador de VFC en reposo más útil es el índice de dominio temporal RMSSD medido durante registros cortos (5 min) en posición supina al despertar en la mañana (Buchheit, 2014). Por otra parte, las medidas durante periodos ultra cortos (60 segundos) han sido validadas para grabar la RMSSD (Nussinovitch et al., 2011; Esco & Flatt, 2014). El método reúne varias ventajas como una accesibilidad fácil y rápida, un tiempo de grabación corto que no altera la recuperación del atleta y una menor sensibilidad al patrón de respiración que las variables espectrales (Saboul, Pialoux, & Hautier, 2013). Por todas estas razones, el logaritmo natural de RMSSD (Ln RMSSD) se describe como la "medida más confiable y aplicable en la práctica para el monitoreo diario" (Plews, Laursen, Stanley, et al., 2013 b) y se han propuesto diferentes recomendaciones para mejorar la calidad del diagnóstico de "fatiga": el uso del promedio semanal (Plews, Laursen, Kilding, et al., 2013 a) de un mínimo de tres (idealmente, seleccionadas al azar) medidas de Ln RMSSD por semana (Plews et al., 2014); un promedio de ejecución de 7 días de LnRMSSD (Plews, Laursen, Kilding, & Buchheit, 2012) en lugar de medidas diarias; el uso de la relación Ln RMSSD / RR (Buchheit, 2014; D. J. Plews et al., 2012; D. J. Plews, Laursen, Kilding, et al., 2013) para identificar cualquier fenómeno de saturación relacionado con el equilibrio simpático vagal; la interpretación de que el coeficiente de variación (CV) de Ln RMSSD se reduce linealmente hacia una sobrecarga no funcional (SCNF) (Buchheit, 2014; D. J. Plews, Laursen, Kilding, et al., 2013). Toda esta información es útil y relevante, aumenta la relación señal / ruido, la reproducibilidad de estas medidas y, por lo tanto, mejora la calidad / robustez del monitoreo del estado de "fatiga"(Schmitt, Regnard, & Millet, 2015).

Fotopleletismografía (PPG)

La fotopleletismografía (PPG) es una técnica no invasiva que permite medir la VFC mediante reflexión a través de la iluminación de la piel mediante un LED (por ejemplo, el flash del teléfono inteligente) y mediante la detección de la cantidad de luz reflejada por un foto detector o una cámara situada junto a la fuente de luz. Las ventajas de la PPG para la toma de VFC radican que es accesible y amigable para la grabación; además comparado con un electrocardiograma (ECG) y monitores de frecuencia cardiaca presenta correlaciones casi perfectas ECG (R=1.00 (0.99;1:00) (Plews et al., 2017).

VFC y adaptaciones a las cargas de entrenamiento

Las respuestas del organismo a los ejercicios a los que se expone al deportista durante el proceso de entrenamiento son de diferente magnitud en función de la manipulación de los componentes de la carga (volumen, intensidad, densidad, duración y frecuencia). Los entrenadores, preparadores físicos y demás actores involucrados en la preparación del deportista y de equipos, son los encargados de dosificar estos estímulos para provocar en ellos la adaptación fisiológica que permita lograr los más altos niveles de rendimiento, al mismo tiempo, tratando de evitar el sobre entrenamiento y el riesgo de lesiones (Kreher & Schwartz, 2012).

El proceso de adaptación de un deportista se define como las transformaciones de los sistemas funcionales físicos y psíquicos que se producen con la repetición sucesiva de estímulos de entrenamiento que llevan a estados de fatiga aguda que requieren un periodo óptimo de recuperación (Arrese, 2012). La dificultad estriba en establecer la diferencia en entrenar lo justo para conseguir el mejor estado de prestación posible sin perjudicar la salud y sin realizar una preparación excesiva, que puede provocar daño muscular, lesiones, sobrecargas o una combinación de estos procesos, abocando al sujeto a una situación de fatiga crónica y finalmente sobreentrenamiento (Foster & Lehmann, 1997).

En sujetos moderadamente entrenados, moderadas cargas de entrenamiento aumentan la aptitud aeróbica así como la VFC (Manzi et al., 2009). Sin embargo cuando cargas de entrenamiento de acercan a niveles más altas, los índices de VFC se reducen (Iwasaki, Zhang, Zuckerman, & Levine, 2003). Cambios en la respuesta de la VFC en entrenamiento de resistencia han sido estudiados tanto en individuos sedentarios y recreacionales en un periodo de 2, 6 y 9 semanas; estos estudios mostraron los aumentos paralelos en la aptitud aeróbica y VFC (Plews, Laursen, Stanley, et al., 2013).

Metodología

Participantes

El sujeto participante del estudio es un triatleta del sexo masculino de nivel recreacional con 2 años de experiencia deportiva, con una edad de 33 años, un peso de 75 kilogramos y una altura de 172 centímetros, entrenando en promedio dos horas a la semana. Participó voluntariamente y firmó un consentimiento informado, de acuerdo con las normas éticas de investigación.

Protocolo de investigación

Para las medidas de la frecuencia cardíaca se tomaron diariamente al despertar en posición acostado utilizando la aplicación HRV4training versión 1.7.7 para teléfono inteligente en versión Android mediante PPG en un periodo ultra corto de 60 segundos. Los datos de FCR, RMSSD y el promedio de los intervalos R R (AVRR) fueron procesados por la misma aplicación y se exportaron a una hoja de cálculo en Excel (versión 2010, Microsoft). Debido a la naturaleza sesgada de las medidas de VFC, los datos se transformaron logarítmicamente tomando el logaritmo natural (Ln) (Plews et al., 2012).

Las diferencias y tendencias de VFC y FCR fueron evaluadas considerando los datos de la siguiente manera: Ln RMSSD y FCR tomadas diariamente (Ln RMSSD_{diaria} y FCR_{diaria}), el promedio de Ln RMSSD y de FCR de toda una semana de lunes a domingo y el promedio móvil del CV del Ln RMSSD (Ln RMSSD_{CV}).

El volumen de la carga de entrenamiento (CE) fue el total del tiempo en minutos de cada semana que realizó en carrera, natación y/o ciclismo. El estudio comprendió el periodo de preparación general con dos mesociclos introductorios de cuatro semanas cada uno; el 80% del tiempo se destinó a un trabajo en la zona de baja intensidad y 20% en la zona de moderada intensidad. La dinámica del volumen en los mesociclos fue 3:1.

Análisis estadístico

Los datos semanales se expresaron en medias y desviaciones estándar (DS). El valor mínimo a partir del que un cambio sustancial ha ocurrido que (Hopkins, 2004) denomina “*Smallest Worthwhile Change*” (SWC) fue calculado a partir de la DS de la línea de base individual en Ln RMSSD, Ln RMSSD_{CV} y FCR de los datos de las primeras dos semanas de monitoreo (Plews et al., 2012). El valor de SWC para el Ln RMSSD y se tomó a partir del múltiplo de 0.5 de la DS individual de los datos de la línea de base (Buchheit, 2018). Los porcentajes de cambio para el SWC se consideraron a partir de un cambio del 3% para el Ln RMSSD y Ln RMSSD_{CV} y del 2% para la FCR (Buchheit, 2014).

Las diferencias en el volumen de entrenamiento semanal y de Ln RMSSD fueron evaluados utilizando un enfoque basado en magnitudes de cambio (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). La magnitud de cambio entre semanas fue expresado como las diferencias en las medias estandarizadas (tamaño del efecto, TE) (Cohen, 1988). Los siguientes

valores límites para la estadística del tamaño del efecto fueron considerados: ≤ 0.1 (trivial), >0.2 (pequeño), >0.6 (moderado), >1.2 (grande) y >2.0 (muy grande) (Hopkins et al., 2009).

Resultados y discusión

La carga de entrenamiento (CE) semanal y los cambios semana a semana se pueden observar en la Tabla 1. La CE promedio de las ocho semanas fue de 135.8 ± 38 minutos. Hubo cambios grandes entre las semanas 1-2 y 2-3 (1.61, 1.69 respectivamente), así como un incremento y un decremento muy grande entre la 3-4 y 4-5 (-4.41, 4.46 respectivamente). En una entrevista posterior el atleta mencionó que entre la semana 3 y 4 se enfermó, lo cual explica esa disminución en la semana 3 realizando solo 73 minutos.

Tabla 1.

Volumen de entrenamiento semanal (min) desde la semana 1 hasta la semana ocho incluido el tamaño del efecto (TE)

Semana	Carga de entrenamiento total (minutos)	Cambio semanal (TE)	Efecto
1	121		
2 (1-2)	155	1.61	Grande
3 (2-3)	211	1.69	Grande
4 (3-4)	73*	-4.41	muy grande
5 (4-5)	139	4.46	muy grande
6 (5-6)	126	-1.12	Mediano
7 (6-7)	124	0.16	Pequeño
8 (7-8)	138	0.86	Mediano

* El triatleta reporta estado de enfermedad.

El porcentaje de cambio semanal en la FCR se muestra en la Figura 1. El cambio positivo en la frecuencia cardíaca significa un decremento en su valor promedio semanal; de la primera a la segunda semana aumento en 7.9% disminuyendo 56.8 ± 3.15 a 52.3 ± 3.7 lpm. El cambio negativo más acusado se presente en la semana 3 con una disminución de 4.5% en relación a la primer semana. Posteriormente se observó un tendencia positiva hacia la semana 6 (6.5%) regresando a los valores iniciales en la semana 7(0.17%) y subiendo nuevamente en la semana 8 (5.2%). Los cambios en la FCR se debe en parte a un aumento en la modulación parasimpática, que se refleja en consecuencia en un aumento de la VFC (Bellenger et al., 2016) y son un indicativo de mejora en la condición física y adaptación a las cargas de entrenamiento. Las respuestas cardiovasculares al ejercicio físico pueden explicar las reducciones en la FCR

asociadas con el entrenamiento aeróbico, ya que el músculo cardíaco mejora con el tiempo (dimensiones de la cavidad diastólica del ventrículo izquierdo, grosor de la pared y aumento de la masa) (Plews, Laursen, Kilding, et al., 2013), al igual que valores más bajos se ha asociado a menor riesgo de enfermedad cardiovascular y mayor estado de forma física (Saxena et al., 2013).

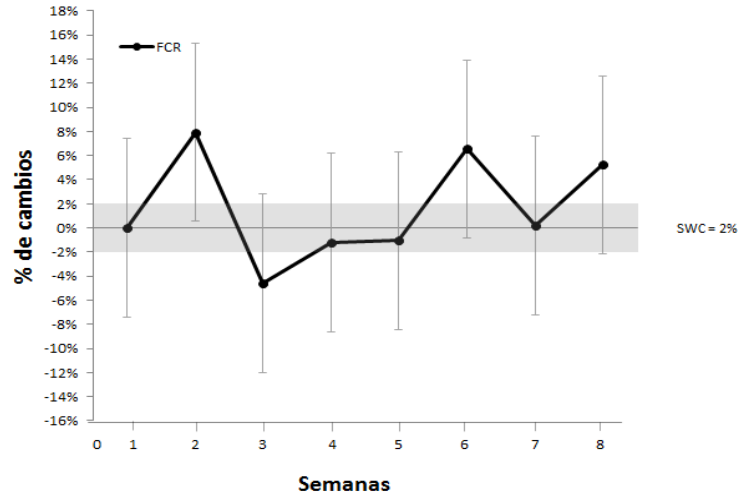


Figura 1. Cambios semanales en la FCR. Los cambios se muestran en porcentaje en relación al promedio de la primera semana. El incremento en el porcentaje refleja una disminución en los valores y viceversa. La franja gris representa el SWC (ver metodología).

Los cambios en Ln RMSSD se muestran en la Figura 2. El decremento más importante en Ln RMSSD al igual que la FCR se presentó en la semana 3 (-2.5%) coincidiendo nuevamente con el estado de salud del atleta lo cual refleja un balance autonómico inadecuado predominando los índices del SNS (Hellard et al., 2011). En las semanas 1 -4 existe un aumento del 2% y de 24 % en las semanas 5-8, lo que demuestra una mejora en la forma física a través del incremento en la actividad parasimpática y reducción en la FCR, interpretándose esta relación una adaptación positiva al entrenamiento (Buchheit, 2014). En la Tabla 2 se muestran en TE los cambios en Ln RMSSD de cada semana en relación a la primer semana. Como se puede observar solo existe un descenso moderado entre la semana 1-3, pero la tendencia en los valores de las siguientes semanas ha sido hacia arriba (4.30 a 4.69 de la semana 1-8). La relación de estos primeros dos meses de la VFC y las cargas de entrenamiento no parece estar muy clara, sin embargo los aumentos en los índices relacionados con el vagal de la VFC en reposo son evidentes cuando se produce una adaptación positiva al entrenamiento, lo que permite un aumento en el rendimiento (Bellenger et al., 2016).

Tabla 2

Ln RMSSD (ms) semanal y tamaño del efecto de cada semana en relación con la primera (TE)

Semana	Ln RMSSD	Cambio semanal (TE)	Efecto
1	4.30		
2 (1-2)	4.47	0.86	Moderado
3 (1-3)	4.23	-0.27	Moderado
4 (1-4)	4.33	0.13	Pequeño
5 (1-5)	4.43	0.60	Moderado
6 (1-6)	4.74	1.99	Grande
7 (1-7)	4.37	0.33	Moderado
8 (1-8)	4.69	1.80	Grande

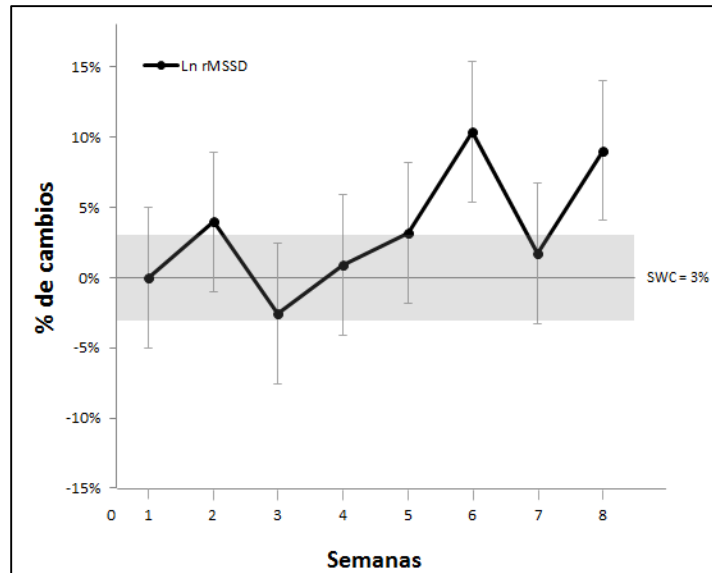


Figura 2. Cambios semanales en el Ln RMSSD. Los cambios se muestran en porcentaje en relación al promedio de la primera semana. La franja gris representa el SWC (ver metodología).

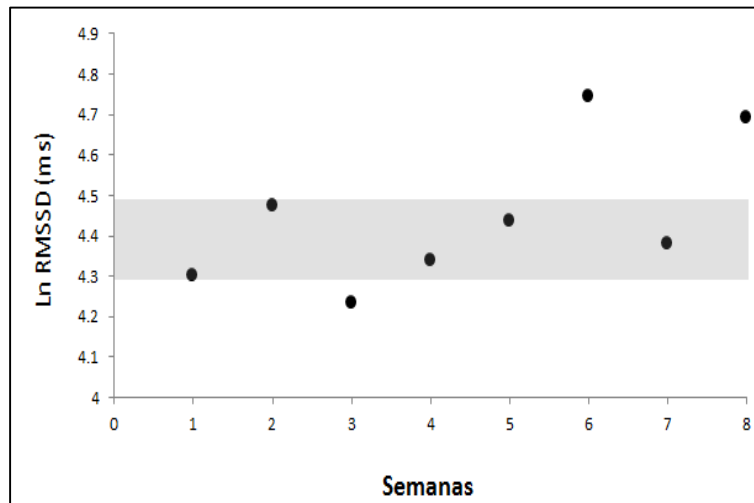


Figura 3. Valores semanales en el Ln RMSSD. Durante las 8 semanas el 37% estuvo fuera del SWC. 25 % arriba (semana 6 y 8) y 12 % por debajo (semana 3).

La Figura 3 muestra los valores de Ln RMSSD en promedio por semana. El 25 % de Ln RMSSD estuvo 25 % del total de puntos por arriba del SWC y 12 % del total de puntos por debajo. Resultados similares se observaron en un triatleta de categoría elite (18 % por arriba y 18% por abajo del total de puntos) (Plews et al., 2012). Sin embargo en el total de puntos por fuera durante el periodo de entrenamiento se observó un mayor porcentaje (63%) en el estudio de Plews (2012) que en el presente estudio (37%).

La Figura 4 muestra el Ln RMSSD_{CV} durante el periodo de entrenamiento. Es interesante observar la variación entre el primer y segundo mes, lo que se traduce en que 64% de los valores del día 1-28 están por fuera del SWC y 89% del día 29- 56. Esta variación se puede presentar cuando los atletas se someten a períodos de altas cargas de entrenamiento, una respuesta deseable puede ser una alta variabilidad día a día. Con esta respuesta, es probable que un atleta esté estresado (a la carga de entrenamiento) y se recupere adecuadamente en el día a día, lo que significa una gran variación de la frecuencia cardiaca día a día y probablemente una adaptación positiva (Plews et al., 2012).

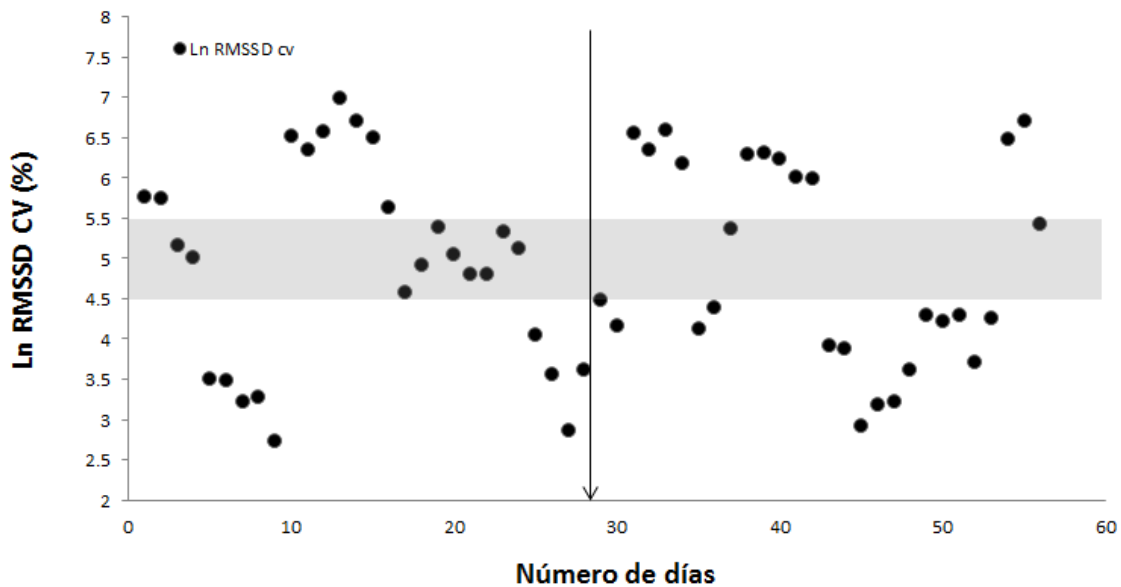


Figura 4. Variaciones día a día de Ln RMSSD. La flecha indica el primer y segundo mes de entrenamiento. La franja gris muestra el SWC.

Conclusiones

Este estudio demuestra la importancia de la incorporación de la VFC en el control diario del entrenamiento para su optimización. Es importante el establecimiento de una línea basal,

considerar la fase y tipo de entrenamiento, además de las características individuales del o los sujetos. La interpretación de los resultados se debe de hacer observando los cambios en la FCR, Ln RMSSD y Ln RMSSD/RR para ofrecer una visión global. Se recomienda combinar el monitoreo con test psicométricos para configurar de una manera eficaz las cargas de entrenamiento y obtener el máximo rendimiento de manera eficiente.

Referencias

- Arrese, A. L. (2012). *Manual de entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Baggish, A. L., & Wood, M. J. (2011). Athlete's Heart and Cardiovascular Care of the Athlete: Scientific and Clinical Update. *Circulation*, *123*(23), 2723–2735. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571>
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., & Buckley, J. D. (2016). Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *46*(10), 1461–1486. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0484-2>
- Buchheit. (2018). Magnitudes matter more than Beetroot Juice. *Sport Performance Science Reports*, *VI*.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, M., Millet, G. P., Parisy, A., Pourchez, S., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(2), 362–371. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815aa2ee>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power ANALYSIS for the Behavioral sciences* (Vol. 2nd). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-179060-8.50012-8>
- Esco, M. R., & Flatt, A. A. (2014). Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Indexes at Rest and Post-Exercise in Athletes: Evaluating the Agreement with Accepted Recommendations. *Journal of Sports Science & Medicine*, *13*(3), 535–541.
- Foster, C., & Lehmann, M. (1997). Overtraining Syndrome (pp. 173–187).
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, *44*(2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Harr, E. (2016). *Preparar un triatlón en 4 horas por semana*. Editorial AMAT.
- Hellard, P., Guimaraes, F., Avalos, M., Houel, N., Hausswirth, C., & Toussaint, J. F. (2011). Modeling the association between HR variability and illness in elite swimmers. *Medicine*

- and Science in Sports and Exercise*, 43(6), 1063–1070.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318204de1c>
- Hopkins, W.G. (2004). How to Interpret Changes in an Athletic Performance Test. *Sportscience*, 8, 1–7.
- Hopkins, William G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Iwasaki, K.-I., Zhang, R., Zuckerman, J. H., & Levine, B. D. (2003). Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 95(4), 1575–1583. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00482.2003>
- Kleiger, R. E., Stein, P. K., & Bigger, J. T. (2005). Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology: The Official Journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*, 10(1), 88–101. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2005.10101.x>
- Kreher, J. B., & Schwartz, J. B. (2012). Overtraining Syndrome. *Sports Health*, 4(2), 128–138. <https://doi.org/10.1177/1941738111434406>
- López, C. R., Hernández-Mendo, A., Reigal, G. R. E., & Morales, S. V. (2015). Relaciones entre el autoconcepto y el perfil psicológico deportivo en triatletas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(2), 95–102.
- Manzi, V., Castagna, C., Padua, E., Lombardo, M., D'Ottavio, S., Massaro, M., ... Iellamo, F. (2009). Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 296(6), H1733-1740. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00054.2009>
- Nussinovitch, U., Elishkevitz, K. P., Katz, K., Nussinovitch, M., Segev, S., Volovitz, B., & Nussinovitch, N. (2011). Reliability of Ultra-Short ECG Indices for Heart Rate Variability. *Annals of Noninvasive Electrocardiology: The Official Journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*, 16(2), 117–122. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2011.00417.x>
- Ortigosa, Reigal, Carranque, & Hernández-Mendo. (2017). VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA: INVESTIGACIÓN Y APLICACIONES PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE LOS PROCESOS ADAPTATIVOS EN EL DEPORTE. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 13(1), 121–130.
- Platonov, V. N. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico*. Editorial Paidotribo.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison.

- European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3729–3741.
<https://doi.org/10.1007/s00421-012-2354-4>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Evaluating training adaptation with heart-rate measures: a methodological comparison. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 688–691.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2014). Monitoring training with heart rate-variability: how much compliance is needed for valid assessment? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 783–790.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0455>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 773–781.
<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Plews, D., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A., & Laursen, P. (2017). Comparison of Heart Rate Variability Recording With Smart Phone Photoplethysmographic, Polar H7 Chest Strap and Electrocardiogram Methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 1–17. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0668>
- Rodas, G., Pedret, C., Ramos-Castro, J., & Ortís, L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, ISSN 0212-8799, N°. 123, 2008, pags. 41-48, 123.
- Saboul, D., Pialoux, V., & Hautier, C. (2013). The impact of breathing on HRV measurements: implications for the longitudinal follow-up of athletes. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 534–542. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.767947>
- Saxena, A., Minton, D., Lee, D., Sui, X., Fayad, R., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2013). Protective role of resting heart rate on all-cause and cardiovascular disease mortality. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(12), 1420–1426. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.09.011>
- Schmitt, L., Regnard, J., & Millet, G. P. (2015). Monitoring Fatigue Status with HRV Measures in Elite Athletes: An Avenue Beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00343>
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(12), 1259–1277. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Task Force. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, 17(3), 354–381.

Capítulo VI. Análisis por videografía 2D de la técnica de pitcheo de la categoría 13-16 años de la academia de béisbol de ITSON

Lorenia López Araujo, Irma Alejandra del Consuelo Díaz Meza, José Fernando Lozoya Villegas
y Carlos Artemio Favela Ramírez

Departamento de Sociocultural, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. lorenia.lopez@itson.edu.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue analizar la técnica de pitcheo de los lanzadores de las categorías 13-16 años de la academia de béisbol de ITSON para la identificación del movimiento y la técnica mediante indicadores cinemáticos. Fueron seleccionados los pitchers de la academia de béisbol de ITSON categoría 13-16 años, haciéndose tomas de video para la realización del análisis cinemático en el programa Kinovea v8.15 donde primero se elaboró una lista de cotejo dividiendo el movimiento en 5 fases, que fue validada por expertos del béisbol, se obtuvieron variables de trayectoria, velocidad y tiempos de duración por fase, la colocación de las piernas respecto al cuerpo en cada fase, así como también ángulos de extremidades inferiores y superiores. Haciendo la comparación de los sujetos con el modelo teórico; se observó que hay deficiencia técnica en todas las fases.

Introducción

En el perfeccionamiento de la técnica se debe tener en cuenta la creación de imágenes necesarias sobre la técnica deportiva, asimilación de habilidades y hábitos imprescindibles, el perfeccionamiento de la técnica deportiva cambiando sus parámetros cinemáticos y dinámicos, y también mediante la asimilación de nuevos elementos y procedimientos; trabajo sobre la variedad de la técnica deportiva para que esté adecuada a las condiciones de la actividad competitiva y posibilidades funcionales de los deportistas y garantía de la estabilidad de las características principales de la técnica ante la acción de los factores perturbadores (Platonov, 2001), es así como se fundamenta el análisis biomecánico.

Uno de los deportes que necesita ir de la mano de la biomecánica por la complejidad de la técnica es el béisbol, ya que según García (2012) es un deporte variable a partir de que durante su ejecución no existen dos acciones similares, ni en ejecución, ni en el tiempo de realización de la misma, lo que define que en su realización exista una combinación de ejercicios de fuerza-velocidad, resistencia y flexibilidad. Todas sus acciones van a estar en función de aspectos fundamentales como la velocidad, y el dominio del implemento, a partir de aquí estas se realizan con el alto grado de interrelación e interdependencia entre los jugadores.

Pilotos (2012), en Pinar del Río, Cuba; realizó una investigación cuyo objetivo fue analizar el comportamiento de las características biocinemáticas de la ejecución técnica del lanzamiento rápido en los lanzadores de la categoría 15-16 años de la misma localidad; empleando para el análisis el software HU-M-AN; así como métodos y procedimientos tanto empíricos, teóricos y biomecánicos de registro; obteniendo como resultado que los lanzadores no cumplen con los propósitos mecánicos de cada una de las fases analizadas y se identificaron los errores en la ejecución técnica del lanzamiento rápido.

El béisbol es extremadamente popular entre la juventud. Las lesiones son comunes debido a la gran cantidad de atletas participantes. A pesar de que las lesiones son graves, existen lesiones específicas por abuso que generalmente afectan a los jóvenes jugadores de béisbol. La mayoría de estas lesiones se pueden evitar (ver Tabla 1).

Tabla 1
Lesiones según la posición de juego

POSICIÓN	SEGMENTO AFECTADO
Pitcher	Hombro y codo
Catchers, infielders, y Outfielders	Piernas y rodillas

Debido a que los lanzadores han adoptado nuevas técnicas de pitcheo para sobresalir en el deporte; también se han presentado una serie de lesiones que ponen en riesgo su participación en torneos o eventos donde representan a instituciones, Juanes-Giraud (2011), dentro de su investigación, determinó que las principales lesiones en los pitchers de béisbol es en el brazo de lanzar, debido a que es un deporte donde predomina el uso del tren superior del cuerpo. Es por lo anterior que se ha planteado la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los indicadores cinemáticos de la técnica del pitcheo de los lanzadores de la academia de béisbol de ITSON en las categorías 13 a 16 años?

Siendo el objetivo de la investigación, analizar la técnica de pitcheo de los lanzadores de las categorías 13-16 años de la academia de béisbol de ITSON para la identificación del movimiento y la técnica mediante indicadores cinemáticos.

Fundamentación teórica

En el deporte es fundamental que el entrenador deportivo dirija de manera adecuada la preparación física del deportista, su fin es el logro máximo del rendimiento posible de un atleta. Este máximo rendimiento se alcanza solamente si se trabaja armoniosamente la preparación física, psicológica y técnico- táctica, ya que si el atleta cuenta con un alto desarrollo de la fuerza, pero un pobre gesto técnico, no desplegará todo su potencial o viceversa. El entrenador debe ser capaz de proveerle al atleta los estímulos necesarios que busquen desarrollar todos estos aspectos de la preparación, así como evaluarlas y retroalimentarlas durante las distintas etapas del programa de entrenamiento

La biomecánica es la ciencia que estudia el movimiento del ser humano; desde el punto de vista de la mecánica su objetivo principal en el deporte es analizar el gesto técnico deportivo y sus detalles más específicos, descubrir las posibles fallas existentes en la ejecución del gesto y permitir una mejora del desempeño atlético a través de la corrección y/o adaptación de la técnica deportiva para lograr una técnica más eficaz. Dentro de la biomecánica se encuentra el análisis cinemático del movimiento que describe el movimiento sin tener en cuenta las causas que lo producen o afectan (Graziano, 2008).

El béisbol es un deporte competitivo de gran habilidad que se juega con una bola dura y un bate entre dos equipos de nueve jugadores cada uno (Aguilar y otros, 2014).

Para Silveira y Ulacia (2012) uno de los gestos deportivos que sufren mayor porcentaje de lesiones es el pitcheo (Ver figura 1). En el entrenamiento con las edades de 13 a 16 años se deben tener en cuenta las características morfofuncionales, ya que existe un mayor riesgo de lesiones, producto del crecimiento y desarrollo corporal de los mismos. También se observan cambios en el aparato locomotor (alargamiento de huesos, tendones y músculos); el sistema cardiovascular, presenta un desarrollo más lento (aumento de la presión arterial y ritmo cardiaco); el sistema respiratorio, es bajo en capacidad; en el sistema nervioso, predominan los procesos excitatorios sobre los de inhibición; la musculatura, tiende a ser débil (aparición del cartílago de crecimiento); es por todo esto que las lesiones en la articulación del hombro y del codo en un lanzador de béisbol pueden producirse por el uso y sobreuso del brazo de lanzar.

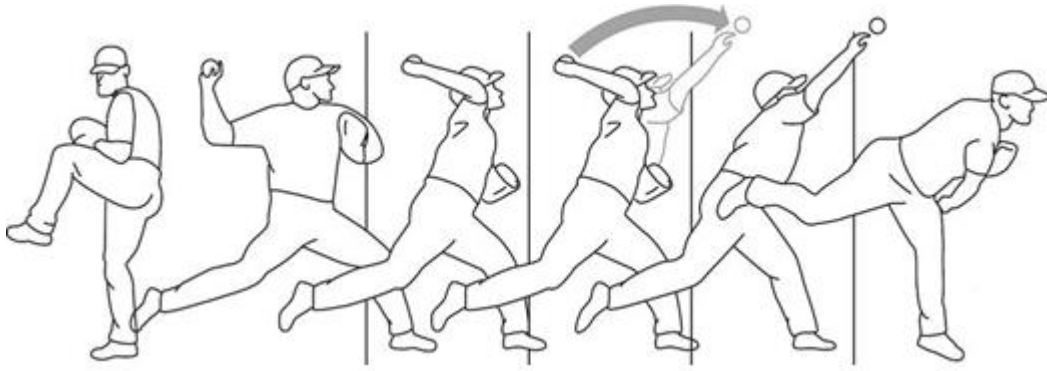


Figura 1. De izquierda a derecha pitcher realizando la técnica de picheo wind up, latercoking, earleycoking, aceleración, desaceleración.

Además de lo anterior, algunas de las causas que puedan provocar las lesiones por el uso del brazo de lanzar, están, los errores de entrenamientos, incorrecta técnica, deuda de fuerza, incorrecto calentamiento, desbalance músculo-tendinoso, factores nutricionales, excesivo peso corporal, fatiga, clima, incorrecto peso de la pelota, terreno inadecuado, factores psicológicos, entre otras (ver Tabla 2).

Tabla 2

Porcentaje de lesiones por segmento corporal

SEGMENTO CORPORAL	FRECUENCIA
Miembro Superior	54%
Miembro Inferior	24%
Tronco/Espalda	15%
Cabeza/Cuello	5%

Metodología

Para el análisis cinemático se seleccionó a los siete pitchers de la academia de béisbol del Instituto Tecnológico de Sonora de la categoría 13 a 16 años. Se investigó la técnica del lanzamiento según Aguilar y otros (2014); Barbero (2016); Liga Mexicana de Béisbol, (2013); y con esto se elaboró una lista de cotejo (Ver tabla 3), con las características de cada fase, el movimiento se dividió en 5 fases, se realizó una validación con expertos del béisbol.

Se siguió el protocolo de filmación el cual incluye hacer pruebas para la ubicación de las cámaras. Para la toma de video los sujetos asistieron con ropa ajustada donde se apreciaban los puntos anatómicos a analizar (Acromiale, Radiale, Stylium, Trochanterion, Tibiale laterale,

Sphyrion tibiale), los puntos son marcados con cinta kinesiológica, para que se aprecien mejor en el video. La toma de video se realizó con dos celulares iPhone 6s plus de 240 fps y se analizó en 2D en el programa Kinovea v8.15 donde se obtuvieron variables de trayectoria, velocidad y tiempos de duración por fase, la colocación de las piernas respecto al cuerpo en cada fase, así como también ángulos de extremidades inferiores y superiores, todo esto siguiendo la lista de cotejo; por último, se comparó la técnica de pitcheo de los lanzadores de la academia de béisbol de ITSON con la técnica adecuada según los expertos, el tipo de investigación realizado fue cuantitativo.

Tabla 3

Lista de cotejo de la técnica de pitcheo

Fase 1. Wind up	Cumple	No cumple
El jugador coloca sobre la placa de lanzar los pies al ancho de los hombros.		
La mano que sujeta el guante lo coloca a la altura del pecho.		
La palma de la mano que sujeta el guante está posicionada hacia arriba.		
El cuerpo del lanzador está totalmente relajado, fundamentalmente el brazo de lanzar.		
El lanzador debe de tener la vista fija hacia el receptor tomando las señales.		
Fase 2. Earlycocking (stride)		
Se inicia el movimiento desplazando la pierna de péndulo (izquierda del lanzador derecho), ligeramente hacia un lado y atrás a una posición cómoda.		
Seguidamente del movimiento anterior el pie de pivó se sitúa en una forma segura delante y en contacto con el borde delantero de la placa de lanzar.		
Realiza el giro de 90 grados, para quedar con el cuerpo de frente a tercera base.		
La pierna de péndulo sube flexionada, el pie se encuentra en una posición donde la punta del pie puntea hacia abajo.		
La pierna de péndulo se extiende frente a la punta del pie de la pierna de pivó que se encuentra en contacto con la placa de lanzar.		
El pie de péndulo se traslada en dirección a home, este con la punta del pie dirigida a tercera base y un instante antes de la caída el pie se dirige al home.		
Fase 3. Latercocking		
El pie de pivó gira en la placa de lanzar, hasta este momento aún no se levanta.		
La mano que sostiene el guante sale extendida al frente en dirección a home.		
La barbilla del lanzador esta de frente al home.		
Fase 4. Aceleración		
La pierna de péndulo se encuentra apoyada en el suelo.		
El brazo de lanzar queda en extensión total al frente en forma de latigazo.		
El hombro de ataque del lanzador hala al frente recto y hacia abajo en la vertical respecto al tronco del lanzador.		
La pelota sale de la mano en el punto más alto del movimiento.		
Al deshacerse de la pelota, la pierna de pivó está extendida y separada entre 6 y 8 pulgadas de la placa de lanzar.		
Fase 5. Desaceleración		
La mano de lanzar continúa su recorrido y termina con la palma de la mano de frente al cuerpo del lanzador.		
La parte exterior del codo queda de frente al home y el hombro del brazo de lanzar queda más adelantado que el de la mano enguantada con respecto al home.		
El pitcher al terminar la fase anterior se convierte en un jugador de cuadro.		

Resultados y discusión

Con base en la teoría de la técnica de pitcheo según Aguilar y otros (2014), Barbero (2016), Liga Mexicana de Béisbol, (2013); se pudo observar la técnica de pitcheo de cada uno de los lanzadores mediante el programa Kinovea v8.15 (ver Figura 2) y los errores que están realizando respecto a la técnica propuesta (ver Tabla 4).

En la primera fase Wind up, dos de los siete lanzadores analizados presentaron algún error al momento de ejecutar la técnica de pitcheo; los sujetos mantienen los brazos separados del pecho lo que produce que el cuerpo no se encuentre totalmente relajado. En la fase dos Earlycocking (stride), seis de los siete lanzadores muestran por lo menos un error en su técnica de pitcheo, no bajan la pierna de péndulo en dirección a primera base, por lo que perderán impulso al momento de dirigirse a home, respecto a los indicadores cinemáticos para esta fase el ángulo de la rodilla de péndulo en los siete sujetos analizados es menor a los 90 grados que es lo que indica la teoría, el otro indicador cinemático para esta fase es la longitud de zancada donde los siete lanzadores realizan una zancada entre el 75 al 85% de su estatura. En la fase tres Latercocking, cinco de los siete sujetos presentaron por lo menos un error en su técnica de pitcheo, elevan su pierna de apoyo, siendo que aun debería estar haciendo contacto con el suelo, esto lleva a adelantar el movimiento de la siguiente fase, en esta fase los indicadores cinemáticos: el ángulo de la rodilla de péndulo al instante del contacto con el piso cuatro de los siete sujetos presentaron un ángulo mayor al recomendado en la técnica de pitcheo que es de 123 a 144 grados, mientras que los otros tres sujetos se encuentran en el rango recomendado. En la fase 4 Aceleración, los siete sujetos analizados mostraron un error en su técnica de pitcheo en comparación con la técnica de pitcheo utilizada para la investigación, respecto a los indicadores cinemáticos para esta fase es el ángulo de la rodilla de péndulo al instante de soltar la pelota, el ángulo recomendado es de 73 a 111 grados mientras que los siete lanzadores presentaron un ángulo mayor, lo que lleva que al momento de soltar la pelota salga descontrolada en dirección a home además, este error lleva a que el sujeto no termine de realizar completamente la fase. En la fase 5 Desaceleración, tres de los lanzadores presentaron un error, al instante de soltar la pelota no se colocan en posición de frente a home, este error en su técnica puede provocar que al instante de que la pelota sea conectada por el bateador en dirección al pitcher no se encuentre en la posición adecuada para atrapar la pelota. Lo anterior se representa en la Tabla 5.



Figura 2. Ejemplo análisis cinemático en Kinovea v8.15 sujeto 1.

Tabla 4

Ejemplo Lista de cotejo sujeto 1

Wind up	Lo realiza	No lo realiza
El jugador coloca sobre la placa de lanzar los pies al ancho de los hombros.		
La mano que sujeta el guante lo coloca a la altura del pecho.		
La palma de la mano que sujeta el guante está posicionada hacia arriba.		
El cuerpo del lanzador está totalmente relajado, fundamentalmente el brazo de lanzar.		
El lanzador debe de tener la vista fija hacia el receptor tomando las señales.		

Tabla 4

Ejemplo Lista de cotejo sujeto 1 (continuación)

Earlycocking (stride)		
Se inicia el movimiento desplazando la pierna de péndulo (izquierda del lanzador derecho), ligeramente hacia un lado y atrás a una posición cómoda.		
Seguidamente del movimiento anterior el pie de pivót se sitúa en una forma segura delante y en contacto con el borde delantero de la placa de lanzar.		
Realiza el giro de 90 grados, para quedar con el cuerpo de frente a tercera base.		
La pierna de péndulo sube flexionada, el pie se encuentra en una posición donde la punta del pie puntea hacia abajo.		
La pierna de péndulo se extiende frente a la punta del pie de la pierna de pivót que se encuentra en contacto con la placa de lanzar.		
El pie de péndulo se traslada en dirección a home, este con la punta del pie dirigida a tercera base y un instante antes de la caída el pie se dirige al home.		
Latercocking		
El pie de pivót gira en la placa de lanzar, hasta este momento aún no se levanta.		
La mano que sostiene el guante sale extendida al frente en dirección a home.		
La barbilla del lanzador esta de frente al home.		
Aceleración		
La pierna de péndulo se encuentra apoyada en el suelo.		
El brazo de lanzar queda en extensión total al frente en forma de latigazo.		
El hombro de ataque del lanzador hala al frente recto y hacia abajo en la vertical respecto al tronco del lanzador.		
La pelota sale de la mano en el punto más alto del movimiento.		
Al deshacerse de la pelota, la pierna de pivót está extendida y separada entre 6 y 8 pulgadas de la placa de lanzar.		
Desaceleración		
La mano de lanzar continúa su recorrido y termina con la palma de la mano de frente al cuerpo del lanzador.		
La parte exterior del codo queda de frente al home y el hombro del brazo de lanzar queda más adelantado que el de la mano enguantada con respecto al home		
El pitcher al terminar la fase anterior se convierte en un jugador de cuadro.		

Tabla 5

Resumen análisis cinemático del pitcheo

FASES	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Fase 1	1,3,4,6,7	2,5	-Brazos separados del pecho
Fase 2	4	1,2,3,5,6,7	-Pierna de péndulo no la dirigen a home -Punta del pie de la pierna de péndulo apunta hacia arriba
Fase 3	3,4	1,2,5,6,7	-Elevan pierna de apoyo -La mano del guante no ve hacia home
Fase 4		1,2,3,4,5,6,7	-No elevan la pierna entre 15-24cm -No lleva la mano enguantada hacia abajo
Fase 5	2,5,6,7	1,3,4	-No cae en posición de frente a home

Conclusiones

Al iniciarse la carrera de un lanzador de béisbol desde edades tempranas es muy importante tener en cuenta la técnica durante la ejecución del lanzamiento. Los gestos deportivos en el béisbol someten al deportista a movimientos de alta velocidad y fuerza explosiva por lo que

el entrenador no debe trabajar empíricamente, debe trabajar con tecnología que le permita una mejor apreciación del gesto acercándose al modelo ideal por medio de un proceso de entrenamiento en el que se enseña a automatizar dicho gesto.

Es importante que cada uno de los sujetos analizados y el entrenador tomen en cuenta los errores de los indicadores cinemáticos de cada fase (wind up, earlycoking, latercoking, aceleración y desaceleración) que se detectaron en dicha investigación como péndulos de la pierna, ubicación de los segmentos corporales por fase, distancias de los segmentos corporales, etc., ya que lanzar es el gesto técnico que más expone a sufrir lesión, es un movimiento poco natural que compromete las distintas estructuras de la articulación a torsiones, estiramientos a alta velocidad y a ángulos agudos; además de ser repetitivo por encima de la cabeza produciendo importantes sobrecargas mecánicas en las articulaciones de codo y hombro.

Referencias

- Aguilar y otros. (2014). Kinesiología deportiva, Recuperado el 11 de enero de 2017 de <http://sinergia2000.com.ar/imagenes/Beisbol2014.pdf>
- Barbero C. O. (2016). Conozca el beisbol: campo de juego, situacion de los jugadores en el campo. Recuperado el 25 de noviembre de 2016 de: <http://iesateca.educa.aragon.es/es/dpt-ef/apuntes-1ev/UD7/teoria/beisbol.pdf>
- García, J, C. La acción de batear, una tarea motora extremadamente coordinada. EFDeportes.com Revista digital. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd165/la-accion-de-batear-extremadamente-coordinada.htm>
- Graziano, Alberto da C. L. (2008) Biomecânica: fundamentos e aplicações na Educação Física Escolar. Porto: EDUCA.
- Juanes-Giraud, B. Y. (2011). Lesiones de hombro y codo en el béisbol. Recuperado el 25 de noviembre de 2016 de: <http://revistas.udg.co.cu/index.php/olimpia/article/view/118/108>
- Liga Mexicana de Béisbol. (2013). Reglas Oficiales 2013. Recuperado el 1 de diciembre de 2016 de: http://www.milb.com/documents/0/1/8/43366018/REGLAS_OFICIALES_DE_BEISBOL_2013_b1fiizcl.pdf
- Pilotos, M. A. (2012). Análisis biocinemático de la ejecución técnica del lanzamiento rápido en los lanzadores de béisbol de la categoría 15-16 años de la EIDE ‘Ormani Arenado’ de

Pinar del Río. Recuperado el 10 de enero de 2017 de:

<http://www.efdeportes.com/efd165/analisis-biocinematico-del-lanzamiento-en-beisbol.htm>

Platonov V. N. (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. (1era ed.).
Barcelona: Editorial Paidotribo.

Silveira, I. O. & Ulacia, E. (2012) La prevención de lesiones en los brazos de los lanzadores de béisbol categoría 15-16 años del equipo Habana. Recuperado el 12 de enero de 2017 de:
<http://www.efdeportes.com/efd170/prevencion-de-lesiones-en-lanzadores-de-beisbol.htm>

Área temática: Ingeniería y Tecnología

Capítulo VII. Diagnóstico administrativo a los talleres de reparación y mantenimiento automotriz

Raquel Ivonne Velasco Cepeda, Irma Guadalupe Esparza García, Yesenia Clark Mendívil, Gilberto Jesús Caballero De La Rosa y Ana Gabriela Rodríguez Gil
Departamento de Ciencias Administrativas, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. raquel.velasco@itson.edu.mx

Resumen

El crecimiento de la industria automotriz ha ocasionado que se incremente la demanda por el servicio de reparación y mantenimiento automotriz, así como el interés de los propietarios de vehículos de tener servicios a precios más accesibles que los de las agencias de automóviles. Planteamiento del problema: ¿Cómo identificar áreas de oportunidad o mejora administrativa en los talleres de mantenimiento y reparación automotriz de Ciudad Obregón? Objetivo: realizar un diagnóstico administrativo a los talleres de reparación y mantenimiento automotriz independientes de Ciudad Obregón, para la detección de áreas de oportunidad que permitan la mejora del desempeño organizacional. Los sujetos de estudio 30 propietarios de los talleres. Se utilizó un instrumento con secciones de información general, planeación, organización, dirección, integración y control; así como un apartado de las áreas funcionales. El procedimiento: definir las necesidades de información, definir fuentes de datos, elaborar cuestionario, definir la muestra, aplicar los instrumentos, analizar la información y detectar las áreas de oportunidad. Los resultados obtenidos: un 83% de los talleres no cuentan con plataforma filosófica, el 87% no tienen organigrama, ni manuales administrativos; el 67% tiene problemas en la comunicación, el 77% carece de mecanismos de control de sus actividades. Conclusiones: necesidad de contar con plataforma filosófica, tener documentos formales relacionados a la organización, capacitar al personal, mantenimiento preventivo de su equipo. Recomendaciones: establecer convenios de vinculación entre la universidad y los talleres para apoyar vía prácticas profesionales en la elaboración de documentos administrativos, capacitar al personal en aspectos técnicos y de atención al cliente.

Introducción

En México la industria automotriz representa un sector estratégico para el desarrollo del país, para la economía nacional, así como el papel de la misma como impulsor de otros sectores de alto valor agregado, provocando el interés por el fortalecimiento de esta industria (Secretaría de Economía, 2012). Aunado al crecimiento de la producción automotriz, existe una mayor demanda por los servicios de talleres de reparación y mantenimiento automotriz, lo que ocasiona

que se incremente la oferta de dichos servicios, y el interés de los propietarios de vehículos de tener servicios a precios más accesibles que los de las agencias de automóviles. Este tipo de empresas requiere contar con una gestión organizacional eficiente que les permitan ser más competitivas y que puedan enfrentar los retos que los tiempos actuales demandan.

Las micro, pequeñas y medianas empresas, tienen particular importancia para las economías nacionales, no solo por sus aportaciones a la producción de bienes y servicios, sino que representan un excelente medio para impulsar el desarrollo económico, la generación de empleo y de adaptarse a los cambios tecnológicos (COEPES, 2015).

En Ciudad Obregón existen aproximadamente 70 talleres de mantenimiento y reparación automotriz independiente, que brindan distintos tipos de servicios para mantener en buen estado el vehículo de los usuarios. Entre los tipos de servicios que se ofrecen de este giro se encuentran: reparación y mantenimiento automotriz, carrocería y pintura, eléctrico automotriz, mecánica general, entre otros. Por lo anterior, surge el interés por conocer la forma administrativa en la que operan los mismos.

Planteamiento del problema

Siendo los talleres de mantenimiento y reparación automotriz independientes, micro y pequeñas empresas, los propietarios de los mismos se enfrentan a falta de conocimientos administrativos necesarios para sacar un negocio adelante, y como menciona Hernández (2007), citado por Luna (2013) tampoco cuentan con un soporte que les permita obtener créditos, limitan su adquisición de tecnología, desconocen el mercado, falta de gestión empresarial y capacitación de mano de obra, bajos niveles de productividad y de control administrativo, por lo que es más difícil competir, ante clientes que son cada vez más exigentes.

Por lo anterior surge el siguiente planteamiento: ¿cómo identificar áreas de oportunidad o mejora administrativa en los talleres de mantenimiento y reparación automotriz de Ciudad Obregón?

Objetivo

Realizar un diagnóstico administrativo a los talleres de reparación y mantenimiento automotriz independientes de Ciudad Obregón, para la detección de áreas de oportunidad que permitan la mejora del desempeño organizacional.

Fundamentación teórica

Como soporte a la presente investigación, se muestra el siguiente marco de referencia relacionado con el diagnóstico administrativo, proceso administrativo, áreas funcionales y desempeño organizacional.

El diagnóstico administrativo es definido por Martínez (2002) como el proceso de acercamiento gradual al conocimiento de un hecho o problema administrativo que permite destacar alguna alteración en el desarrollo de las actividades de una institución. El diagnóstico permite detectar áreas de oportunidad o mejora mediante la presentación de propuestas de solución.

El proceso administrativo es definido por Münch (2010) como el conjunto de fases, pasos, o etapas sucesivas a través de las cuales se efectúa la administración. A este respecto Koontz, Weihrich y Cannice (2012) mencionan cinco: planear, organizar, integrar, dirigir y controlar. Münch (2010) define las áreas funcionales como “el conjunto de funciones, procesos, actividades y responsabilidades realizadas en un departamento o área de la organización” (p.211).

El área funcional de una organización es de suma importancia, ya que está integrada por actividades y/o funciones que son relevantes y que causan impacto en el desempeño organizacional. Respecto al desempeño organizacional, Alles (2010) hace referencia al término *performance management* como el proceso de definir e implementar el desempeño deseado para cada uno de los integrantes de la organización, con el fin de medir y evaluar el desempeño, tanto en forma individual como grupal, y en consecuencia, de toda la empresa.

Metodología

La investigación realizada es de tipo descriptiva, de corte transversal, el diseño no experimental con enfoque cualitativo.

Participantes

Los sujetos de estudio son los propietarios y/o encargados de los talleres reparación y mantenimiento automotriz independientes de Ciudad Obregón, Sonora, siendo un total de 30 informantes.

Instrumentos

Para la recolección de información se elaboró un instrumento que contiene las siguientes secciones: la primera está relacionada a información general sobre el taller: los tipos de servicio que ofrecen con respuestas de opción múltiple, el número de empleados que laboran en el taller, número de años que la empresa tiene en operación, el perfil del propietario y/o administrador del taller respecto a su participación en la empresa, su edad y el nivel de estudios. La segunda sección del instrumento está conformada por 13 reactivos relacionados a los elementos de la planeación, los cuales integran preguntas dicotómicas sobre su misión, visión, valores, objetivos y reglas.

La tercera sección del instrumento está conformada por 7 reactivos los cuales integran elementos de la organización, incluyendo preguntas sobre el organigrama, descripción de puestos y manuales administrativos. Otra de las secciones contiene preguntas relacionada a la dirección, siendo un total de 6 reactivos sobre liderazgo, motivación y comunicación. La quinta sección del instrumento está conformada por dos reactivos relacionados al control. La última parte del instrumento aplicado está conformado por preguntas relacionadas a las áreas funcionales: servicio y/o reparación, mercadotecnia, personal y finanzas; siendo un total de 15 preguntas.

Procedimiento

Para la realización del presente estudio se tomó como referencia el proceso de investigación propuesto por Lamb, Hair y McDaniel (2014), el cual se describe a continuación:

- (a) Determinar las necesidades de información. Para definir las necesidades de información fue necesario definir primeramente el tipo de diagnóstico que se deseaba realizar y delimitar el mismo.
- (b) Identificar la problemática. A este respecto se consultó información que ayudara a identificar de manera general las problemáticas planteadas en este tipo de empresas ya sea por otros investigadores o por censos realizados por INEGI.
- (c) Definir las fuentes de datos primarios y secundarios. Se investigó información sobre los talleres dedicados al mantenimiento y reparación automotriz de Ciudad Obregón, consultando directorio telefónico y bases de datos. Se elaboró una relación de los mismos para mayor facilidad de identificación. Como fuente de datos primaria se decidió entrevistar a los propietarios y/o administradores de los talleres para la recolección de información.

- (d) Elaborar el cuestionario. Para la elaboración del mismo se consultaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas a los diagnósticos y auditorías administrativas.
- (e) Definir la muestra. La muestra es de carácter no probabilístico y por conveniencia del investigador.
- (f) Recopilar los datos. Una vez definida la muestra se procedió a levantar la información visitando cada uno de los talleres establecidos en la relación.
- (g) Procesar y analizar la información.
- (h) Identificar las áreas de oportunidad y/o mejora en los talleres.
- (i) Proponer recomendaciones.

Resultados y discusión

(a) Información general de los informantes

A este respecto se obtuvo información relacionada con la edad y niveles de estudio de los propietarios de los talleres, encontrándose que el porcentaje más alto se ubica de 41 a 61 años con un 53%, en el rango de 20 a 40 años con un 34%, y un 13% se encuentra entre 62 y 82 años de edad.

En lo que al nivel de estudio se refiere se encontró que un 43 % cuenta con preparatoria terminada, un 23% con carrera profesional, el 17% tiene estudios de secundaria, un 10% con nivel primaria, y un 7% tiene estudios técnicos.

(b) Información general de los talleres

En la tabla 1, se muestra la información relacionada con los tipos de servicios que ofrece el taller.

Tabla 1
Tipos de servicio que ofrecen los talleres

Servicio	Porcentaje
Mecánica general	26%
Reparación y mantenimiento	17%
Carrocería y pintura	20%
Eléctrico automotriz	27%
Otro	10%
Total	100%

Nota: elaboración de los autores.

Respecto al número de empleados con que cuentan los talleres, se tiene que un 30 % de ellos tiene sólo un empleado o bien el propietario es el único en ella, el 27% de los negocios tienen dos empleados, el 20% de los talleres tiene tres empleados, seguido del 7% con cuatro personas laborando. El 3% de las empresas cuenta con 18,20 y 21 empleados. Como se puede observar son micro y pequeñas empresas.

Los resultados de acuerdo a los años de operación del taller, se encontró que un 34% tiene más de 20 años, en el rango de 0 a 5 años se tiene un 23%, de 6 a 10 años, también se encontró el 23%, un 13% está en el rango de 16 a 20 años, y un 7% de 11 a 15 años de permanencia en el mercado.

Otro dato interesante es que del total de los informantes entrevistados, se encontró que el 90% de los propietarios trabajan en el taller, considerándose de vital importancia la presencia de ellos por la calidad en el servicio.

Los resultados anteriores demuestran por un lado, la permanencia que algunos de los talleres tiene en el mercado, la presencia del propietario en el negocio que permite solucionar de manera directa las problemáticas que se les presentan en el día a día.

(c) Resultados del diagnóstico de planeación

La Tabla 2, muestra los resultados relacionados al diagnóstico de planeación.

Tabla 2

Diagnóstico de planeación

Criterios de valoración	Porcentaje
Misión	
Tiene una misión el taller	83% no tiene, el 17% si tiene.
Conocimiento por parte del personal	10% de las que sí tienen, el personal la conoce.
Se encuentra por escrito	7% de las que tienen misión, está por escrito en lugar visible.
Visión	
Tiene una visión el taller	83% no tiene, 17% si tiene
Conocimiento por parte del personal	13% de las que sí tienen, el personal la conoce.
Se encuentra por escrito	7% de las que tiene visión, está por escrito en un lugar visible
Valores	
Tienen descritos los valores de la empresa.	83% no tiene, el 17% sí tiene.
Conocimiento por parte del personal	10% de las que sí tienen, el personal los conoce.
Se encuentran por escrito	10% de las que sí tienen, están por escrito en un lugar visible
Objetivos	
Se tienen objetivos definidos en el taller	70% no tiene, 30 % si tiene.
Están por escrito	70% no los tiene por escrito
Reglamento	
Se tienen definidas reglas y/o un reglamento.	77% no tiene, 23% sí tiene.
Están por escrito	10% de las que sí tiene, está por escrito en un lugar visible.

Nota: elaboración de los autores.

Como se puede observar en la tabla anterior un porcentaje muy elevado de los talleres no cuentan con una misión, visión y valores que señalen como comenta Bernal y Sierra (2008), una identidad organizacional que le de alcance y dirección a las actividades de la organización y de claridad de actuación, visualización del futuro y que regulen la vida de la organización. Aun cuando los propietarios dicen tener objetivos y reglamento, estos no se encuentran en la mayoría de los casos por escrito.

(d) Resultados del diagnóstico de organización

Los elementos evaluados respecto a la organización fueron: organigrama, descripción de puestos y manuales administrativos. El 87% de los talleres de reparación y mantenimiento automotriz no tiene un organigrama en donde se pueda visualizar la estructura organizacional, sólo un 13 % cuenta con uno de manera formal. El 13% de los talleres que integran la muestra de estudio tiene la descripción de puestos por escrito, el 87% no lo tiene; sin embargo, el 83% del personal conoce las actividades que tiene que realizar, y sólo un 17% necesita que su superior le informe sobre sus actividades diarias. Con respecto a si la empresa tiene una descripción formal de los conocimientos, habilidades y experiencia requerida en el puesto, se encontró que el 87% no las tiene descritas, y solo el 13% las tiene de manera formal.

En lo que a los manuales administrativos se refiere sólo el 13% de los talleres cuenta con manual de organización, y el 87% restante no. Respecto al manual de procedimientos solo 2 de los talleres, lo cual representa el 7% tiene uno, y el 93% no cuenta con ninguno.

Los resultados mostrados con anterioridad presentan áreas de intervención, como lo es de realizar análisis de puestos, manuales de organización que contengan el organigrama, la descripción de cada uno de los puestos; así como manuales de procedimientos de las actividades realizadas que permitan la uniformidad del servicio prestado.

(e) Resultados del diagnóstico de dirección

Los aspectos que fueron evaluados en el rubro de dirección se tienen el liderazgo, motivación y comunicación. El 90% de los informantes considera que su liderazgo propicia el trabajo en armonía para el logro de los objetivos, sólo un 10% comentó que no. En lo que a motivación se refiere se encontró que utilizan diferentes medios para hacerlo: un 37% los motiva de manera monetaria, un 17% en la calidad de vida laboral, un 17% el reconocimiento acompañado de apoyo económico. Un 13% utiliza el reconocimiento y colocación en puesto idóneo, y sólo un 8% utiliza el dinero y calidad de vida laboral, y un 8% utiliza reconocimientos.

Se cuestionó a los propietarios si alguna vez habían tenido problemas con algún empleado al momento de dar las instrucciones, un 67% respondió que sí debido a una mala comunicación o recepción de la instrucción. Un 33% asegura que no ha tenido este tipo de problemática. Respecto a las reuniones con los empleados, sólo un 33% de los propietarios acostumbra realizarlas semanalmente o bien para dar retroalimentación.

Los resultados muestran la importancia que le dan los propietarios del taller al liderazgo mediante el trabajo en armonía para el logro de los objetivos; a su vez que utilizan diversos medios de motivación al respecto.

(f) Resultados del diagnóstico de control

En el rubro de control se cuestionó a los propietarios de los talleres que sí tenían algún tipo de medida y/o mecanismo de control, a lo cual un 77% dijo no tener ninguno, y solo un 23% cuenta con algún mecanismo o sistema. También se cuestionó si contaban con algún formato de control de sus actividades y sólo el 13% si lo tiene, y el 87% restante dijo no tener. Es importante que la empresa cuenta con medidas y mecanismos de control de sus actividades, dado que como menciona Koontz, Weihrich y Cannice (2012) el control permite la medición y corrección del desempeño para garantizar el logro de los objetivos.

(g) Resultados del diagnóstico de las áreas funcionales

La Tabla 3 presenta los resultados relacionados al área funcional de servicio y/o reparación.

Tabla 3

Servicio y/o reparación

Criterio de valoración	Porcentaje
Mantenimiento al equipo de trabajo	77% de los talleres dan mantenimiento 23% de los talleres, lo reparan cuando no funciona.
Periodicidad del mantenimiento	40% lo proporciona cuando se requiere 20% cada 15 días 10% mensual 10% semanal 10% trimestral 7% anual 3% cada 6 meses
Existencia de almacén para guardar equipo	87% cuenta con un área 13% no cuenta con ninguna
Programación de fechas para prestar servicio	63% no tiene programación 37% cuenta con una programación para atender al cliente.
Existencia de bitácora del servicio prestado	83% no tiene bitácora. 17% si tiene.

Nota: elaboración de los autores

Las áreas de oportunidad detectadas con base a los resultados se encuentran en la falta de programación del servicio a los clientes y el carecer de una bitácora del servicio prestado. En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en el área de mercadotecnia.

Tabla 4

Mercadotecnia

Criterio de valoración	Porcentaje
Realización de promoción y/o publicidad	73 % no realiza ningún tipo 27 % si la realiza
Tipo de publicidad utilizado	Del 27% que si realiza utiliza: Volantes 50% Tarjetas 25% Letreros 12% Volantes y tarjetas 13%
Consideración de la competencia en la fijación de precios.	57% sí la considera 43% no la considera
Quejas presentadas por los clientes	57% no ha tenido quejas 13 % quejas en la calidad del servicio 7% por actitud del empleado 7% garantía del servicio 7% otros 3% precios elevados 3% calidad del servicio y actitud del empleado 3% calidad del servicio, garantía del servicio y actitud del empleado
Documentos expedidos por el servicio prestado	53% expide facturas 23% expide facturas y notas de remisión 17% notas de remisión 7% no expide ningún tipo de documento

Nota: elaboración de los autores

Los resultados antes descritos muestran la necesidad de algunos talleres de utilizar algún medio para dar a conocer los servicios que prestan y atender las quejas de los clientes.

En lo que al diagnóstico de personal se refiere, se encontró que el 37% de los propietarios capacita a su personal, y el 63% no lo hace. Respecto a la evaluación del personal sólo el 63% si lo evalúa y el 37% no lo hace. Otra de las preguntas estuvo relacionada a si se otorgaban prestaciones a los trabajadores, a lo que un 47% de los encuestados ofrecen las prestaciones de ley, y el 53% no lo hace. Por último, en la tabla 5 se presentan los resultados del área de finanzas.

Tabla 5
Finanzas

Criterio de valoración	Porcentaje
Capacidad de autofinanciarse los trabajos que realiza	93 % contestó que sí. 7% no tiene
Saldo de la empresa es positivo	93% contestó que sí. 7% no tiene
Plazo de pago a los proveedores es el óptimo	93% contestó que sí 7% no es el óptimo

Nota. Elaboración de los autores

Los resultados muestran un adecuado manejo del aspecto financiero, lo que permite entre otras cosas su permanencia en el mercado.

Conclusiones

Se cumplió con el objetivo de la investigación, el cual era realizar un diagnóstico administrativo a los talleres de reparación y mantenimiento automotriz, identificándose áreas de oportunidad.

Las áreas de oportunidad detectadas en lo que a planeación se refiere son: establecimiento de la misión, visión, valores y objetivos.

Los talleres requieren contar con documentos formales relacionados a la organización, que les permitan servir de guía y comprensión de las funciones a realizar en la empresa y los procedimientos a seguir en la misma ante las situaciones que se les presenten.

Aun cuando existen diferentes formas de motivar al personal, es necesario tener definido claramente un sistema de motivación y comunicación adecuado que permita una mejor satisfacción laboral.

La mayoría de los talleres carecen de mecanismos de control adecuados.

Se encontró falta de mantenimiento preventivo en el equipo, así como se carece de una programación adecuada del servicio al cliente y bitácora del mismo. En algunos casos se tiene quejas de parte de la actitud del empleado y del servicio prestado.

Falta de capacitación al personal.

Entre las recomendaciones propuestas se tienen:

Establecer convenios de vinculación entre la universidad y los talleres para a través de las prácticas profesionales elaborar manuales administrativos y análisis de puestos.

Capacitar al personal tanto en aspectos técnicos como de atención al cliente

Obtener información de otras variables que impacten en el desempeño organizacional de los talleres como lo es la satisfacción laboral, la cultura organizacional, entre otros.

Establecer mecanismos de control de las actividades.

Evaluar el desempeño del personal.

Referencias

Alles, M. (2010). *Dirección estratégica de recursos humanos. Gestión por competencias*. 2ª edición. Argentina: Ediciones Granica, S.A.

Bernal, C.A. & Sierra, H.D. (2008). *Proceso administrativo para las organizaciones del siglo XXI*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

COEPES (2015). Importancia de las Pymes en México. Recuperado de <http://www.noticiascoepesgto.mx/articulos/255-pymesroque>

Hernández, F. (2007). *Propuesta de un modelo estratégico de globalización económica para el municipio de Nuevo Laredo, México*. Recuperado de <http://www.caei.com.ar/ebooks/ebook27.pdf>

Koontz, H. & Weihrich, H. & Cannice M. (2012). *Administración. Una perspectiva global y empresarial*. 14ª edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Lamb, Ch. & Hair, J. & McDaniel, C. (2014). *MKTG. Marketing*. 7ª edición. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Luna, J. (2013). Influencia del capital humano de las pymes en el sector manufacturero de Celaya Guanajuato. Recuperado de: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2013/jelc/index.htm>

Martínez, V.M. (2002). *Diagnóstico administrativo: procedimientos, procesos, reingeniería y benchmarking*. México: Editorial Trillas, S.A.

Münch, L. (2010). *Administración. Gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Secretaría de Economía (2012). Industria automotriz. Recuperado de: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Monografia_Industria_Automotriz_MARZO_2012.pdf

Capítulo VIII. Convertidores cd-cd para generar curvas corriente-voltaje y potencia-voltaje en módulos fotovoltaicos

José Antonio Beristáin Jiménez, Javier Pérez Ramírez y Jesús Héctor Hernández López
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. jose.beristain@itson.edu.mx

Resumen

El estado de Sonora presenta condiciones de radiación solar favorables para la generación de energía eléctrica utilizando módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos vienen especificados por el fabricante con pruebas realizadas en laboratorio. Estas pruebas se realizan bajo estándares bien definidos con condiciones de temperatura, radiación solar etc. debidamente controlados. Sin embargo, una vez instalado en el sitio el módulo fotovoltaico las condiciones de operación cambian drásticamente. Además de los parámetros de temperatura y radiación solar también interviene el sombreado del módulo fotovoltaico. Una forma de realizar pruebas al módulo fotovoltaico o a una serie de módulos fotovoltaicos conectados en serie o en paralelo es utilizando un convertidor cd-cd de tal forma que se obtenga una curva de corriente-voltaje que nos permita saber la máxima potencia disponible del módulo fotovoltaico y posibles daños que pudiera tener el mismo. En este trabajo se realiza el análisis de los convertidores cd-cd básicos para realizar la curva corriente-voltaje del módulo fotovoltaico. Del análisis y simulación de los convertidores básicos se concluye que los tres convertidores tienen la capacidad de realizar las curvas de corriente-voltaje y potencia-voltaje siempre y cuando se considere la resistencia de carga adecuada, asimismo se tiene como mejor opción el convertidor cd-cd reductor-elevador con el cual se puede reproducir de forma completa dichas curvas.

Introducción

Según (Iberdrola, 2018), México reúne las condiciones adecuadas para la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica ya que los niveles de radiación que recibe son de los más altos del mundo. Lo anterior ha detonado en la implementación de diversos proyectos de generación fotovoltaica en el País, principalmente en el estado de Sonora donde Iberdrola está desarrollando uno de sus proyectos a gran escala. Asimismo, a nivel comercial y residencial, se observan cada vez más instalaciones fotovoltaicas en lugares donde hay acceso a la red eléctrica que, sumadas a las instalaciones para sistemas fotovoltaicos donde no hay acceso a la red eléctrica, cada vez es mayor la producción de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos.

El módulo fotovoltaico está especificado mediante condiciones estándar de prueba donde la temperatura, la radiación solar están debidamente controlados (Homer Energy, 2018). Las condiciones estándar de prueba, que comúnmente vienen especificadas en los módulos fotovoltaicos, son: radiación solar de 1 kW/m^2 , temperatura de la celda de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ sin viento y una

masa de aire de 1.5. Las condiciones de operación de los módulos fotovoltaicos en el sitio típicamente no son las mismas que las de prueba por parte del fabricante, por lo que el rendimiento del módulo fotovoltaico se ve afectado si cambian los parámetros, principalmente la temperatura de la celda que generalmente es mucho mayor.

Una forma de conocer el estado de operación de un módulo fotovoltaico y detectar posibles fallas de conexión o de la integridad del módulo es mediante la generación de las curvas corriente-voltaje del módulo. Si una celda se daña o se sombrea, se reduce la potencia entregada por el arreglo fotovoltaico lo cual se traduce en pérdidas económicas. La potencia entregada del módulo fotovoltaico queda establecida por la carga que esté conectada en sus terminales. El cambio en los valores de la carga permite establecer diferentes condiciones de entrega de potencia del módulo fotovoltaico lo cual permite obtener la curva corriente-voltaje del módulo. En este trabajo, del cuerpo académico de utilización de la energía, se presenta el análisis de los convertidores cd-cd básicos para la generación de la curva corriente-voltaje y potencia-voltaje de módulos fotovoltaicos. Se presentan resultados utilizando el paquete computacional PSIM para validar el análisis de los convertidores y continuar con el proceso de implementación.

Fundamentación teórica

La Figura 1 muestra una imagen de un módulo fotovoltaico de silicio policristalino de 255 W. Las dimensiones del módulo fotovoltaico son 1.662 m por 0.99 m. El módulo fotovoltaico contiene 60 celdas fotovoltaicas policristalinas.

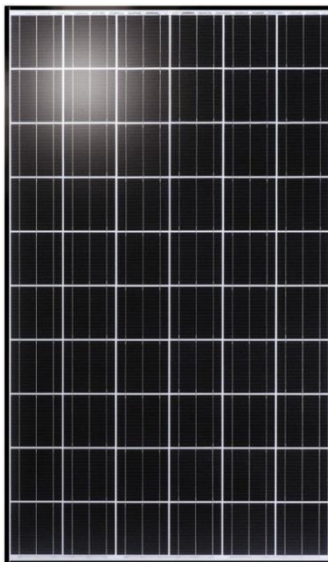


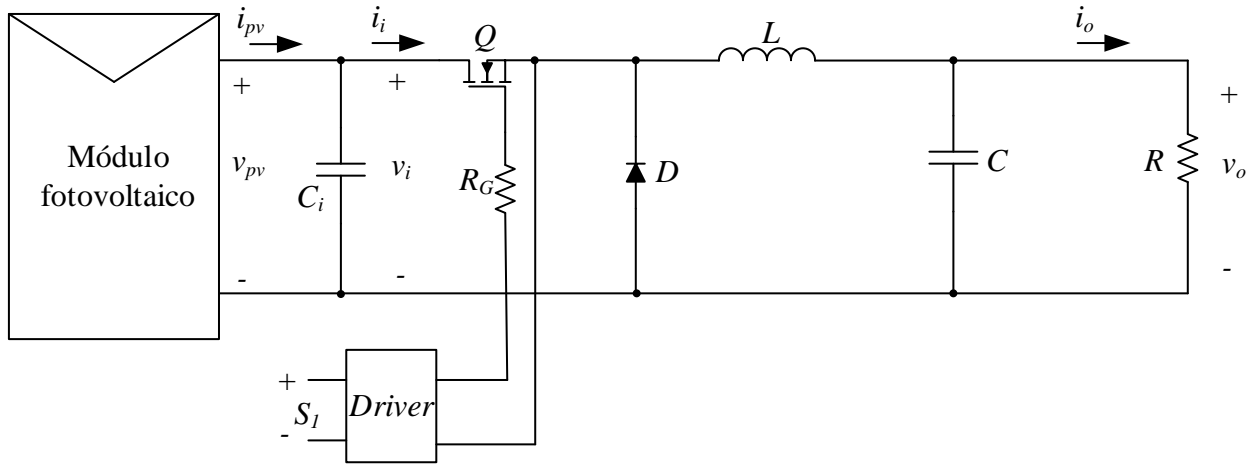
Figura 1. Módulo policristalino Kyocera (Kyocerasolar, 2018).

Las celdas fotovoltaicas en el módulo, están conectadas en serie para incrementar la capacidad de voltaje. Los parámetros principales dados por el fabricante en condiciones estándar de prueba son: potencia máxima, $P_{max} = 255$ W, voltaje óptimo de operación, $V_{mp} = 30.4$ V, corriente óptima de operación, $I_{mp} = 8.39$ A, voltaje de circuito abierto, $V_{ca} = 37.6$ V, corriente de corto circuito, $I_{cc} = 9.09$ A, eficiencia, $\eta = 15.4$ %.

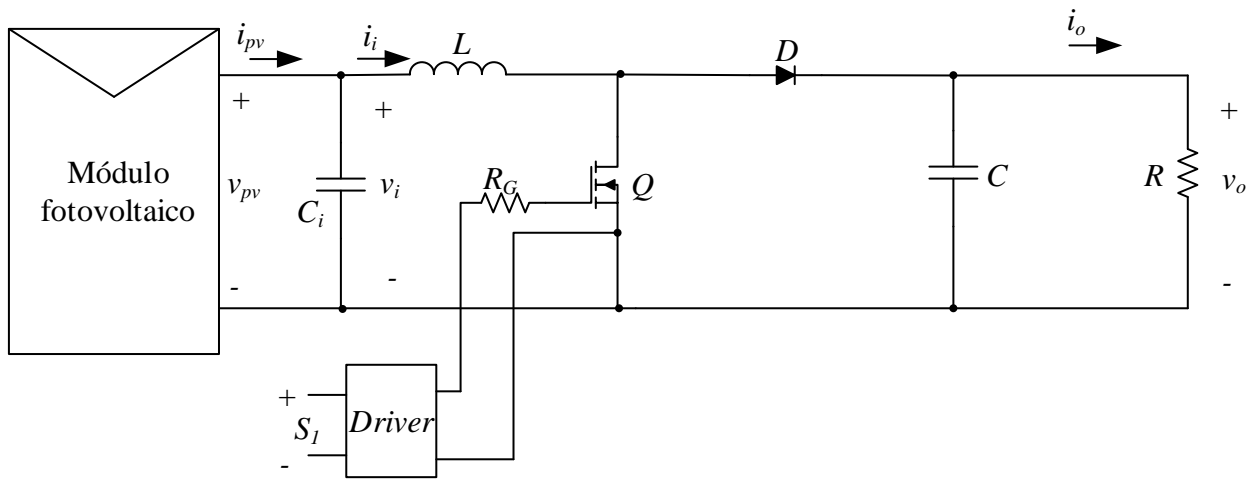
Los módulos fotovoltaicos se conectan en serie para incrementar la capacidad de voltaje y en paralelo para incrementar la capacidad de corriente. Para sacar la potencia del módulo fotovoltaico es necesario conectarle una carga entre sus terminales de salida. Esta carga puede ser un regulador de carga para una batería o algún circuito electrónico de potencia (convertidor cd-cd o inversor) que permita adecuar el voltaje y la corriente para poder entregarlo a una carga aislada o a la red eléctrica.

Los convertidores de cd-cd son circuitos electrónicos que utilizan dispositivos semiconductores de potencia para tomar un nivel de voltaje de corriente directa y entregar un voltaje con otro nivel que puede ser menor, igual o mayor que el voltaje de entrada y que depende de la topología utilizada.

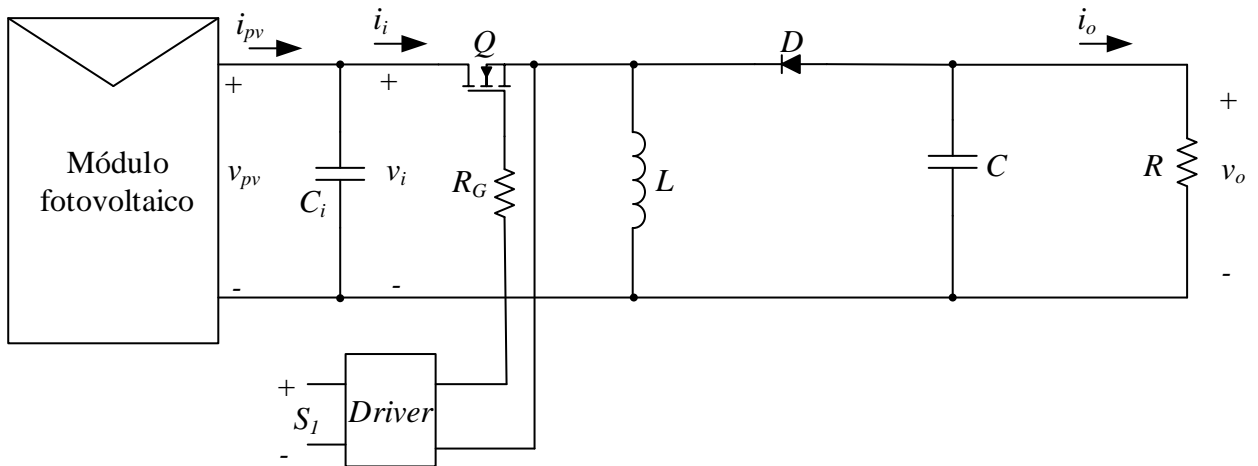
Los convertidores cd-cd básicos son: convertidor reductor, convertidor elevador y convertidor reductor elevador. La figura 2 muestra el diagrama de circuito de los convertidores básicos conectados a un módulo fotovoltaico y con una resistencia R como carga de los convertidores. En la parte izquierda de cada circuito se encuentra el símbolo del módulo fotovoltaico. En paralelo con el módulo fotovoltaico se conecta un capacitor de entrada C_i el cual se encarga de reducir el rizo de voltaje en el módulo fotovoltaico. En seguida del capacitor de entrada se conectan los convertidores cd-cd los cuales constan de dos dispositivos semiconductores que son: un transistor Q y un diodo D , asimismo se tienen dos elementos pasivos que son: un inductor L y un capacitor de salida C . Posterior a cada convertidor se encuentra la resistencia de carga R . El transistor Q recibe una señal de un circuito de disparo (*driver*) que lo lleva de la región de corte a la región Óhmica de tal forma que se comporta como un interruptor que se cierra o se abre dependiendo de la señal lógica S_I . Si la señal lógica $S_I=1$ se considera que el interruptor está cerrado. Si la señal lógica $S_I=0$ se considera que el interruptor está abierto. El análisis de los convertidores básicos se presenta en (Pérez Ramírez & Beristáin Jiménez, 2016). En la referencia previa se presenta el modelado y control de los convertidores cd-cd básicos así como de convertidores cd-cd más complejos.



(a) Convertidor reductor



(b) Convertidor elevador



(c) Convertidor reductor-elevador

Figura 2. Convertidores cd-cd: (a) reductor, (b) elevador y (c) reductor-elevador.

En (Pérez Ramírez & Beristáin Jiménez, 2016) se muestra el análisis para obtener los modelos de los convertidores, dichos modelos son: modelo conmutado, modelo promediado y modelo estático. Del modelo estático se tienen las funciones de transferencia de voltaje y de corriente de los convertidores. La tabla 1 muestra las ganancias de voltaje y de corriente de cada convertidor básico. Donde V_o , V_i , I_o e I_i son resultados del modelo estático y corresponden a valores de corriente directa.

Tabla 1

Funciones de transferencia de los modelos estáticos de los convertidores básicos

Topología	Ganancia de voltaje	Ganancia de corriente
Reductor	$\frac{V_o}{V_i} = K$	$\frac{I_o}{I_i} = \frac{1}{K}$
Elevador	$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1-K}$	$\frac{I_o}{I_i} = 1-K$
Reductor-elevador	$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{K}{1-K}$	$\frac{I_o}{I_i} = -\frac{1-K}{K}$

Donde K es el ciclo de trabajo dado por $\frac{t_{enc}}{T_s} = K$, t_{enc} es el tiempo de encendido del transistor, $T_s = \frac{1}{f_s}$ es el periodo de conmutación y f_s es la frecuencia de conmutación del transistor y del diodo, tal y como se indica en la figura 3. K puede tomar valores entre cero y uno, es decir $0 < K < 1$. La figura 3 muestra la relación que existe entre la señal lógica de activación de los transistores S_I y el ciclo de trabajo K . Se puede apreciar en la figura 3 que K coincide con el valor promedio de S_I en estado estable.

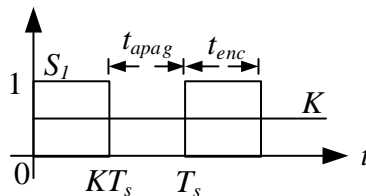


Figura 3. Señal lógica de conmutación y valor promedio en estado estable.

De la Figura 3, se obtiene el valor promedio de S_I que corresponde a K según la ecuación (1).

$$\frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} S_I dt = \frac{1}{T_s} \int_0^{KT_s} 1 dt = \frac{1}{T_s} [t]_0^{KT_s} = \frac{KT_s}{T_s} = K \quad (1)$$

La resistencia de entrada en corriente directa se define como la relación de la componente de cd del voltaje del módulo fotovoltaico, V_{pv} y la componente de cd de la corriente del módulo

$$\text{fotovoltaico, } R_i = \frac{V_{pv}}{I_{pv}}$$

En los tres convertidores $V_{pv} = V_i$ e $I_{pv} = I_i$.

La resistencia de entrada para el convertidor reductor es:

$$R_i = \frac{V_{pv}}{I_{pv}} = \frac{\frac{V_o}{K}}{I_o K} = \frac{\frac{V_o}{I_o}}{K^2} = \frac{R}{K^2} \quad (2)$$

La resistencia de entrada para el convertidor elevador es:

$$R_i = \frac{V_{pv}}{I_{pv}} = \frac{V_o(1-K)}{\frac{I_o}{(1-K)}} = \frac{V_o}{I_o} (1-K)^2 = R(1-K)^2 \quad (3)$$

La resistencia de entrada para el convertidor reductor-elevador queda como:

$$R_i = \frac{V_{pv}}{I_{pv}} = \frac{-\frac{V_o(1-K)}{K}}{-\frac{KI_o}{(1-K)}} = \frac{\frac{V_o}{I_o}(1-K)^2}{K^2} = \frac{R(1-K)^2}{K^2} \quad (4)$$

Como $0 < K < 1$ Se puede observar que en cada convertidor, es posible cambiar la resistencia de entrada en cd mediante la variación del ciclo de trabajo K conservando un valor fijo de R .

Para el convertidor reductor se puede observar en la ecuación (2) que cuando K tiende a uno, la resistencia de entrada R_i tiende al valor de la resistencia R y cuando K tiende a cero la resistencia R_i tiende a infinito. De lo anterior, se puede decir que el convertidor reductor tiene la capacidad de variar la resistencia de entrada desde un circuito abierto, la cual es la condición para obtener el voltaje de circuito abierto del módulo fotovoltaico, hasta el valor de R , es decir

$$R_i \in (\infty, R].$$

En el caso del convertidor elevador se puede observar en la ecuación (3) que cuando K tiende a uno, la resistencia de entrada R_i tiende a cero y cuando K tiende a cero, la resistencia de entrada tiende a R . De lo anterior se observa que el convertidor elevador tiene la capacidad de variar la resistencia de entrada en cd desde R hasta un valor que tiende a cero. Cuando la resistencia de entrada tiende a cero, se puede llegar a la condición de corto circuito del módulo fotovoltaico. Para este caso $R_i \in (R, 0)$.

Realizando el mismo análisis para el convertidor reductor-elevador, se puede observar en la ecuación (4) que cuando K tiende a uno, la resistencia de entrada tiende a cero y cuando K tiende a cero, la resistencia de entrada tiende a infinito. De la posibilidad de variar la resistencia de entrada del convertidor reductor elevador se observa que es posible acercarse a la condición de circuito abierto y a la condición de corto circuito del módulo fotovoltaico.

Metodología

Para la realización de este trabajo se sometieron a estudio los convertidores cd-cd básicos: reductor, elevador y reductor elevador para la generación de las curvas corriente-voltaje y potencia-voltaje de un módulo fotovoltaico de 255 W utilizando el software de análisis de circuitos electrónicos de potencia, PSIM. Para simular el módulo fotovoltaico se utiliza el modelo funcional de módulo fotovoltaico de PSIM. Para realizar la simulación se utilizan los parámetros de simulación de las tablas 2, 3 y 4 y para realizar la variación del ciclo de trabajo K entre cero y uno se utiliza una señal triangular con una frecuencia de 100 Hz, la cual es mucho menor que la frecuencia de conmutación f_s . Se muestran las gráficas corriente-voltaje y potencia-voltaje obtenidas mediante simulación y la discusión de los resultados.

Resultados y discusión

Los datos de la Tabla 2 se utilizaron para realizar la curva de corriente-voltaje y potencia-voltaje del módulo fotovoltaico. Los elementos utilizados están diseñados para las características del módulo fotovoltaico utilizado. Si se cambia el módulo fotovoltaico o si se utiliza un arreglo fotovoltaico, los valores de los elementos deberán ajustarse. El circuito electrónico podrá soportar cualquier cambio en los parámetros del módulo fotovoltaico como pudieran ser: la temperatura y la radiación solar.

Tabla 2

Parámetros utilizados para la simulación del convertidor reductor

Parámetro	Valor
f_s	50 kHz
V_{mp}	30.4 V
I_{mp}	8.39 A
V_{ca}	37.6 V
I_{ce}	9.09 A
C_i	123 μ F
L	20 μ H
C	69 μ F
R	0.7247 Ω

Para seleccionar el valor de la resistencia de salida R se consideró que el ciclo de trabajo K puede tomar valores entre cero y uno,

$$0 < K < 1 \tag{5}$$

De la ecuación (2) y (5) se tiene que:

$$0 < \sqrt{\frac{R}{R_i}} \text{ y } R < R_i$$

Por lo tanto se eligió que $R = \frac{R_i}{5}$

La Figura 4(a) muestra la curva corriente voltaje del módulo fotovoltaico. En esta curva se puede apreciar que el convertidor no logra alcanzar la corriente de corto circuito. La Figura 4 (b) muestra la curva potencia-voltaje del módulo fotovoltaico. En esta curva se aprecia la potencia máxima proporcionada por el módulo fotovoltaico.

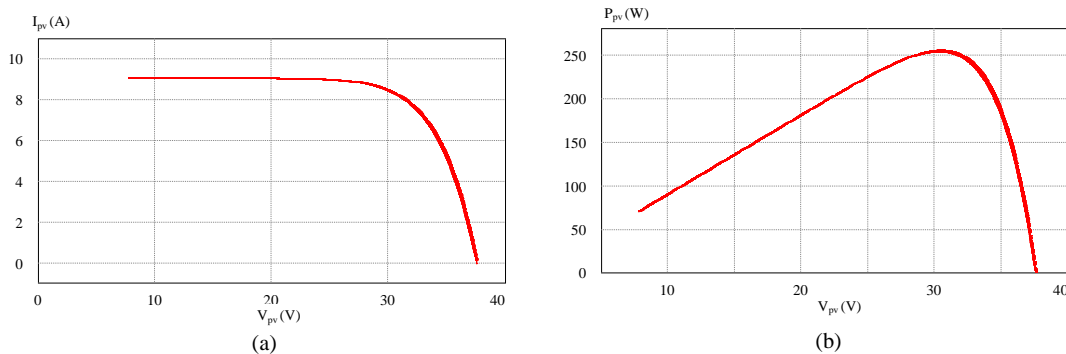


Figura 4. Curvas corriente-voltaje (I_{pV} - V_{pV}) y potencia-voltaje (P_{pV} - V_{pV}) del módulo fotovoltaico utilizando el convertidor reductor.

Para realizar la curva corriente-voltaje con el convertidor elevador se utilizaron los datos de la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros utilizados para la simulación del convertidor elevador

Parámetro	Valor
f_s	50 kHz
V_{mp}	30.4 V
I_{mp}	8.39 A
V_{ca}	37.6 V
I_{cc}	9.09 A
C_i	20 μ F
L	123 μ H
C	69 μ F
R	18.11 Ω

Para seleccionar el valor de R , de las ecuaciones (3) y (5)

$$\sqrt{\frac{R_i}{R}} < 0 \text{ y } R_i < R$$

Por tal motivo se consideró $R = 5R_i$.

La Figura 5 muestra las curvas de corriente-voltaje y de potencia-voltaje del módulo fotovoltaico. Se puede observar que el convertidor elevador puede alcanzar la condición de corto circuito del módulo fotovoltaico pero no tiene la capacidad de llegar hasta el circuito abierto.

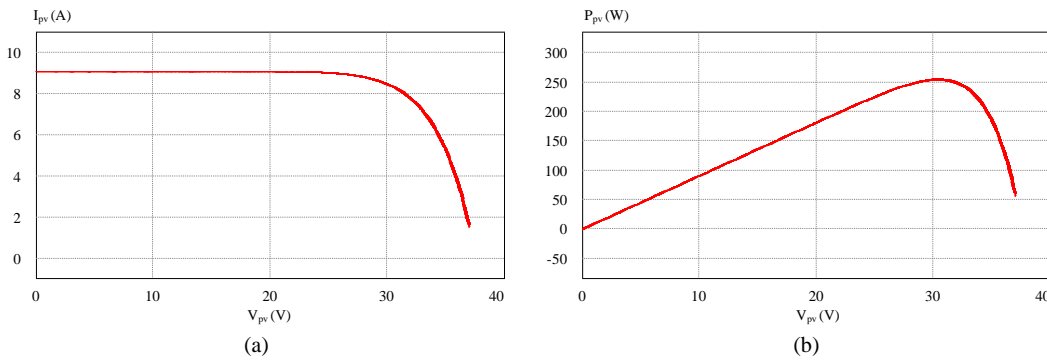


Figura 5. Curvas corriente-voltaje (I_{pv} - V_{pv}) y potencia-voltaje (P_{pv} - V_{pv}) del módulo fotovoltaico utilizando el convertidor elevador.

La Tabla 4 muestra los datos utilizados para realizar la simulación de la curva corriente-voltaje del módulo fotovoltaico utilizando el convertidor reductor-elevador.

Tabla 4

Parámetros utilizados para la simulación del convertidor reductor-elevador.

Parámetro	Valor
-----------	-------

f_s	50 kHz
V_{mp}	30.4 V
I_{mp}	8.39 A
V_{ca}	37.6 V
I_{cc}	9.09 A
C_i	123 μ F
L	20 μ H
C	69 μ F
R	3.6233 Ω

Tomando en cuenta la ecuación (4) se obtuvo el valor de R .

$$(R - R_i)K^2 - 2RK + R = 0$$

Se consideró $R=R_i$

La Figura 6 muestra las curvas corriente-voltaje y potencia-voltaje de un módulo fotovoltaico utilizando el convertidor reductor-elevador. Se puede observar que en este caso de han podido alcanzar tanto la condición de corto circuito del módulo fotovoltaico como la condición de circuito abierto.

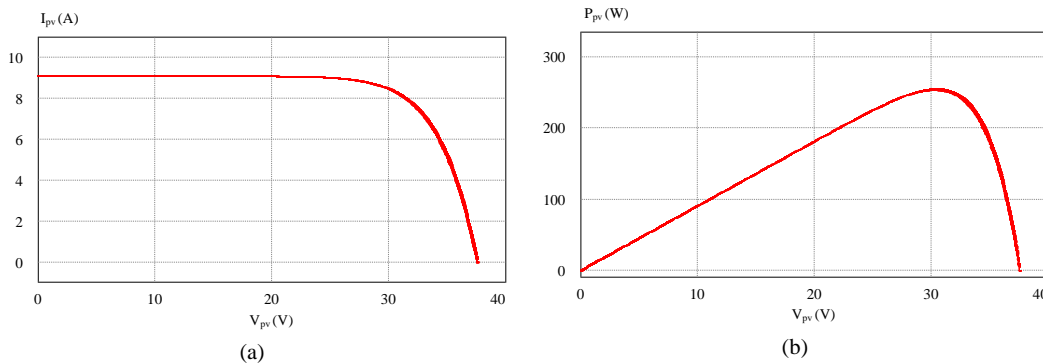


Figura 6. Curvas corriente-voltaje (I_{pv} - V_{pv}) y potencia-voltaje (P_{pv} - V_{pv}) del módulo fotovoltaico utilizando el convertidor reductor-elevador

De los resultados presentados en las Figuras 4 a 6 se muestra la capacidad de los convertidores reductor, elevador y reductor elevador para generar la curva corriente-voltaje y potencia-voltaje de un módulo fotovoltaico. Es claro que el convertidor reductor-elevador es la mejor opción para realizar esta actividad ya que puede llevar al módulo fotovoltaico desde la condición de corto circuito a la condición de circuito abierto pasando por el punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico. Cabe mencionar que los convertidores reductor y elevador no pueden realizar la curva completa de corriente-voltaje y de potencia-voltaje pero si pueden hacer gran parte de ella y tienen la capacidad de poder sustraer la máxima potencia del módulo

fotovoltaico por lo que son ampliamente utilizadas para diversas aplicaciones en circuitos con módulos fotovoltaicos.

Conclusiones

En este trabajo se realizó el análisis y simulación de los tres convertidores de cd-cd básicos para realizar la curva corriente-voltaje y potencia-voltaje de un módulo fotovoltaico, pudiendo validar mediante simulación la capacidad que tiene cada uno de ellos para reproducir dichas gráficas utilizando las resistencias de carga R adecuadas en cada caso. Los resultados de simulación se presentan utilizando los datos del fabricante, sin embargo cualquier cambio en las condiciones de prueba del módulo fotovoltaico pudieran ser fácilmente reproducidas por el circuito dado que se comporta, según el modelo estático, como una resistencia variable. Una vez que se ha realizado la validación mediante simulación, como trabajo futuro, se implementará en laboratorio un circuito basado en la topología reductora-elevadora con el fin de obtener resultados experimentales de la curva corriente-voltaje y potencia-voltaje de un módulo fotovoltaico.

Referencias

- Homer Energy. (2018, 05 17). Retrieved from sitio web de Homer Energy:
https://www.homerenergy.com/products/pro/docs/3.11/standard_test_conditions.html
- Iberdrola. (17 de Mayo de 2018). *Iberdrola*. Obtenido de sitio web de Iberdrola:
<https://www.iberdrola.com/conocenos/lineas-negocio/proyectos-emblematicos/plantas-energia-solar-fotovoltaica-mexico>
- Kyocerasolar. (2018, Mayo 17). Retrieved from sitio web de Kyocerasolar:
<http://www.kyocerasolar.eu/index/products/download/Spanish.html>
- Pérez Ramírez, J., & Beristáin Jiménez, J. A. (2016). *Electrónica de potencia: modelado y control de convertidores cd-cd*. Cd. de México: Pearson.

Área temática: Recursos Naturales

Capítulo IX. Análisis exploratorio de contaminación por Mercurio (Hg) en *Anadara grandis* de Bahía de Lobos, Sonora

José de Jesús Balderas Cortés, José Luis Antonio Solórzano Meza, María Mercedes Meza Montenegro, Iram Mondaca Fernández y María Judith Gilsamaniego Carrizosa
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. jose.balderas@itson.edu.mx

Resumen

Los desechos de la agricultura, minería y residuos industriales han dejado un legado de metales pesados, principalmente mercurio, en lagunas costeras, vertederos y suelos. Los moluscos bivalvos (ostras, mejillones y almejas) constituyen una parte importante de la producción pesquera nacional y en el sur del Estado de Sonora son parte de la alimentación y economía de los pobladores ribereños. El objetivo de este trabajo fue medir las concentraciones de Mercurio en la almeja *Anadara grandis* mediante espectrofotometría de absorción atómica para determinar si cumple con normas ecológicas nacionales e internacionales. Se colectaron muestras de almeja en Bahía de Lobos, Sonora, se transportaron al Laboratorio de Toxicología (CIIBAA-ITSON) y se determinó la concentración de mercurio mediante espectrofotometría de absorción atómica según la NOM-242-SSA1-2009. Aunque las cantidades de mercurio no sobrepasaron los parámetros internacionales (0.121 mg/kg), existe la presencia de este metal en todas las muestras seleccionadas.

Introducción

El estudio de metales pesados está documentado alrededor del mundo y es de gran importancia su monitoreo en matrices ambientales y biológicas, siendo estas últimas de carácter primordial debido a que pueden presentar concentraciones muchas veces más elevadas en los organismos marinos por su bioacumulación y biomagnificación en la cadena trófica (Avelyno *et al.*, 2018; Belabed *et al.*, 2018).

En investigaciones de monitoreo ambiental es prioritario la utilización de organismos centinelas como indicadores de contaminación ambiental. Se considera un organismo centinela a la biota iniciadora de cadena trófica como los peces y moluscos ya que tienen características especiales de bioacumular contaminantes (Sifi *et al.*, 2013).

Al detectar metales pesados en los moluscos podemos tener en contexto la contaminación por dichos metales en su hábitat y su bioacumulación en un contexto más amplio de lo que ocurre en el ecosistema del lugar (Bailon *et al.*, 2018).

El Mercurio (Hg) es un elemento químico de carácter neurotóxico, es de los elementos más estresantes, agresivos y dañinos para el desarrollo de la vida acuática, además de bioacumularse y biomagnificarse a través de la cadena trófica (Rumbold *et al.*, 2018; Chouvelon *et al.*, 2018). Los efectos adversos que puede causar son daños al sistema nervioso y reproductivo (Tong *et al.*, 2017).

Una característica especial del mercurio es que es lipofílico y tiene afinidad hacia órganos humanos, razón por la cual el cerebro es el más afectado (Ritger *et al.* 2018). El organismo analizado en este estudio es *Anadara grandis*, mejor conocida como Pata de Mula. Es una especie de carácter comercial y consumida en la zona de estudio por los pobladores de dicho asentamiento humano (Bahía de Lobos), además se comercializa en los alrededores del lugar, pudiendo afectar al ser humano (Chen *et al.*, 2008; Goutte *et al.*, 2014).

Por lo anteriormente mencionado el objetivo de este trabajo fue medir las concentraciones de Mercurio en *Anadara grandis* mediante espectrofotometría de absorción atómica para determinar si cumple con normas ecológicas nacionales e internacionales.

Fundamentación teórica

Los estudios medio ambientales suelen incluir la caracterización de agua y sedimentos, estos últimos son los más comunes debido a que en ellos la concentración de los metales suele ser varias veces más altas que las concentraciones en agua (Sprague y Vermaire, 2018). Una alternativa al monitoreo ambiental es el análisis de organismos marinos iniciadores de cadena trófica como los moluscos, utilizados como una herramienta de gran utilidad para determinar la contaminación del lugar de interés (Ward *et al.*, 2010; Reguera *et al.*, 2018).

El estudio de moluscos como bioindicadores de contaminación data desde finales de la Revolución Industrial, con este auge tecnológico el aumento de la demanda de metales trajo como consecuencia su incremento en el medio ambiente (Zarazúa *et al.*, 2011; Zambrano *et al.*, 2012; Zuykov *et al.*, 2013).

El Mercurio (Hg) es un elemento de carácter neurotóxico, es lipofílico, razón por la cual se bioacumula en los seres vivos y uno de los órganos que es principalmente afectado es el

cerebro (Levinton, 2014). Además tiene efectos negativos en la reproducción de los peces, presión sanguínea ocasionando la muerte (ATSDR, 1999). La mayoría del Mercurio (Hg) encontrado en el tejido de los peces y moluscos es en su forma más dañina y tóxica, metilmercurio (MeHg) (Nakamura *et al.*, 2014).

De todos los grupos de invertebrados, los moluscos son los más utilizados en monitoreos ambientales costeros por su función filtradora dado que acumulan los contaminantes en su organismo, además son fáciles de muestrear y manipular (Ruelas-Inzunza *et al.*, 2014). Los moluscos son considerados consumidores primarios y son el principal constituyente en los ecosistemas marinos. Por lo anterior son de gran utilidad para proyectar lo que sucede en el medio ambiente y poder tomar medidas precautorias (Briant *et al.*, 2018).

El Estado de Sonora es una región colindante con el mar y por lo tanto el consumo de mariscos es común y parte de la dieta local. Uno de los productos que más se consume son los moluscos, que por su función filtradora en el medio, suelen bioacumular metales pesados. El mercurio tiene efectos sobre la salud humana y su exposición por consumo a metilmercurio produce efectos neurotóxicos en adultos y toxicidad para los fetos (Alay *et al.*, 2012; Genchi *et al.*, 2017).

Bahía de Lobos, Sonora se encuentra en el Valle del Yaqui, cuna de la Revolución verde y lugar en donde se han empleado todo tipo y gama de plaguicidas y fertilizantes, estos mismos son considerados como los mayores contaminantes de Mercurio (Hg) al suelo (Alay *et al.*, 2012).

Metodología

Muestreo biológico

Como se observan en la Figura 1, las muestras de molusco se recolectaron en bolsas de polietileno de 1 galón, se transportaron en hieleras a 4°C al laboratorio donde fueron almacenadas según marca la NOM-242-SSA1-2009.

*Análisis de *Anadara grandis**

Para el análisis de moluscos se tomaron individuos completos (Figura 1).



Figura 1. Muestra *Anadara grandis*.

Posteriormente se agregaron a un vaso de precipitado de 250 mL, se les adicionó 20 mL de HNO_3 al 70 %, los vasos se taparon con un vidrio de reloj y se calentaron en una parrilla eléctrica (Figura 2), sin dejar llegar a ebullición. Se procedió a filtrar el resultante de aproximadamente 5 mL por medio de un filtro Whatman No. 42 en un embudo de vidrio, todo se recolectó en un matraz volumétrico de 100 mL, se aforaron y se les determinó mercurio mediante la metodología de vapor frío por un espectrofotómetro de absorción atómica acoplado a generador de hidruros (EAA-GH), como lo marca la NOM-242-SSA1-2009.



Figura 2. Muestras de Pata de mula con HNO_3 al 70%.

Las muestras fueron analizadas mediante un espectrofotómetro de absorción atómica, marca Agilent technologies 200, series AA, acoplado a Generador de Hidruros (Figura 3).



Figura 3. Espectrofotómetro de absorción atómica, Agilent technologies 200, series AA, acoplado a Generado de Hidruros (EAA-GH).

Resultados y discusión

Comparación de las concentraciones medias en este estudio con normas mexicanas e internacionales

Los resultados de las concentraciones medias de *Anadara grandis* en este estudio fueron de 0.121 mg/kg. En México no existe legislación que establezca un límite máximo permisible de Mercurio (Hg) en moluscos para consumo humano.

En Europa, Nueva Zelanda y Australia la legislación permite una concentración de 0.5 mg/kg para consumo humano, mientras que en Estados Unidos se permite hasta 1 mg/kg (Tabla 1 y Figura 4).

Las concentraciones de Mercurio encontradas en el presente estudio no sobrepasan ninguna normatividad internacional para consumo humano. Más sin embargo éste es un elemento neurotóxico para el ser humano y fue encontrado en todas las muestras analizadas, cabe resaltar

que este es un estudio exploratorio, pero al ser encontrado el metal en el 100% de las muestras analizadas (Tabla 1 y Figura 4), se requiere de un estudio con un mayor número de muestras e inclusive de especies, para tener una perspectiva más amplia, al ser especies de consumo humano, hay que tomar las medidas necesarias en esta materia.

Tabla 1

Límites máximos permisibles de Mercurio (Hg) en moluscos para consumo humano en la legislación Mexicana e Internacional

Normatividad	Hg en moluscos mg/kg	Referencia
Mexicana	-/-	-/-
Europea	0.5	Normas de la unión Europea, 2014
Nueva Zelanda y Australia	0.5	FSANZ, 2014
Brasileña	0.5	Díaz, 2017
Sudafrica	0.5	Díaz, 2017
Suiza	0.5	Díaz, 2017
USA	1	Díaz, 2017
Este estudio	0.121	Este estudio

-/- La legislación Mexicana no establece límites máximos permisibles para el Mercurio (Hg) en moluscos destinados al consumo humano.

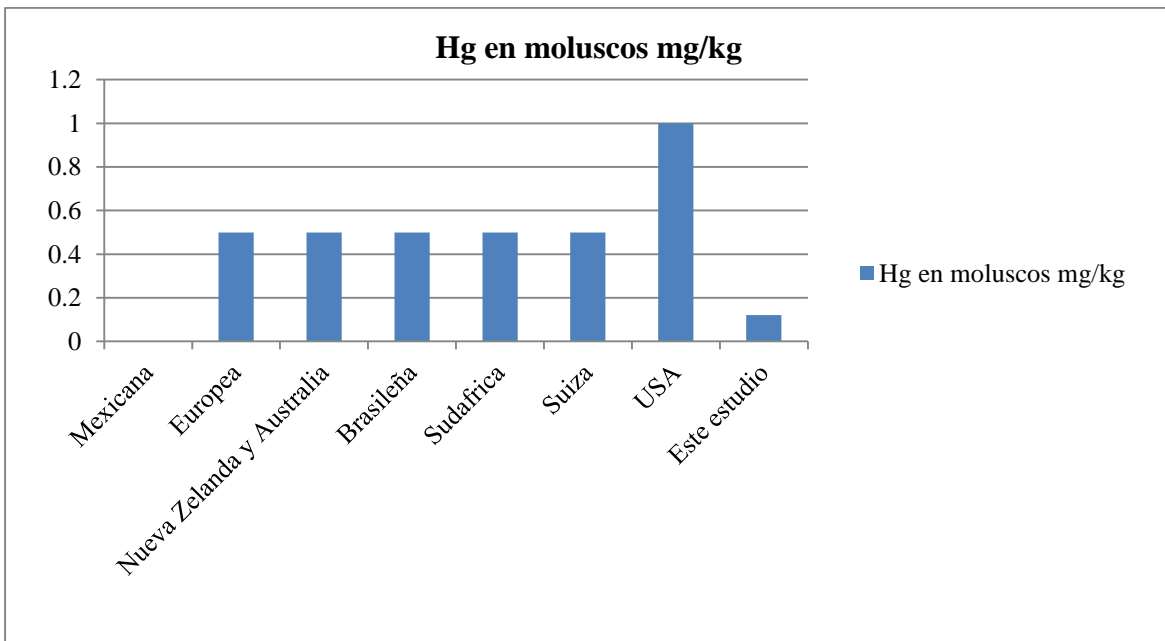


Figura 4. Comparación de legislaciones internacionales y nacionales de Hg con la media resultante de este estudio.

Comparación de las concentraciones medias de Hg en este estudio con trabajos similares en el mundo

La media de las concentraciones de Mercurio (Hg) en la almeja (*Anadara grandis*) proveniente de Bahía de Lobos, Sonora fue de 0.121 mg/kg. En comparación con trabajos realizados en otras partes del mundo, tenemos que en Ecuador un estudio realizado por Tobar *et al.*, (2017) cuantificó hasta 618 mg/kg en *Anadara similis*, 5,113 veces más que en este estudio (Tabla 2).

El lugar con las concentraciones más bajas se cuantificaron por Protasowicki *et al.*(2008) en Polonia (0.008 mg/kg) , en el molusco *Mytilus edulis*. Siendo nuestro estudio hasta 15 veces más alta la concentración (Tabla 2).

Comparando las concentraciones detectadas en Bahía de Lobos (Parte central del Golfo de California) con un estudio en la parte sur del Golfo de California realizado por Romo-Piñera *et al.* (2018), para la especie *Megapitaria squalida*, se detectó 0.07 mg/kg, siendo las concentraciones encontradas de este estudio en *Anadara grandis* hasta 1.7 veces más altas que las encontradas en *Megapitaria squalida* (Tabla 2).

Tabla 2.

Concentraciones medias de Mercurio (Hg) en moluscos de México y el mundo

Especie de molusco	Media Hg en moluscos (mg/kg)	Lugar	Referencia
<i>Anadara similis</i>	618.75	Ecuador	Tobar <i>et al.</i> , 2017
<i>Anadara tuberculosa</i>	364.38	Ecuador	Tobar <i>et al.</i> , 2017
<i>Crassostrea gigas</i>	0.12-0.27	España	Ochoa <i>et al.</i> , 2013
<i>Mytilus edulis</i>	0.008	Polonia	Protasowicki <i>et al.</i> 2008
<i>Megapitaria squalida</i>	0.07	México (Golfo de California)	Romo-Piñera <i>et al.</i> 2018
<i>Anadara grandis</i> (Este estudio)	0.121	México	Este trabajo

Conclusiones

Aunque las concentraciones de Mercurio (Hg) no sobrepasaron ninguna norma internacional es de gran importancia continuar con este tipo de estudios para tener un mejor conocimiento de la región. Además hay que ampliar el monitoreo de este elemento ecotóxico en otras especies de moluscos y peces como bioindicadores de contaminación.

Un aspecto de suma importancia en nuestro país es que no existe normatividad mexicana que establezca los límites máximos permisibles para Mercurio (Hg) en moluscos. Hay que tomar

en cuenta que aunque los resultados de este estudio no sobrepasan las normatividades internacionales hay que legislar una normatividad nacional.

Las concentraciones de Mercurio (Hg) en Bahía de Lobos son superiores a otros estudios realizados en México y en el mundo, por lo cual se sitúa como uno de los lugares más contaminados internacionalmente.

Por los resultados obtenidos se recomienda continuar con el estudio para poder determinar en un futuro el análisis de riesgo por consumo humano. Debido a que estas especies son de consumo humano y en localidades de bajos recursos económicos como lo es Bahía de Lobos, los productos de la pesca representa la principal fuente de alimentación de los habitantes de la localidad.

Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (1999). Toxicological profile for mercury, (March), 1–676.
- Alay, G. F., Lomas, M. N., Mallafre, J. M. L., y Roig, J. L. D. (2012). Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria. Editorial Diaz de Santos, S.A. Retrieved from <https://books.google.co.cr/books?id=XjgaxZ6FY7QC>
- Avelyno H. D., Shyama, S. K., Praveen, M. K. y Swizzle, P. (2018). The Backwater Clam (*Meretrix casta*) as a bioindicator species for monitoring the pollution of and estuarine environment by genotóxico agents. *Mutation Research Genetic Toxicology and Environmental*, 825, 8-14.
- Bailon, M. X., David, A. S., Park, Y., Kim, E. y Hong, Y. (2018). Total mercury, methyl mercury, and heavy metal concentrations in Hyeongsan River and its tributaries in Pohang city, South Korea. *Environmental Monitoring Assessment*, 190,274. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6624-4>
- Belabed, S. y Soltani, N. (2018). Effects of cadmium concentrations on bioaccumulation and depuration in the marine bivalve *Donax trunculus*. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 3, 19. <https://doi.org/10.1007/s41207-018-0054-0>
- Briant, N., Savoye, N., Chouvelon, T., David, V. et al. (2018). Carbon and nitrogen elemental and isotopic ratios of filter-feeding bivalves along the French coasts: An assessment of

specific, geographic, seasonal and multi-decadal variations. *Science of the Total Environment*, 613-614, 196-207.

Chen, C., Amirbahman, A., Fisher, N., Harding, G., Lamborg, C., Nacci, D. y Taylor, D. (2008). Methylmercury in marine ecosystems: spatial patterns and processes of production, bioaccumulation, and biomagnification. *EcoHealth*, 5, 399-408.

Chouvelon, T., Cresson, P., Bouchoucha, M. et al. (2018). Oligotrophy as a major driver of mercury bioaccumulation in medium-to high-trophic level consumers: A marine ecosystem-comparative study. *Environmental Pollution*, 233, 844-854.

Díaz, A. A. (2017). Metales Pesados: Revisión 2017. Secretaria de Estado de Comercio. CATICE de Valencia, España. Revisado el 07/05/2018 en:
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf&ved=2ahUKEwjS6aa69fTaAhUJ0oMKHbinDfgQFjAAegQIBhAB&usg=AOvVaw3SIZE_uGHNARnwwRv_o9i7

FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND (FSANZ). 2014. <http://www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx>

Genchi, G., Sinicropi, M.S., Carocci, A., Lauria, G. y Catalano, A. (2017). Mercury exposure and heart diseases. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 14(1):74.

Goutte, A., Bustamante, P., Barbraud, C., Delord, K., Weimeskirch, H. y Chastel, O. (2014). Demographic responses to mercury exposure in two closely-related Antarctic top predators. *Ecology*, 95, 1075-1086.

Levinton, J.S. (2014). *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford University Press, New York.

Normas de la Unión Europea. 2014. Unión Europea. Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. 25 pp. <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009. (2009). Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. Secretaría de Salud.

Nakamura, M., Hachiya, N., Murata, K. Y. et al. (2014). Methylmercury exposure and neurological outcomes in Taiji residents accustomed to consuming whale meat. *Environment International*, 68, 25–32.

- Ochoa, V., Barata, C., y Riva, M. C. (2013). Heavy metal content in oysters (*Crassostrea gigas*) cultured in the Ebro Delta in Catalonia, Spain. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(8), 6783–6792.
- Protasowicki, M., Dural, M. y Jaremek, J. (2008). Trace metals in the shells of blue mussels (*Mytilus edulis*) from the Poland coast of Baltic sea. *Environmental Monitoring Assessment*, 141, 329-337.
- Raimann, X., Rodríguez, L., Chávez, P. y Torrejón, C. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Revista Médica de Chile*, 142, 1174-1180.
- Reguera, P., Couceiro, L. y Fernández, N. (2018). A review of the empirical literatura on the use of limpets *Patella* spp. (Mollusca: Gastropoda) as bioindicators of environmental quality. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 593-600.
- Ritger, A. L., Curtis, A. N. y Chen, C. Y. (2018). Bioaccumulation of mercury and other metal contaminants in invasive lionfish (*Pterois volitans/miles*) from Curaçao. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 38-44.
- Romo-Piñera, A. K., Escobar-Sánchez, O., Ruelas inzunza, J. y Frías-Espericueta, M.G. (2018). Total Mercury in Squalid Callista *Megapitaria squalida* from the SW Gulf of California, Mexico: Tissue Distribution and Human Health Risk. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2271-2>
- Ruelas-Inzunza, J., Escobar-Sánchez, O. y Páez-Osuna, F. (2014). Mercury in fish, crustaceans and mollusk from estuarine areas in the Pacific Ocean and Gulf of Mexico under varying human pressure. In: Amezcua F, Bellgraph B (eds) *Fisheries management of Mexican and central American estuaries*. Springer, Dordrecht, pp 39–50
- Rumbold, D. G., Lienhardt, C. T. y Parsons, M. L. (2018). Mercury Biomagnification Through a Coral Reef Ecosystem. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s00244-018-0523-0>
- Sifi, K., Amira, A. y Soltani, N. (2013). Oxidative stress and biochemical composition in *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from the gulf of Annaba (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 7(4), 595–604.
- Sprague, D. D. y Vermaire, J.C. (2018). Legacy Arsenic Pollution of Lakes Near Cobalt, Ontario Canada: Arsenic in Lake Water and Sediment Remains Elevated Nearly a Century After Mining Activity Has Ceased. *Water Air and Soil Pollution*, 222, 87. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3741-1>

- Tobar, J., Ramírez-Muñoz, M., Fermín, I. y Senior, W. (2017). Heavy metals concentration in the bivalves *Anadara tuberculosa* and *A. similis* from estuary Huaylá, El Oro province, Ecuador. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 51(2), 97-116.
- Tong, Y., Wang, M., Bu, X. et al. (2017). Mercury concentrations in China's coastal waters and implications for fish consumption by vulnerable populations. *Environmental pollution*, 231, 396-405.
- Ward, D.M., Nislow, K.H., Chen, C.Y., Folt, C.L. (2010). Reduced trace element concentrations in fast-growing juvenile Atlantic salmon in natural streams. *Environ. Sci. Technol*, 44, 3245-3251.
- Zambrano, M., Prada, J., Arencibia, G. y Vidal, A. (2012). Bioacumulación de naftaleno y fluoranteno en el molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833). *Rev. Udca. Actual. Divulg. Cient*, 15(2), 283-290.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000200005
- Zarazúa, G., Tejada, S., Ávila, P., Carapia, L., Carreño, C. y Balcázar M. (2011). Metal content and elemental composition of particles in cohesive sediments of the Lerma River, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(3), 181-190.
- Zuykov, M., Pelletier, E. y Harper, D. A. T. (2013). Bivalve mollusks in metal pollution studies: from bioaccumulation to biomonitoring: review. *Chemosphere*, 93, 201–208.

Capítulo X. Contenido de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) aplicando métodos enzimáticos y solventes orgánicos

¹María Isabel Estrada Alvarado, ¹Luis Alberto Cira Chávez, ¹Laura Elisa Gassós Ortega, ¹Nayeli Aimé Martha Lucero, ¹Saúl Ruiz Cruz y ²Sergio de los Santos Villalobos

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, ²Laboratorio de Microbiología del Recurso Microbiano, Instituto Tecnológico de Sonora. Ciudad Obregón, Sonora, México. maria.estrada@itson.edu.mx

Resumen

Los antioxidantes naturales como el licopeno son recuperados utilizando solventes orgánicos que impactan el medio ambiente. Los beneficios para la salud hacen del licopeno una molécula interesante para estudiar su obtención utilizando las vías biotecnológicas como los métodos enzimáticos. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes vías de obtención de licopeno a partir de la post cosecha de *Solanum lycopersicum* (tomate) mediante el uso de enzimas hidrolasas en combinación con solventes orgánicos para identificar el tratamiento con mayor rendimiento del antioxidante. Se extrajo licopeno de cáscara, pulpa y semilla de tomate. Los extractos se incubaron con celulasa, pectinasa y mezcla de ambas enzimas. Posteriormente, se realizaron extracciones con etanol y acetona-éter, por separado. Se midió la absorbancia de licopeno por espectrofotometría a 400 y 420 nm para etanol y acetona-éter, respectivamente. El tratamiento con celulasa en cáscara de tomate y la extracción con acetona-éter produjo la mayor concentración de licopeno con 83.13 mg/100 g. Se logró obtener una mayor concentración de licopeno y disminuir el uso de solventes orgánicos en la extracción de licopeno utilizando un método combinado de hidrólisis enzimática y extracción con solvente.

Introducción

El licopeno es un pigmento carotenoide rojo brillante que le da el color a los frutos, está presente en vegetales como la sandía, el pomelo rosado, la papaya y el tomate. Este último es el que contiene mayor cantidad de licopeno (Zuorro *et al.*, 2011). Su fórmula química es $C_{40}H_{56}$ siendo de cadena abierta alifática formada por cuarenta átomos de carbono (figura 1). Además contiene trece enlaces dobles, once de ellos son conjugados. Esta propiedad hace que el licopeno sea una molécula muy reactiva frente al oxígeno y a los radicales libres (Cruz *et al.*, 2013; Grijalva-Contreras *et al.*, 2010). La importancia del licopeno reside en su actividad antioxidante. Esta cualidad se define como la capacidad para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, reaccionando con los radicales libres o secuestrando metales (Cruz *et al.*, 2013).

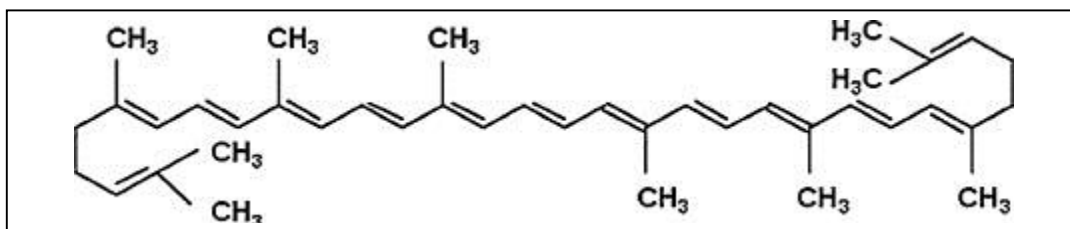


Figura 1. Estructura química de licopeno.

Fuente: Zuorro *et al.* (2011)

Los antioxidantes son moléculas que inhiben o retardan la oxidación de dos formas. Actúan captando radicales libres en la fase de iniciación del proceso de oxidación, en cuyo caso se denominan antioxidantes primarios (como los compuestos fenólicos). En esta fase destruyen a los radicales libres. Otro mecanismo de acción es por la unión a metales pesados, captación de oxígeno, conversión de hidroperóxidos a especies no radicales, absorción de radiación UV o desactivación del oxígeno singulete, siendo conocidos como antioxidantes secundarios (Zapata *et al.*, 2007).

El licopeno es el carotenoide más abundante en el tomate, pues comprende aproximadamente del 80 al 90% de los pigmentos presentes, por esta razón la concentración extraída corresponderá a esta proporción (Waliszewski & Blasco, 2010). El licopeno está presente principalmente en el tejido del pericarpio del tomate, situado en el compartimento de la celda de los cloroplastos. En este organelo, los cristales están asociados con la estructura de la membrana. Sin embargo, para llegar a esa membrana, es necesario romper la pared celular que brinda protección a la célula. Para ello se han utilizado celulasas, debido a que el mayor contenido de la pared celular es celulosa. Además en el caso del tomate y dependiendo de su grado de maduración, las pectinas presentes son hidrolizadas con pectinasas (Moritz, & Tramonte, 2006; García *et al.*, 2009).

Entre las tecnologías utilizadas para la obtención de licopeno, se utiliza la extracción con solventes orgánicos, tal es el caso de hexano y acetato de etilo. En ambos casos el empleo de solventes o síntesis química utilizando compuestos y derivados de petróleo deja un impacto ecológico (Zhao *et al.*, 2011). Un método viable para la obtención de licopeno es el uso de enzimas hidrolíticas que aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en

componentes más simples por reacción con moléculas de agua, como es el caso de las enzimas, celulasa y pectinasa, que hidrolizan la celulosa y pectina respectivamente, siendo parte de la pared celular de frutas y vegetales (García *et al.*, 2009). El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes vías de obtención de licopeno a partir de la post cosecha de *Solanum lycopersicum* (Tomate) mediante el uso de enzimas hidrolasas en combinación con solventes orgánicos para identificar la de mayor rendimiento del antioxidante.

Fundamentación teórica

El tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Su cultivo es considerado uno de los principales a nivel mundial debido a su elevado potencial alimenticio, además posee altos contenidos de licopeno, vitaminas A y C y compuestos bioactivos como los flavonoides (Willcox *et al.*, 2003). Actualmente estos compuestos del tomate son de gran interés por su alta capacidad antioxidante, y su asociación con la prevención de enfermedades del tipo carcinogénicas y cardiovasculares (Juroszek *et al.*, 2009).

Al día de hoy, el tomate es popularmente consumido crudo o procesado en todo el mundo. El aprovechamiento de los residuos derivados del cultivo del tomate, son de gran interés por su potencial para reducir la contaminación en el medio ambiente, así como por los beneficios en la salud de sus compuestos bioactivos. Es posible utilizar los residuos del tomate como materiales en el desarrollo y fabricación de compuestos innovativos (Kumcuoglu *et al.*, 2014). En particular, el licopeno del tomate tiene propiedades protectoras con función antioxidante. Es un componente importante en productos farmacéuticos y cosméticos utilizados contra cánceres como el de próstata y el epitelial, enfermedades cardiovasculares y cataratas, que podrían reducirse o prevenirse con el consumo de productos con alto contenido de licopeno (Tapiero *et al.*, 2004).

Metodología

Preparación de la muestra. Como materia vegetal, se utilizó tomate (*Solanum lycopersicum*) previamente congelado a - 4°C, la materia vegetal se separó en cáscara, pulpa y semilla. Se pesaron 5 g de cada fragmento en balanza analítica CITTIZEN.

Enzimas. Las extracciones enzimáticas fueron realizadas de acuerdo a la metodología propuesta por Choudhari & Ananthanarayan (2007) con modificaciones. Se utilizaron enzimas comerciales pectinasas, celulasas y una mezcla de ambas en concentración 1:1 (v/v).

Hidrólisis enzimática. Se homogenizaron los diferentes fragmentos del tomate (cáscara, pulpa y semilla) en 25 ml de buffer, añadiendo por separado las enzimas. Para celulasas se añadieron 1.5 mg, mientras que para pectinasas y mezcla enzimática se añadieron 1.5 ml. La incubación con celulasas se llevó a cabo durante 15 min a una temperatura de 55° C, para el caso de pectinasas y mezcla enzimática la temperatura fue de 60°C por 20 min. Posteriormente a la extracción con solventes, se enfriaron las muestras durante 15 min en hielo para la inactivación de los catalizadores biológicos.

Extracción de licopeno con solvente etanol. Se recuperó la materia vegetal del pretratamiento con enzimas y se le agregaron 20 ml de etanol al 70%. Se agitó a 100 rpm en un agitador con temperatura controlada durante 2 horas a 25°C. Posteriormente se filtró la mezcla al vacío, lavando la materia vegetal con 20 ml de etanol. El extracto se centrifugó por 5 min a 10,000 rpm a una temperatura de 25°C en una centrifuga eppendorf 5810R.

Extracción del licopeno con solvente acetona-éter. Al materia vegetal tratado enzimáticamente, se le adicionaron 40 ml de acetona-éter 2:1 (v/v) en un agitador con temperatura controlada durante 30 min a una temperatura de 25°C. Después se filtró la mezcla al vacío, lavando la materia vegetal con 10 ml de acetona-éter. Se repitió el lavado con otros 10 ml de acetona-éter. Posteriormente se recuperó el licopeno con 20 ml de éter.

Cuantificación de licopeno. La cuantificación del licopeno se hizo de acuerdo a la técnica descrita por López-Cervantes *et al.* (2014). Se midió la absorbancia de los extractos en un espectrofotómetro Thermo Scientific Genesys 10s, a una longitud de onda de 400 y 420 nm para los extractos con etanol y acetona-éter, respectivamente. Una vez obtenidos los valores de absorbancia se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo del rendimiento en gramos de licopeno por 100 g de muestra.

$$\text{mg de licopeno/100 g} = (A \times V \times DF \times 10/\text{g} + E) \times 100$$

Donde A es absorbancia, V es volumen, DF es Factor de Dilución, g son los gramos de muestra y E es el coeficiente de extinción molar.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron aplicando ANDEVA factorial y la prueba de comparación de medias de Diferencias Mínimas Significativas, con un nivel de confianza del 95% en el software STATGRAPHICS plus 5.1.

Resultados y discusión

En la Figura 2 se muestran los rendimientos del licopeno extraído con las hidrolasas en combinación con el etanol, observando que en la cáscara se encuentra el valor más alto del antioxidante, seguido por la pulpa. De los tratamientos enzimáticos, el de celulasa en cáscara fue el que liberó la mayor concentración de licopeno con 34.52 mg/100 g de tomate, seguido por la pulpa con 26 mg/100 g, aproximadamente. Chandra y Ramalingam (2011) obtuvieron menor concentración de licopeno en cáscara fresca, en concentración de 18 mg/100 g de tomate. Esto podría deberse al efecto del procesamiento enzimático y el calor aplicado que provoca el rompimiento de las paredes celulares y debilita las fuerzas de los enlaces entre el licopeno y la matriz del tejido. Además podría ocurrir la transformación de las formas isoméricas *trans* del licopeno, a *cis* (5-*cis*, 9-*cis*, 13-*cis* y 15-*cis*) (Cruz *et al.*, 2013).

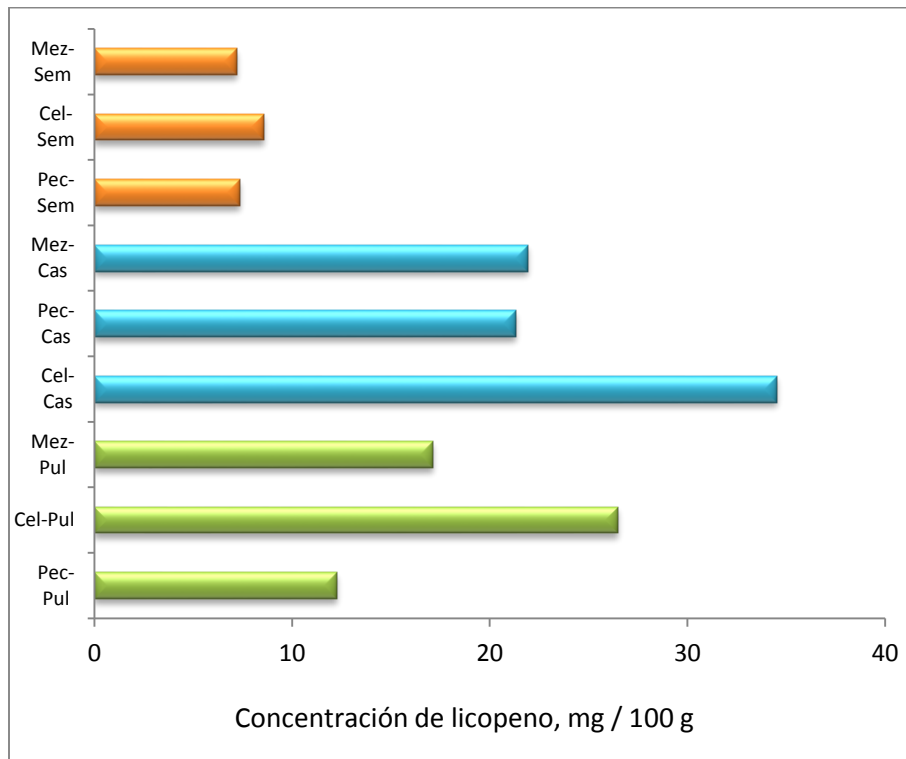


Figura 2. Cuantificación de licopeno en materia vegetal fresco extraído con etanol (en mg/100 g).

Tratamientos enzimáticos:

Mez-Sem = Mezcla de enzimas-semilla, Cel-Sem = Celulasa-semilla, Pec-Sem=Pectinasa-semilla
 Mez-Cas = Mezcla de enzimas-Cáscara, Cel-Cas = Celulasa-Cáscara, Pec-Cas=Pectinasa-Cáscara
 Mez-Pul = Mezcla de enzimas-Pulpa, Cel-Pul = Celulasa-Pulpa, Pec-Pul=Pectinasa-Pulpa

En la Figura 3 se muestran los resultados de la concentración de licopeno obtenido con la combinación de solventes acetona-éter (polar y no polar). A diferencia de la extracción con etanol, se observó que la cáscara del tomate concentra en mayor medida al licopeno en forma similar a la pulpa ($p>0.05$) y con menores concentraciones la semilla ($p<0.05$). De acuerdo a Grijalva-Contreras *et al.* (2010) estos resultados más altos obtenidos con la mezcla acetona-éter se explicarían por el carácter no polar de la molécula de licopeno que tiende a ser atraída por compuestos no polares como el éter. De los tratamientos enzimáticos el de celulasa fue el más efectivo produciendo 83.13 mg de licopeno /100 g de tomate. En la investigación de López-Cervantes *et al.* (2014), ellos obtuvieron una concentración de licopeno de 29.14 mg/100 g en tomate seco, suponiendo que el 80% del tomate es agua, se realizó una conversión resultando una concentración de 415.65 mg/100 g en tomate seco. Al comparar este resultado con el tratamiento de celulasa en cáscara (Cel-Cas), se observó que produce 3.5 veces más concentración de licopeno. Esto podría deberse principalmente a dos factores, la mezcla de solventes y el uso de enzimas.

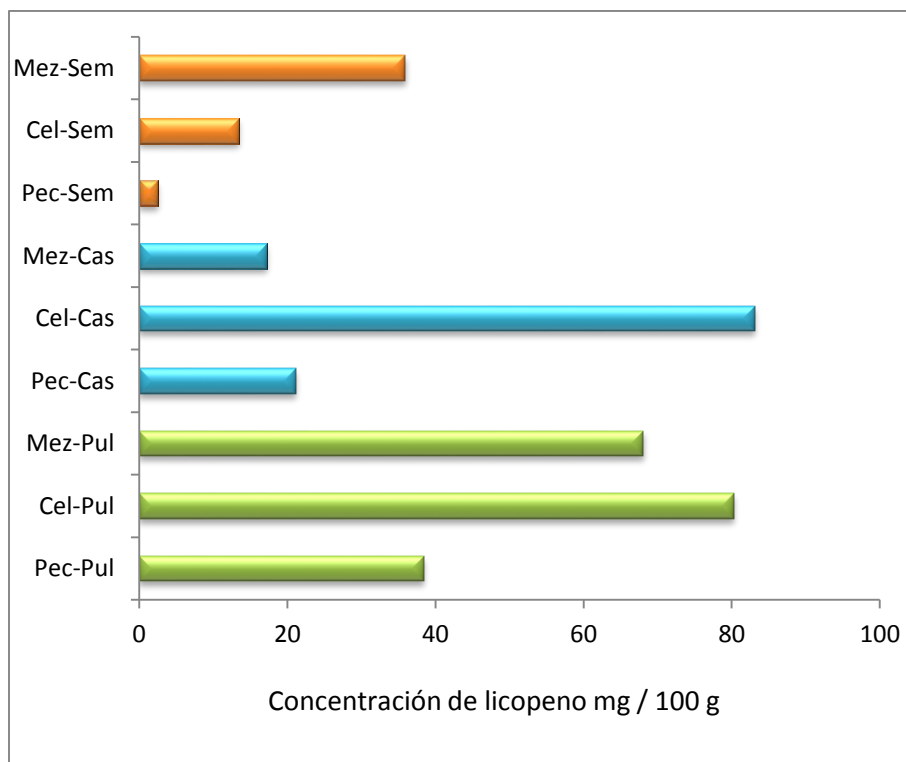


Figura 3. Cuantificación de licopeno en materia vegetal fresco con extracción con acetona-éter mg/100 g

Tratamientos enzimáticos:

Mez-Sem = Mezcla de enzimas-semilla, Cel-Sem = Celulasa-semilla, Pec-Sem=Pectinasa-semilla
Mez-Cas = Mezcla de enzimas-Cáscara, Cel-Cas = Celulasa-Cáscara, Pec-Cas=Pectinasa-Cáscara
Mez-Pul = Mezcla de enzimas-Pulpa, Cel-Pul = Celulasa-Pulpa, Pec-Pul=Pectinasa-Pulpa

Conclusiones

El tratamiento enzimático con celulasa, combinado con la extracción acetona-éter mostró el mayor rendimiento de licopeno. Se logró la disminución del uso de solventes y se aumentaron los rendimientos de la concentración de licopeno. En la evaluación de solventes, acetona-éter fue el que logró extraer la mayor concentración de licopeno. Asimismo, se identificó que el material vegetal con mayor contenido del antioxidante fue la cáscara, significativamente igual que la pulpa ($p < 0.05$).

Referencias

- Chandra, H. M., & Ramalingam, S. (2011). Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars. *Food Science and Biotechnology*, 20(1), 15-21.
- Choudhari, S. M., & Ananthanarayan, L. (2007). Enzyme aided extraction of lycopene from tomato tissues. *Food chemistry*, 102(1), 77-81.
- Cruz Bojórquez, R. M., González Gallego, J., & Sánchez Collado, P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1), 6-15.
- García Sahagún, M., Martínez Juárez, V., Avendaño López, A. N., Padilla Sahagún, M., & Izquierdo Oviedo, H. (2009). Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. *Revista fitotecnica mexicana*, 32(4), 295-301.
- Grijalva-Contreras, R. L., Macías-Duarte, R., Grijalva-Durón, S. A., & Robles-Contreras, F. (2010). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *Biotechnia*, 12(2), 20-28.
- Juroszek, P., Lumpkin, H. M., Yang, R. Y., Ledesma, D. R., & Ma, C. H. (2009). Fruit quality and bioactive compounds with antioxidant activity of tomatoes grown on-farm: comparison of organic and conventional management systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(4), 1188-1194.

- Kumcuoglu, S., Yilmaz, T., & Tavman, S. (2014). Ultrasound assisted extraction of lycopene from tomato processing wastes. *Journal of food science and technology*, 51(12), 4102-4107.
- López-Cervantes, J., Sánchez-Machado, D. I., Valenzuela-Sánchez, K. P., Núñez-Gastélum, J. A., Escárcega-Galaz, A. A., & Rodríguez-Ramírez, R. (2014). Effect of solvents and methods of stirring in extraction of lycopene, oleoresin and fatty acids from over-ripe tomato. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(2), 187-193.
- Moritz, B., & Tramonte, V. L. C. (2006). Biodisponibilidade do licopeno. *Rev Nutr*, 19(2), 265-73.
- Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58(2), 100-110.
- Waliszewski, K. N., & Blasco, G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública de México*, 52(3), 254-265.
- Willcox, J. K., Catignani, G. L., & Lazarus, S. (2003). Tomatoes and cardiovascular health.
- Zapata, L. M., Gerard, L., Davies, C., & Schwab, M. D. C. (2007). Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. *Ciencia, docencia y tecnología*, (35), 175-193.
- Zhao, H., Qian, M., Qin, Y. & Chen, Y. (2011). Optimization of the extraction process of Lycopene. *Chinese Journal of Bioprocess Engineering*. Vol. 9, (4):22-26
- Zuorro, A., Fidaleo, M., & Lavecchia, R. (2011). Enzyme-assisted extraction of lycopene from tomato processing waste. *Enzyme and microbial technology*, 49(6), 567-573.

Capítulo XI. Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de carnes de caballo comercializadas en el municipio de Cajeme, Sonora

Juan Francisco Hernández Chávez¹, Ramón Miguel Molina Barrios¹, Lourdes Mariana Díaz Tenorio², Jorge Alberto Robles Mascareño¹ y Mariana Encinas Fierros²

¹Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ²Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. juan.hernandez@itson.edu.mx

Resumen

Actualmente, la exigencia del consumidor de obtener alimentos inocuos y de alta calidad, es cada día mayor, así como el aumento del consumo de las carnes no convencionales como es el caballo, burro, búfalos de agua, entre otras. Por lo que muchas de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de la carne como el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con el manejo de los productos previos a su consumo que le garanticen al consumidor su calidad y seguridad. Por lo que el objetivo del trabajo fue determinar las características organolépticas y fisicoquímicas de la carne fresca de caballo producida en Cajeme, Sonora, utilizando protocolos analíticos para determinar su calidad. Para lograrlo, se tomaron 15 muestras refrigeradas de carne de caballo tratando de homologar la región anatómica del lomo. Las variables a medir fueron: pH, capacidad de retención de agua (CRA), pérdida por goteo (PG), color y esfuerzo a corte. Los resultados obtenidos para pH fue de 6.3, CRA 18.7 ± 4.5 %, PG 1.8 ± 1.8 % y para los valores de color fueron de: L* 28.7 ± 4.8 , a* 17.7 ± 3.5 y b* 17.9 ± 2.2 . En el análisis de esfuerzo a corte se utilizó la cuchilla Warner-Bratzler, con resultados de 4.5. Los resultados muestran indicadores de calidad positivos para la toma de decisión de compra de los consumidores de las muestras cárnicas de caballo.

Introducción

El consumo de la carne es tan importante ya que se trata de uno de los alimentos más nutritivos para los seres humanos, siendo fuente excelente de proteína con un alto valor biológico, rica en minerales y vitaminas. Esta proteína, proviene mayoritariamente de mamíferos. En este sentido se consume carne de animales domesticados para proveer alimento. De forma global, el consumo de carne está creciendo conforme crece la población mundial, siendo los países en vías de desarrollo los que influyen considerablemente en dicho crecimiento.

En nuestra cultura y en nuestro ámbito geográfico, económico y social el consumo de la carne ha sido siempre un elemento de prestigio. Aparte de la carne comercial, refrigerada o congelada, existen una infinidad de derivados cárnicos que permiten cubrir las necesidades proteicas y energéticas de la alimentación humana, además de satisfacer las necesidades del consumidor (Rodríguez, 2008).

En la cadena de producción-consumo de productos cárnicos, la relevancia del sector que comercializa la carne es clave para promover la salud y el consumo de cárnicos. Generalmente, es un sector poco tecnificado y sin acceso a información que le ayude a mejorar su servicio en beneficio propio y de sus consumidores. La mayoría de las instancias gubernamentales encargadas de promover la difusión del conocimiento en beneficio de la cadena de producción y consumo de carne, están siendo impulsadas en todos los niveles de gobierno. Esto en beneficio principalmente del consumidor y del sector productivo. Por eso el objetivo de este trabajo es determinar las características organolépticas de la carne de cerdo en diferentes puntos de venta de Ciudad Obregón, Sonora.

Planteamiento del problema

Actualmente el consumidor exige cada día mayor calidad en los productos que consume. Esto obliga a los productos y procesadores, de ofertar productos frescos que conserve sus características organolépticas óptimas, no importando el proceso de conservación que tenga la carne o productos cárnicos. Por lo que surge la siguiente pregunta:

¿La decisión de compra por parte de los consumidores de carne, se ve influenciada por las características fisicoquímicas y organolépticas que observan en los productos que se expenden en el punto de venta?

El objetivo es evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas de carnes de caballo en diferentes puntos de venta de Ciudad Obregón, utilizando técnicas analíticas objetivas para determinar su calidad.

Fundamentación teórica

Carne

El término “carne” se utiliza con diferentes significados, según el Código Alimentario Español, la denominación genérica de carne incluye la parte comestible de los músculos de los bóvidos, óvidos, suidos, cápridos, équidos y camélidos sanos, sacrificados en condiciones higiénicas. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) define carne como todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin. La carne

se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO, 2015a). La carne, por sus características, es un alimento de gran importancia para la alimentación humana.

Su consumo siempre se ha asociado al nivel de desarrollo económico, de modo que a mayor cantidad de carne consumida, más alto es el nivel de calidad de vida o índice de riqueza atribuidas a una población (Blandido, 2005). La carne es una excelente fuente de vitamina B1, o tiamina, la cual es esencial para un funcionamiento normal del sistema nervioso además de que promueve el crecimiento, ayuda a la digestión y asimilación de los alimentos (Olivas *et al.*, 2015).

La calidad de la carne es definida generalmente en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad “como producto comestible”, tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva (FAO, 2015b). La identificación visual de la carne de calidad se basa en su color, veteado y capacidad de retención de agua. El veteado consiste en pequeñas vetas de grasa intramuscular visibles en el corte de carne. El veteado tiene un efecto positivo en la jugosidad y el sabor de la carne. La carne debe presentar un color normal y uniforme a lo largo de todo el corte (FAO, 2015). El término calidad tiene significado diferentes según la percepción de los distintos agentes de la cadena de valor y varía entre el producto primario, el comerciante, las plantas de sacrificio, y el industrial procesador de productos con valor agregado, el carnicero y el consumidor. La calidad es el conjunto de características de un producto o servicio que satisfacen los deseos explícitos o implícitos del consumidor (Blandino, 2005).

Factores que afectan la calidad de la carne

Los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne y que son responsables del 90 % de los problemas de calidad, están considerados en dos etapas de importancia: *antemorte* y *postmortem*.

La inspección ante-mortem es el examen de los animales vivos que van a ser sacrificados para comprobar su buen estado de salud y normalidad fisiológica, o por el contrario, si presentan alguna anomalía que pudiera ser determinante de que las carnes que se van a obtener de ellos no son aptas para el consumo (García, 2006).

Los efectos generales de la alimentación animal sobre la composición química del músculo, están dados principalmente por cambios de la proporción de grasa; la severidad de estos cambios depende del plano nutricional al que se encuentran sometidos el animal. Comparando animales alimentados a grano vs pasto, las canales de bovinos alimentados a pasto exhiben 50% menos lípidos intramusculares y 2.2 menos de colesterol, sin que hubiese grandes diferencias en la composición de ácidos grasos. La suplementación como complemento de la dieta también puede afectar la composición muscular, dependiendo del tipo y duración de la misma (Blandino, 2005). En condiciones de clima templado con abundantes recursos alimenticios (maíz, soya, etc.).

El manejo de la alimentación animal permite compensar los efectos perjudiciales de la madurez fisiológica o edad cronológica sobre las propiedades organolépticas de la carne. Esto se debe básicamente a un incremento en el colágeno soluble de la carne, producto de la administración de dietas altas en energía que favorecen la síntesis de proteína y por ende, eleva la proporción de fibras de colágeno recién sintetizadas (Blandino, 2005).

En relación al sexo, los machos tienen menos grasa intramuscular que las hembras mientras que los miembros castrados de cada sexo tienen más grasa intramuscular que la que corresponde a animales sexualmente enteros. Comparando los miembros castrados de cada sexo, se ha visto que las grasas de depósito de los machos poseen una grasa más saturada que las de las hembras. Pero en sí el sexo no tiene tanta importancia en la calidad de la carne. Ya que el uso de androgenización prenatal en hembras o estrógenos en machos y castrados produce algunas mejoras en la canal pero no en la carne (Juárez, 2009). En el caso de los animales jóvenes, el sexo no influye mucho en la calidad de la carne, pero a medida que el animal crece y las características del sexo se acentúan, la estructura y composición de la carne se modifica. La carne de hembra tiene textura más fina que la del macho. Siendo así, el animal debe ser castrado joven antes que las características del sexo se desarrollen (Minioni *et al.*, 1986).

La selección genética apropiada combinada con un buen manejo es una herramienta para mejorar la eficiencia de los animales ya que se puede obtener un porcentaje de carne magra adicional y una mayor velocidad de crecimiento de tejido magro. Un 50 % de la calidad de la carne es responsabilidad del productor, y el otro 50 % del procesador. El productor es responsable de la selección de los genotipos, del cuidado y manejo apropiado hasta el momento de la entrega en la planta de sacrificio. La responsabilidad del procesador es la de perfeccionar las condiciones de sacrificio y post sacrificio para asegurar la calidad de la carne. Si los animales no

son manejados apropiadamente, la raza puede tener gran influencia en el desarrollo del músculo pálido, suave y exudativo (PSE). Lo que incrementa la presencia de PSE cuando el manejo ante mortem no es correcto, por ejemplo, cuando estos son transportados durante 90 min, la incidencia de músculo PSE alcanza un 24.4 % (Velazco, 2000).

La edad tiene una marcada influencia en la composición química de la carne, independientemente de la especie, raza y sexo. Al incrementarse la edad de la carne se produce cambios químicos en el músculo, aumentando la mayoría de los componentes diferentes al agua (Blandino, 2005). En general los jóvenes ofrecen carne de mejor calidad.

La etapa *postmortem*, uno de los principales aspectos a considerar en la calidad de la carne, es el pH a los primeros 45 minutos después de la muerte del animal. El pH final depende de la cantidad de ácido láctico producido. Es por esto, que en los animales sometidos a fatiga, ayuno y estrés antes del sacrificio, la cantidad de ácido láctico producido es poco, su pH será bajo, el pH de la carne de cerdo varía entre 5,3 y 6,9 (Lawrie, 2003). La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en calidad cárnica del porcino. La velocidad de reducción del pH y la temperatura a la que se produce afectan a la desnaturalización proteica en el músculo *postmortem*. Una caída rápida (hasta tres veces superior) de pH mientras la canal aún está a temperatura alta (>37°C) provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares. La caída hasta un pH cercano al punto isoeléctrico (5,0-5,1) de las proteínas musculares reduce considerablemente su capacidad de retener agua.

El resultado son carnes blancas y exudativas debido a la poca capacidad de retener líquidos, carnes PSE. Si la caída es insuficiente, el resultado es el contrario, carne dura, firme y seca (DFD, por sus siglas en inglés). Una carne DFD no presenta problemas de palatabilidad debido a su alta capacidad de retención de agua, siendo válida para elaborados. Sin embargo, presenta problemas de estabilidad y seguridad alimentaria.

Por otro lado, una carne PSE es totalmente inaceptable por el consumidor debido a su aspecto y palatabilidad. Entre estos dos casos anómalos extremos, es posible identificar diferentes categorías de calidad en función del resultado de diferentes parámetros.

La capacidad de tener el agua (CRA) el músculo o la carne, se define como la capacidad de su estructura para retener de manera firme su propia agua, o bien el agua añadida, durante la aplicación de una fuerza. En esta capacidad de retención de agua desempeñan un papel de cierta

relevancia el valor del pH muscular, puesto que los niveles elevados favorecen la capacidad de las proteínas para ligar molécula de agua cuando se encuentran alejadas de sus puntos isoeléctricos. Se trata de un parámetro con cierta relevancia desde un punto de vista organoléptico, nutritivo, y tecnológico: a) desde el punto de vista sensorial, incide en la textura, la jugosidad, el color y la dureza de la carne; b) desde el punto de vista nutricionales, puede originarse pérdida de agua, elementos minerales, vitaminas hidrosolubles, vitamina C; y tecnológicamente hablando, se produce goteo cuando sus valores de pH son bajos, o bien hinchamientos cuando son muy elevados (Gil, 2010).

La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Braña *et al.*, 2012).

La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Braña *et al.*, 2012).

La pérdida por goteo (PG), se define como la solución roja acuosa de proteínas que emerge encima de la superficie del corte muscular en un periodo de tiempo (horas o días). La pérdida de agua por goteo solamente mide el exudado de agua extracelular de la carne. El agua presente en la carne se encuentra distribuida en tres formas diferentes: 1. El agua ligada que representa un 4-5% y permanece fuertemente unida incluso cuando se le aplica al músculo una fuerza ya sea mecánica o de otro tipo; 2. El agua inmovilizada: que está ligada más débilmente y cuya liberación depende de la cantidad de fuerza física que se ejerce sobre el músculo y 3. El agua libre: que se mantiene únicamente por fuerzas superficiales y que es fácilmente desprendible. Esta última es la que tiene importancia durante el enfriamiento de la canal y el

subsiguiente almacenamiento debido a que es en ese momento cuando ocurren las pérdidas por evaporación y goteo (Forrest, 1979).

El color, también juega un papel fundamental en la calidad de la carne, ya que el consumidor es uno de los aspectos que elige y este dependerá, de la cantidad de pigmento mioglobina del músculo, por su concentración y el estado de óxido reducción, también está influido por la CRA, porque cuando tiene agua ligada absorbe radiaciones y refleja pocas, dando una impresión de carnes mucho más oscuras, mientras que cuando el agua está libre se refleja mayor proporción de la radiación, dando apariencia mucho más clara (López de Torre, 2001). El color también es una incidencia de la historia del animal del que procede, los músculos más oscuros contienen más hemoglobina y corresponden a los que se han ejercitado más vigorosamente y los que llevan vidas más sedentarias es mucho más claro (López de Torre, 2001). La carne fresca presenta en su interior el color rojo de la mioglobina. Al cortar la carne y entra en contacto su superficie con el aire, adquiere un tono más brillante, característico de la oximioglobina. Esta estabilidad depende especialmente de las cantidades de oxígeno y de sus sustancias reductoras presentes en los tejidos, ya que de existir la presencia de estos, se inicia la formación de la metamioglobina, que da a la carne un color pardo (Amerling, 2001).

La textura se describe como una característica que se relaciona con la cantidad de tejidos perimísico que rodea a cada haz de fibras y el tamaño de los haces, otros autores mencionan la textura como “la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista, el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. No se puede hablar de la textura de un alimento como una propiedad única de éste, sino que hay que referirse a los atributos o a las propiedades de textura de ese alimento.

En la dureza de la carne contribuyen tres tipos de proteínas; las del tejido conectivo, las de la miofibrilla y las del sarcoplasma (Lawrie, 2003). Las condiciones ante y pos mortem que incide en la duración del rigor mortis y la aparición de la maduración, son factores importantes de los que depende la textura y dureza de la carne. La jugosidad, la ternura o ternura determinan la textura de la carne; la jugosidad viene dada por el grado de infiltración de grasa, que evita la sequedad de la carne y la blandura define la facilidad con la que la carne se mastica; su antagónico es la dureza. Aquí influye la actividad fisiológica del animal, la cantidad de colágeno y grasa y la distribución de ambos, siendo más dura la carne cuando más abundante es en el

colágeno. Por el contrario, a mayor contenido en grasa más tierna es la carne (López de Torre, 2001).

Metodología

El presente estudio se realizó, en el Laboratorio de Autenticidad y Calidad de Productos Cárnicos del Departamento de Agronomía y Ciencias Veterinarias del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), en el periodo comprendido de Enero-Mayo del 2018. Las muestras cárnicas se obtuvieron partir de diferentes obradores familiares de la parte sur del Municipio de Cajeme y de Navojoa, Sonora. Se tomaron para su consideración 15 muestras de carnes de caballo de diferentes regiones anatómicas, especialmente de la grupa del animal (nalga). Se guardaron en refrigeración y otras se congelaran (las procedentes del Municipio de Navojoa).

Las siguientes variables que se analizaron fueron: pH, capacidad de retención de agua (CRA), pérdidas por goteo (PG), pH, color y esfuerzo al corte. Los resultados obtenidos para las mediciones de color, CRA, Textura y esfuerzo de corte, serán analizados con medidas de tendencia central. Se realizar un análisis de correlación entre variables medidas y gráficos de dispersión utilizando el software de EXCEL.

La metodología utilizada para la determinación de las variables pH, CRA y PG, fue la reportada por Olivas *et al.* (2015). Estas metodologías son específicas para carne de animales de abasto.

Para la medición de color se utilizó la metodología descrita por Alarcón *et al.* (2008), basado en el sistema CIELABTM (L^* , a^* y b^*), donde se utilizó un espectrocolorímetro Mini Scan EZ Modelo MSEZ-4500L (HunterLabTM).

La metodología que se utilizó para la medición del esfuerzo al corte de la carne, fue la reportada por Braña *et al.* (2011). Las muestras obtenidas se envolvieron en papel adherente y fueron almacenarlas por lo menos 5 días en condiciones de refrigeración (entre 0 y 4 °C). Previa a su refrigeración fueron sometidas al proceso de baño de agua hasta alcanzar la temperatura interna de 72 °C. Los resultados obtenidos para las mediciones de color, CRA, Textura y esfuerzo de corte, serán analizados con medidas de tendencia central. Se realizó un análisis de correlación entre variables medidas y gráficos de dispersión utilizando el software de EXCEL.

Resultados y discusión

Características fisicoquímicas

El pH de la carne es uno de los principales indicadores que determinan su calidad y puede alterarse por muchos factores relacionados con situaciones antes del sacrificio. Estas condiciones deberán de cuidarse una vez que el corte, provenientes de la canal del animal sacrificado, se transporte y se sitúa en los puntos de venta (de la Fuente, 2015). En este caso, las muestras analizadas fueron consideradas frescas, pero desde el sitio de muestreo se congelaron. Los valores promedios de pH en los análisis presentados, fue de 6.3 ± 0.11 con un CV de 1.5%.

Según Forrest *et al.* (1979), el pH ideal de la carne de animales domésticos, oscila entre 5.8 y 6.3., lo que concuerdan con los valores presentados en este estudio. Alarcón *et al.* (2008), discuten que el 100% de las carnes analizadas en su estudio, se clasifican como DFD, entrando en los rangos de 5.7 a 6.2. Los rangos para que las carnes de cerdos se consideren PSE, están en te 5.30 a 6. Los valores de este estudio, estuvieron por arriba del promedio para considerar que las carnes de caballo fueran clasificadas PSE.

En la Tabla 1, se observan los valores promedios de la CRA y PG de las muestras refrigeradas de caballo, siendo 18.7 ± 4.5 para el porcentaje de agua liberada por la proteína y de 1.8 ± 0.8 % del agua liberada por gravedad de las muestras analizadas (PG).

Tabla 1

Valores promedios de las características organolépticas de la carne refrigerada de caballo

CRA	PG	COLOR		
		L*	a*	b*
18.7 ± 4.5	1.8 ± 0.8	28.7 ± 4.8	17.7 ± 3.5	17.9 ± 2.2

N=15

Para la variable color, los valores de luminosidad en las superficie (L*) fue de 28.7 ± 4.8 , lo que indicaba una escasa luminosidad en la superficie de las muestras. Los valores a* y b* fueron 17.7 ± 3.5 y 17.9 ± 2.2 respectivamente (Tabla 1). Estos valores indican una coloración oscura y opaca con una resequedad en la superficie por la falta de agua (De la Fuente, 2015).

De la Fuente (2015), reportó promedios de CRA en muestras de borrego y res alrededor de 80%, muy similares a los reportado en este estudio. Para muestras de cerdo fue de alrededor del 87% de CRA. Estos resultados no pueden ser comparados con los obtenidos en este estudio,

ya que en México existe poca información referente a la caracterización de la carne de caballo, pero considerando los indicadores de las especies convencionales comúnmente comercializada y consumida en México, los resultados indican que la carne de caballo es equiparable con la calidad de las carnes de las especies de abasto que la gran mayoría de los mexicanos, consumen.

Para la PG los valores observados en la Tabla 1, son muy bajos para cualquiera de las especies cárnicas comerciales. Las muestras de caballo, no evidenciaron una alta pérdida de agua por gravedad, lo que está estrechamente relacionado con la alta CRA que tuvieron y al pH más cercano al 6. Lo que se puede considerar que las mayorías de las carnes analizadas, presentaron problemas de carne DFD (Morón y Zamorano, 2004).

Los valores promedio de L^* , evidencian una disminución de la luminosidad en la superficie del corte atribuible al problema tecnológico de la carne DFD. Lindahl (2005), discutieron valores para carne normal rojo, firme y no exudativa (RFN, por sus siglas en inglés) de L^* de 28.7 ± 4.8 , lo que se traduce como disminución de la luminosidad de estas muestras. Valores cercanos reportaron Qiao *et al.* (2006), con valores de L^* de 58.40 ± 5.41 . Los valores de a^* de las muestras, evidenciaron una coloración con tendencia a los tonos rojos, y los valores de b^* , una coloración a amarillos. Los valores de H^* y C^* , presentaron valores de tonalidad y saturación de la gama de colores rojos, características que el consumirlo encuentra atractivas en los cortes y por ende, decide la compra.

Al ser el color de la carne fresca el principal atributo que influye en la compra del consumidor, ya que se asocia con el grado de frescura y calidad, es importante establecer un método de referencia para la medición objetiva. Además se considera a los aspectos extrínsecos del producto como fresco, refrigerado y congelado. En cualquiera de estos productos, el color variará (De la Fuente, 2015).

El esfuerzo al corte es la fuerza por unidad de área que actúa tangencialmente en una superficie. La prensa de Warner-Bratzler es uno de los más utilizados el cual somete a la muestra a una deformación compleja debido a los esfuerzos mencionados (De la Fuente, 2015).

En cuanto a los resultados obtenidos de esfuerzo en corte en todas las muestras de carnes, solo se hizo una prueba debido a la disponibilidad del equipo dando resultados mayores a 4.5 kg/f. En este sentido, Vázquez *et al.* (2007), nos muestra una escala de Warner Bratzler, que nos indica que las carnes que se encuentran con valores menores a 6 kg/f, son carnes ligeramente tiernas y de acuerdo al dato que se obtuvieron podemos concluir que la carne de caballo es carne

ligeramente blanda. De la Fuente (2015), encontró valores muy similares de dureza en carne de borrego los reportado por este estudio en caballos (4.94 ± 6.86 Kg/f).

Conclusiones

Los valores de pH, CRA y PG estuvieron en un rango aceptable para la determinación de indicadores positivos de la calidad de la carne de caballo. Los valores de color y luminosidad, presentaron valores que el consumidor relaciona con la calidad de un buen producto, lo que puede ser un factor importante en la preferencia del consumidor. La dureza de carne resultó más blanda que las reportadas por estudios recientes en otras especies. Se recomienda un mayor número de muestras y adicionar los valores de textura completos.

Referencias

- Alarcón, A. Gamboa, J.B. Janacua, H. 2008. Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo. NACAMEH. Págs. 63-77.
- Amerling C. 2001. Tecnología de la carne; antología. Euned.
https://books.google.com.mx/books?id=9NweMkWe9VEC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (fecha de acceso: Mayo de 2015).
- Blandino H. Luis J. 2005. La industria de la carne Bovina en Centroamérica: situación y perspectivas. Servicios Internacionales para el Desarrollo empresarial S. A. Costa Rica. Pp 40
- Braña V. D., Vélez I. A., Espinosa J. A., Moctezuma L. G., Pérez D. M., Jolalpa B. J. L., Martínez T. G., Esparza C. A. L. 2012. Calidad en Puntos de Venta de Carne. Querétaro: Inifap.
- Castrillon, W., Fernandez, J., & Restrepo, L. (2007). Variables asociadas con la presencia de PSE (Palida blanda y exudativa) en canales de cerdo. *Colombiana de ciencias pecuarias*, 12.
- De la Fuente M., Gassos-ortega L., Díaz-Tenorio M. Hernández-Chávez J. 2015. Validación de protocolos analíticos para la determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de la carne fresca de ovino producida en el sur de Sonora. III Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Cd. Obregón, Sonora, México.

- FAO. (2015a). Producción y sanidad animal. Departamento de agricultura y protección del consumidor. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html> fecha de acceso; 6 de febrero del 2015. <http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad-einocuidad-de-la-carne/calidad-de-la-carne/es/> fecha de acceso; 6 de febrero del 2015
- FAO. (2015b), calidad de la carne. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html fecha de acceso; 6 de febrero del 2015.
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A. 1979. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 150-158 pp.
- García, B. 2006. Higiene e Inspección de Carnes I. Procedimiento recomendados e interpretación de la normatividad legal. Segunda Edición. Editorial Díaz Santos. Madrid, España.
- López de Torre G. Berta. M. y Carballo García, Antonio M. Vicente. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. (primera ed). Mundi-Prensa. Pp 112
- Gil Á. 2010. Tratado de nutrición. Segunda edición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid. Editorial medica Panamericana. Pp 32-42
- Juárez. C., O., Patricia. 2009. Tesis de Algunos factores pre sacrificio, durante el sacrificio que afectan el pH de canales de novillos para abasto. <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/50/1/Juarez%20Culebro%20Olga%20Patricia.pdf>.
- Lawrie, R. 2003. Ciencia de la carne (Cuarta ed.). España: Acribia.
- López de Torre G. Berta. M. y Carballo García, Antonio M. Vicente. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. (primera ed). Mundi-Prensa. Pp 112.
- Lindahl, G. 2005. *Colour characteristics of fresh pork*. Doctor's dissertation
- Minioni E. C., Magnani M. C., Sosa H. B., 1986. Preparación casera de productos porcinos; una alternativa para mejorar los niveles alimenticios y el ingreso de la población rural. Instituto interamericano de cooperación Para La agricultura.
- Morón, O., Zamorano, L. 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. Revista científica redalyc. Vol. 14 (1): 14-1.

- Olivas, G.J.A., Girón, J.C., Díaz, L.M., Munguía, J.A., Hernández, J.F. 2015. Monitoreo de carne de cerdo en diferentes puntos de ventas de ciudad Obregón Sonora para evaluar las características organolépticas. III Congreso Nacional de biotecnología y Ciencias Alimentarias.
- Oña B. C. M. 2012. MF0297_2: elaboración de preparados cárnicos frescos. Innovación y Cualificación, S. L.,
- Qiao, N. Wang, M.O. Ngadi, A. Gunenc, M. Monroy, C. Gariepy S.O. Prasher. 2006. Prediction of drip-loss, pH, and color for pork using a hyperspectral imaging technique
- Rodríguez V. M. 2008. Bases de la alimentación humana. Editorial NETBIBLIO, S. L. Pp 88
- Vázquez, R. E., Ballesteros, H. H., Muñoz, C. A. 2007. Factores asociados con la calidad de la carne. I parte: la terneza de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Vol. 8(2): 60-65.
- Velazco, P. 2000. Factores que afectan la calidad de carne. Carnetec. 3:22-25.

Capítulo XII. Factores de adopción, conocimiento y abandono de la agricultura de conservación en el Valle del Mayo (Huatabampo, Sonora)

Maritza Arellano Gil, Carlos Armenta Lerma, Ofelda Peñuelas Rubio, Abel Alberto Verdugo

Fuentes y Catalina Mungarro Ibarra

Dirección de Recursos Naturales, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. maritza.arellano@itson.edu.mx

Resumen

La Agricultura de Conservación (AC) es una práctica sostenible y rentable que busca, principalmente, el mejoramiento del suelo y reducir costos de producción; aunque se han demostrado los beneficios de esta tecnología a nivel mundial; en México, el éxito de la AC ha sido limitado. En el Valle del Mayo, se cuenta, aproximadamente, con 4000 Ha con AC; sin embargo, no existe un registro exacto. El objetivo de este estudio fue identificar los factores de adopción, conocimiento y abandono del sistema de Agricultura de Conservación en el Valle del Mayo (Huatabampo, Sonora); para lo cual, se aplicó un instrumento de 15 reactivos a una muestra aleatoria de productores agrícolas de la zona. Se logró determinar que es mayor la cantidad de productores que tienen conocimiento acerca de la AC, solamente un 3% de los productores, actualmente, trabaja con AC; sin embargo, la información con la que cuentan es insuficiente, ya que existen productores que no comprenden que se puede sembrar sin arar y se obtienen iguales o mejores resultados que la siembra convencional. El abandono de la AC muestra un índice bastante elevado, entre los motivos destacan: el ganado suelto, utilización del rastrojo como alimento, parcelas rentadas, falta de maquinaria, falta de perseverancia y desánimo, y falta de apoyo. Los productores requieren información de personal certificado en AC, por lo que se recomienda establecer un módulo donde los productores puedan solicitar la asesoría requerida, ya que actualmente en Huatabampo, Sonora, no hay un lugar donde se ofrezca este tipo de servicio.

Introducción

Ante el aumento desmedido de la población a nivel mundial, los esfuerzos realizados para aumentar la producción de alimentos han dejado un considerable impacto en el ambiente. Las prácticas agrícolas convencionales, en las que no se procura una mínima labranza, han propiciado el deterioro del suelo destinado para la agricultura. Se cree que las actividades humanas en la agricultura, han acelerado la degradación del suelo, provocando pérdidas superiores a los 26 mil millones de toneladas de capa superficial de suelo por año. Los daños generados han tenido un impacto económico mayor a los 44 mil millones de dólares anuales en los rubros de salud del suelo, cuerpos de agua, infraestructura y salud. De seguir con este tipo de prácticas se pronostica la pérdida de rendimientos a un ritmo del 8% anual ante la falta de nutrientes y agua (Pimentel *et al.*, 1995).

El análisis de los daños causados por un mal manejo de los recursos agrícolas, han permitido proponer nuevos esquemas de producción en los que se procura la sustentabilidad. La agricultura de conservación tiene como objetivo conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través de la gestión integrada del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles combinados con insumos externos. Contribuye a la conservación del medio ambiente, así como a mejorar y mantener la producción agrícola (Verhulst, François, & Govaerts, 2015).

A pesar de las múltiples ventajas que conlleva la adopción de la agricultura de conservación, ésta ha tenido una adopción relativamente lenta por parte de los agricultores. La transición de la agricultura tradicional a una de conservación requiere de un cambio de paradigmas en los agricultores, una inversión inicial para la tecnificación del campo y el fomento de las prácticas de conservación por parte de las autoridades competentes en el área.

El objetivo del trabajo fue el de identificar los factores de adopción, conocimiento y abandono del sistema de Agricultura de Conservación en el Valle del Mayo (Huatabampo, Sonora), con base en una entrevista a los productores de la zona para reestructurar la manera en la que se promueve la AC y que más productores opten por adoptar dicho sistema.

Fundamentación teórica

La labranza es un conjunto de técnicas mecánicas aplicadas al suelo con la finalidad de modificar su estructura y acondicionarlo para la siembra, germinación de semillas y el desarrollo de las plantas (Martínez *et al.*, 2006). Se han descrito dos tipos de labranza: la labranza convencional y la labranza de conservación. La labranza tipo convencional o tradicional ha sido aplicada en la producción de cultivos que requieren una manipulación mecánica del suelo previo a la siembra. Con este tipo de sistema se procura favorecer la aireación a través de la homogeneidad en el acondicionamiento del suelo, facilitando, también, el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes, la reducción de plagas y malezas en superficie (Velásquez *et al.*, 2011). Por su parte, la labranza de conservación o mínima labranza, implica tareas que requieren una mínima manipulación mecánica al suelo. Igual que el anterior, se favorece la aireación con menos inversión y mezclado. La mínima labranza permite dejar residuos vegetales en la superficie, disminuyendo con ello el riesgo de erosión (Velásquez *et al.*, 2011).

La práctica de agricultura de conservación (AC) ayuda a mejorar los suelos, ya que se tiene un aumento de materia orgánica debido a que uno de sus principios fundamentales es dejar

el rastreo de la cosecha anterior sobre la superficie, de igual manera aumenta la actividad biológica y su porosidad, lo que mejora la infiltración y la disponibilidad de agua para la planta. Además disminuye la erosión y la humedad del suelo, contribuyendo a mejores rendimientos (Sommer *et al.*, 2007; Wall, 2007; Kassam *et al.*, 2009). La limitación más importante donde se practica la agricultura de conservación es la carencia de los conocimientos para iniciar con la práctica. Debido a la diversidad de agroecosistemas, no existe un protocolo disponible para las prácticas agrícolas de conservación, y en algunos casos la información con respecto a los cultivos de cobertura que puedan ser adaptados a una localidad y que producen elevada cantidad de biomasa es a menudo escasa (FAO, 2002). Si bien la agricultura de conservación es considerada una práctica aceptada por los agricultores, aún hay diversos obstáculos que se deben tratar, entre ellos, el control de maleza, la carencia de animales de tiro, los altos costos de la maquinaria agrícola, y las ideologías de los productores (Vuelta-Lorenzo, 2011).

Metodología

Descripción del área de estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en el Valle del Mayo Huatabampo, Sonora. El municipio está ubicado al sur del Estado de Sonora, su cabecera es la población de Huatabampo y se localiza en el paralelo 26° 50' de longitud norte y el meridiano 109° 39' de longitud al oeste de Greenwich; a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Etchojoa; al noroeste con Navojoa y Álamos; al sureste con Sinaloa y al suroeste con el Golfo de California (Figura 1).

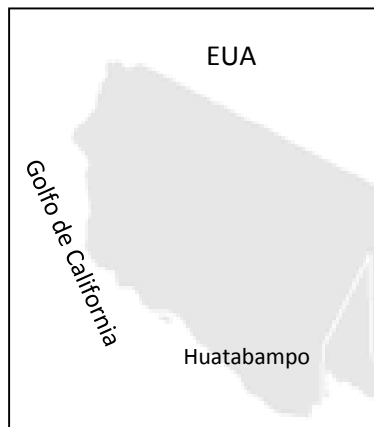


Figura 1. Localización del área de estudio.

El Municipio cuenta con una superficie de 1,933.2 km² que representa el 0.63% del total estatal y el 0.06 % con relación a la superficie nacional. La superficie destinada a la actividad agrícola es de 41,959 Ha, que representan el 36% del total de la superficie municipal, existen además, una red de canales que hacen posible el riego por gravedad y pozos profundos. Las características edafoclimáticas de la región (Cuadro 1), permiten el desarrollo de cereales, leguminosas y hortalizas; según la Junta Local de Sanidad Vegetal se expiden permisos para la siembra de 25 cultivos agrícolas: trigo, zacate, sorgo forrajero, alfalfa, berenjena, brócoli, calabaza, chile, coliflor, pepino, sandía, tomatillo, papa, tomate, maíz, frijol, garbanzo, sorgo grano, cártamo, maíz dulce, frijol ejotero, cebolla, chícharo, ajonjolí e higuierilla (JLSV Huatabampo, 2015).

Cuadro 1

Características edafoclimáticas presentes en el Municipio de Huatabampo

CLIMA	PRECIPITACIONES	SUELOS
- Semiseco, semicálido BW (h) hw (e)	- Período de lluvias se presenta en verano en los meses de julio y agosto.	- Solonetz Clak, parte central del Municipio, desplazándose por el litoral del Golfo de California.
- Temperatura media máxima mensual de 30.0° C en junio, julio y agosto.	- Precipitación pluvial media anual es de 327 mm	- Vertisol, se localiza al norte del Municipio.
- Temperatura media mínima mensual de 16.2°C en diciembre y enero.		- Yermosol, se localiza al sur del Municipio.

Fuente: H. Ayuntamiento de Huatabampo, s.f.

Tamaño de la muestra. El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de determinar el número de productores que siembran en el Distrito de Riego del Río Mayo S. de R.L. de I.P. y C.V. Este cuenta con 16 módulos de riego, de los cuales seis se encuentran en el Municipio de Huatabampo, Sonora. Se determinó el tamaño de la población de los seis módulos que hay en Huatabampo, Sonora, que son: Módulo No. 1, 5, 6, 7, 9 y 10, y se obtuvo un total de 4,870 Usuarios (Cuadro 2).

Cuadro 2

Módulos de riego del Distrito de Riego Río Mayo S. de R.L. de I.P. y C.V

Módulo	Usuarios Ejidales	Usuarios Particulares	Usuarios Total
1	653	430	1,083
5	321	600	921
6	472	374	846
7	1,132	63	1,195
9	286	91	377
10	355	93	448
Total	3,219	1651	4,870

Diseño experimental. El tamaño de la muestra (n) se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2(N)(p)(q)}{[E^2(N - 1)] + [Z^2(p)(q)]}$$

Donde:

N=4870

Z=90%=1.65

P=50%=0.5

q=50%=0.5

E=10%=0.1

Instrumento a utilizar. Se eligió la encuesta, ya que es una técnica que permite obtener datos empleando una muestra determinada representativa del objetivo de estudio, utilizando procesos estandarizados de interrogación, con el fin de ayudar a estudiar situaciones concretas, además de hacer predicciones futuras con base en la reacción de un segmento de población (Lerma, 2016).

Se empleó una encuesta de tipo “personal” que consiste en una entrevista en la que conversan dos personas, la persona encargada de realizar la encuesta le hace preguntas al encuestado para obtener la información necesaria para la investigación. Dicha encuesta se estructuró de tal forma que se elaboró un cuestionario formal (Figura 2) que consistía en preguntas diseñadas para obtener la información deseada (QuestionPro, 2017).

ESTA ENCUESTA SE HA DISEÑADO PARA SER APLICADA A PRODUCTORES QUE UTILIZAN LA TÉCNICA, LA HAN ABANDONADO Y TAMBIÉN A LOS QUE NO CONOCEN DE "AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN", CUYO OBJETIVO CONSISTE EN:

Conocer los factores de adopción, conocimiento y abandono de parte de los agricultores que están o han utilizado la tecnología aplicada a la Agricultura de Conservación (AC), en el Valle del Mayo (Huatabampo, Sonora).

Cabe mencionar que este trabajo es con fines netamente académico-investigativos sin fines de lucro. Por tal motivo agradecemos de antemano el tiempo que se nos destine para este fin.

Nombre: _____ No. Módulo: _____
 Lugar de residencia: _____ Fecha: _____

1 ¿Tiene conocimientos acerca de la práctica de AC?
 A) Sí
 B) No

En caso de responder "NO" pasar a la pregunta No.8.

2 ¿Alguna vez ha trabajado con AC?
 A) Trabaja con AC
 B) Trabajo con AC
 C) Nunca ha utilizado AC
 D) sin conocimientos en AC

En caso de responder inciso "C o D" pasar a la pregunta No.8.

3 ¿Cuál fue el motivo por el cual eligió AC?
 A) Mejorar el suelo
 B) Reducir costos
 C) Optimizar tiempo
 D) Todos los anteriores mencionados

4 ¿Recibe o recibió asesoría técnica de personal capacitado y certificado en AC para trabajar sus parcelas o usted lo hace?
 A) Sí recibo o recibí asesoría
 B) No recibo ni recibí asesoría
 C) Yo trabajo o trabajé de acuerdo a mis conocimientos sobre AC

5 ¿Toma en cuenta las indicaciones de los asesores técnicos en AC?
 A) Siempre
 B) Casi siempre
 C) Rara vez
 D) Casi nunca

6 ¿Me puede mencionar cuales son los principios que se aplican en la AC?

7 ¿En caso de haber abandonado el sistema me podría decir los motivos?

8 ¿Le interesa conocer los beneficios de la AC?
 A) Muy interesado
 B) Moderadamente interesado
 C) Poco interesado
 D) Nada interesado

9 ¿Estaría dispuesto a recibir más información de esta tecnología de AC?
 A) Muy dispuesto
 B) Moderadamente dispuesto
 C) Poco dispuesto
 D) Nada dispuesto

10 ¿Realiza rotación de cultivos?
 A) Siempre
 B) Regularmente
 C) Nunca

11 ¿Cuál o cuáles cultivos maneja?
 A) Trigo
 B) Maíz
 C) Frijol
 D) Hortalizas
 E) Otros _____

12 ¿Le preocupan los efectos negativos que se pueden ocasionar en el suelo debido a la labranza?
 A) Muy preocupante
 B) Algo preocupante
 C) Poco preocupante
 D) Nada preocupante

13 ¿Cuál es su sistema de producción actual?
 A) Agricultura convencional
 B) Agricultura con algún grado de tecnificación (Riegos presurizados o acolchados)
 C) Agricultura protegida (invernadero o casa sombra)
 D) Otros _____

¿Por qué elige trabajar con él?

15 ¿Cómo valora la AC?
 A) Muy buena
 B) Moderadamente buena
 C) Poco buena
 D) Nada buena

15 En caso de no estar interesado en el sistema ¿me podría indicar los motivos?

Pasar a la pregunta No. 9.

Figura 2. Encuesta aplicada a cada uno de los productores.

Resultados y discusión

Diagnóstico de productores del Valle del Mayo. Con un total de 67 productores encuestados la gran mayoría (82%) afirma que trabaja con agricultura convencional y algún grado de tecnificación (15%), mientras que solamente el 3% trabaja con agricultura protegida (Figura 3a); se percibieron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre las respuestas. La agricultura convencional es tradición o costumbre en la región, además se le considera práctica, económica y eficiente.

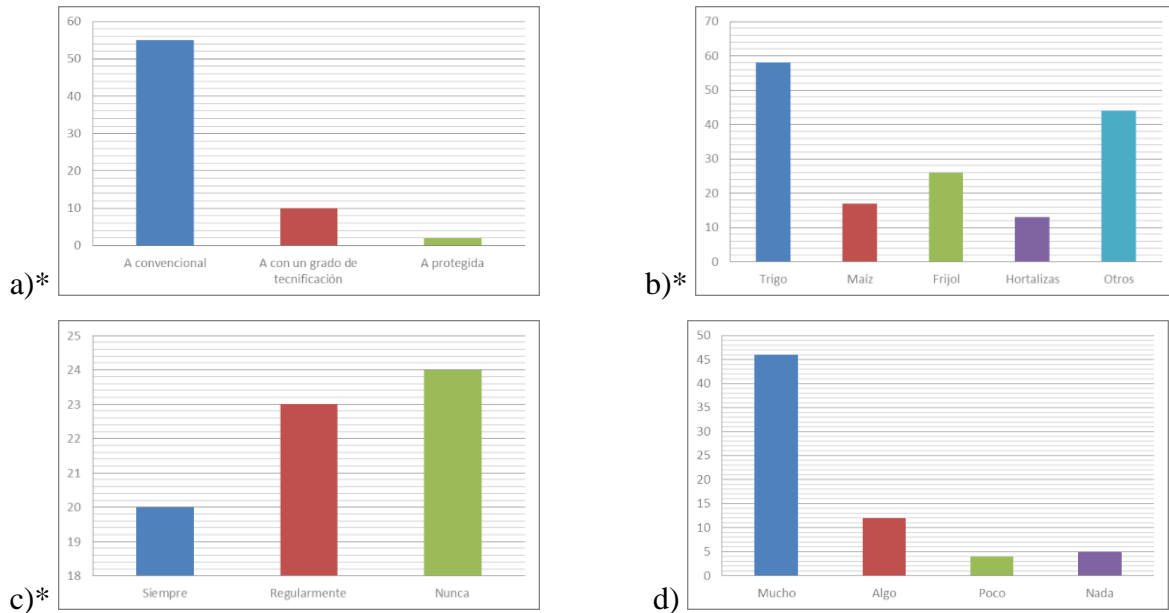


Figura 3. Diagnóstico de productores del Valle del Mayo: (a) sistema de producción, (b) cultivos que maneja, (c) rotación de cultivos y (d) preocupación por los efectos al suelo.
*diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

El trigo es el principal cultivo que se siembra en la región (37% de los encuestados), le sigue frijol (16%), maíz (11%) y en menor medida hortalizas (Figura 3b). Según el anuario estadístico de la producción agrícola (SIAP, 2016), en Huatabampo Sonora en el ciclo agrícola (OI y PV) 2016 se sembró una superficie de 40,309 Ha, la mayor superficie con trigo (31,850 Ha). El 30% de los productores siempre realiza rotación de cultivos, el 34% regularmente, y el 36% dice que nunca lo ha llevado a cabo (Figura 3c).

El hecho de que las dos terceras partes de los productores realizan eventualmente rotación de cultivos es un factor favorable para el posible establecimiento de la AC, dado que ya están familiarizados con ella; la rotación es imprescindible en la AC, especialmente si se trata de minimizar el uso de plaguicidas, ya que el monocultivo favorece las plagas y enfermedades a través del tiempo sin embargo, bajo AC no se retiran los residuos de cosecha por lo que es necesario que pase algún tiempo antes de repetir el mismo cultivo, las diferencias en los sistemas radiculares de las plantas en rotación genera un efecto sinérgico para el control de plagas, enfermedades, disponibilidad de nutrientes y para el enraizamiento (FAO, 2002).

Existe una gran preocupación concerniente al efecto de los sistemas de labranza en el suelo (69% de los encuestados), el 18% dice estar algo preocupado, el 6% opina que es poco preocupante y solamente el 7% dice no estar nada preocupado (Figura 3d). Es positivo que los

productores tengan en mente las consecuencias ambientales como la pérdida de suelos debida a la erosión por el agua y el viento en los sistemas convencionales de cultivo; además, la nula cobertura vegetal y baja materia orgánica aumentan la susceptibilidad a la compactación. En AC se mantiene el suelo cubierto con los residuos de la cosecha anterior permanentemente con el objetivo de proteger físicamente la superficie del suelo de la lluvia, el viento, del sol y alimentar la biota que se encuentran en el suelo. Los microorganismos y la fauna del suelo se encargan de aportar nutrientes al suelo (Silva y Moore, 2017; Díaz y Valencia, 2010; Espinoza *et al.*, 2007).

Factores de adopción de AC por productores del valle del Mayo. De los 67 productores encuestados el 61% tienen algún conocimiento acerca de la AC, mientras que el 39% desconoce acerca de la práctica (Figura 4a). De los 41 productores con conocimiento acerca de la AC, solo el 5% trabaja con AC, el 22% trabajó con ella y el 73% nunca la ha utilizado (Figura 4a). Es necesario difundir los aspectos básicos de la AC, considerando los canales de información a los que están expuestos los productores, carteles en las entradas de las instituciones u organizaciones más frecuentadas por los productores como pueden ser: UCAMAYO, JLSV HUATABAMPO, MODULOS DE RIEGO, SAGARPA, además establecer un módulo de información, envío masivo de correo electrónico, realizar foros, entre otros.

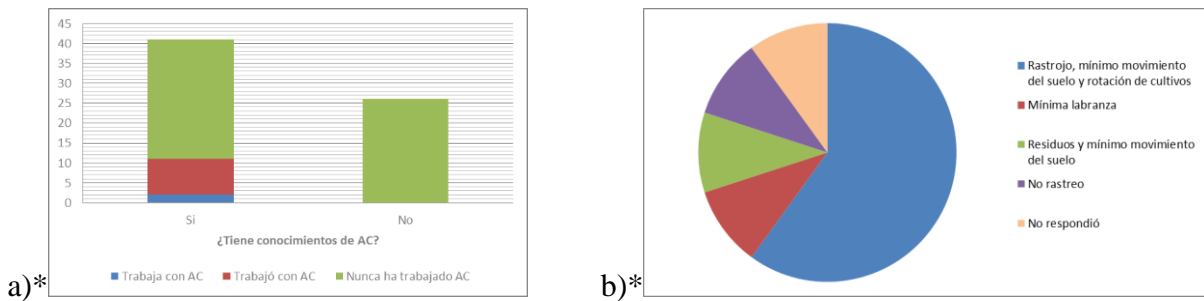


Figura 4. Productores del Valle del Mayo que tienen conocimiento y han trabajado con AC (a), principios de la AC que conocen (b). *diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Al profundizar en el conocimiento de los principios básicos de la AC, de las 10 personas que trabajan o han trabajado con AC, el 60% mencionó los tres principios, un 30% solo nombró uno de ellos y un 10% más omitió esta pregunta (Figura 4b). De acuerdo con los datos anteriores, se puede percibir que la mayoría de los productores que han trabajado o actualmente trabajan con la AC conocen en qué consiste esta práctica; sin embargo, el 40% no están manejando bien el sistema, lo más probable es que sea el principal motivo por el cual abandonaron la práctica o

bien, que en un futuro la abandonen; ésta es un área de oportunidad considerando que ya tomaron la decisión; es necesario reforzar las visitas de los asesores o el seguimiento de la parcela más a detalle.

Factores de abandono de AC por productores del Valle del Mayo. Los productores que en algún tiempo trabajaron con AC la abandonaron por múltiples razones, pudieron identificarse seis patrones generales de respuesta (Cuadro 3).

Cuadro 3

Motivos por los cuales los productores abandonaron la AC.

CATEGORÍA	FRECUENCIA
El ganado suelto les come el rastrojo	1
Utilización del rastrojo como alimento	1
Parcelas rentadas	2
Falta de maquinaria	2
Falta de perseverancia y desanimo	1
Falta de apoyo por parte del CIMMYT	1

Existen opciones para manejar los inconvenientes en cada uno de las causas de abandono: cercar parcelas y/o señalizarlas prohibiendo el paso de ganado, utilizar el 50% del rastrojo como alimento para ganado y el resto dejarlo sobre la superficie (Ramírez *et al.*, 2013); cuando se complementan agricultura y ganadería, una adecuada planeación de las actividades, además del uso de cultivos de cobertura doble propósito, mantener áreas permanentes de forrajes, desplazar temporalmente el ganado a otras áreas, descansos de pastoreo para favorecer la regeneración de los pastos y acumulación de la materia seca en la superficie (FAO, 2002).

Cuando las parcelas son rentadas y no es del interés el favorecer las propiedades del suelo, el simple análisis económico considerando la disminución de costos de producción, optimización del tiempo y el rendimiento, en el Valle del Mayo un alto % de las parcelas es rentada, sin documentos formales que avale el uso permanente del predio (Ramírez *et al.*, 2013).

La falta de maquinaria es en realidad desinformación ya que instituciones como CIMMYT brinda un apoyo prestando equipo de conservación a los productores que adopten AC, Además cuenta con personal que se encarga de transformar equipos de Agricultura Convencional a Agricultura de conservación sin costo alguno. La flexibilidad y creatividad de productores y técnicos será un factor importante en la motivación para adoptar y mantener ésta práctica en el campo, la adaptación de las técnicas a prueba y error son la mejor fuente de información (FAO,

2015). Estudios llevados a cabo en comunidades algodoneras de Zambia, señalan que el abandono de la AC no siempre refleja falta de satisfacción con la tecnología por sí misma, sino limitaciones prácticas para su implementación como: la disponibilidad de equipo, insumos complementarios o bien, operadores entrenados, además del acceso a compostas o fertilizantes especializados, los cuales son de distribución y aplicación difícil (Grabowski *et al.*, 2016)

Difusión de AC por productores del Valle del Mayo. La difusión juega un papel importantísimo en la adopción, conocimiento y abandono de la AC, y es de celebrar que el 69% de los productores se encuentra muy dispuesto para recibir más información (Figura 5).

Se conservaron los datos de contacto de los productores que estaban interesados en acudir a algún evento informativo, con el fin de proponerles a los principales promotores de AC (CIMMYT), realizar un foro para aclarar las dudas de los agricultores ya que en Huatabampo, Sonora no se cuenta con ningún modulo informativo al cual puedan acudir los productores a resolver sus inquietudes.

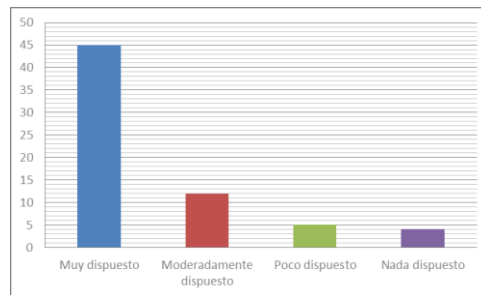


Figura 5. Disposición de productores del Valle del Mayo a recibir información sobre AC.

Conclusiones

El estudio indica que solamente un 3% de los productores actualmente trabaja con AC, quienes nunca la han utilizado, no cuentan con suficiente información y tienen muchas dudas; además, ignoran el apoyo que brindan ciertas instituciones. Están muy arraigadas tradiciones como arar antes de sembrar y no son abiertos a comprobar por sí mismos todas las ventajas que resultan al llevarla a cabo, por miedo al cambio o al fracaso. Quienes han abandonado la práctica no han considerado cabalmente los tres principios fundamentales de la AC, causa de no tener resultados esperados y consecuentemente el abandono, además de problemas con ganado suelto, utilización del rastrojo como alimento, parcelas rentadas, falta de maquinaria, falta de perseverancia y desánimo, y falta de apoyo.

Los productores requieren información de personal certificado en AC, se recomienda planear un foro con experiencias de productores o bien establecer un módulo donde los productores puedan solicitar la asesoría requerida ya que, actualmente, en Huatabampo, Sonora, no hay un lugar donde se ofrezca este tipo de servicio.

Referencias

- Díaz, R. y Valencia, F. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento bolo san isidro, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2(2), 7-17.
- Espinoza, Y., Lozano, Z. & Velásquez, L. (2007). Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo. *Interciencia*, 32(8), 554-559.
- FAO (2002). Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África. Boletín de suelos de la FAO No. 78. Roma.
- Grabowski, P., Kerr, J., Haggblade, S. & Kabwe, S. (2016). Determinants of adoption and disadoption of minimum tillage by cotton farmers in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 231, 54-67.
- Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F. & Pretty, J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(4), 292-320. doi:10.3763/ijas.2009.0477
- Lerma, S. (2016). Cómo elaborar una encuesta o cuestionario de investigación de mercados. enero 20, 2017, de Gestión.org Sitio web: <https://www.gestion.org/marketing/investigacion-mercados/31823/como-elaborar-una-encuesta-o-cuestionario-de-investigacion-de-mercado>
- Martínez, M., Jasso, C. & Hernández, J. (2006). Como producir sorgo y maíz con un enfoque de agricultura de conservación en la zona media de San Luis Potosí. México, INIFAP
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., ... Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201), 1117–1123. <https://doi.org/10.1126/science.267.5201.1117>
- QuestionPro. (2017). ¿Qué es una encuesta?. Febrero 21 2017, de Software para encuestas QuestionPro Sitio web: <https://www.questionpro.com/es/encuesta.html>

- Ramírez-López, A., Désirée, T. & Velasco-Misael, M. (2013). Factores de adopción y abandono del sistema de agricultura de conservación en los valles altos de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(2), 195-214.
- Silva, E. y Moore, V. (2017). Cover Crops as an Agroecological Practice on Organic Vegetable Farms in Wisconsin, USA. *Sustainability* 9, 55. doi:10.3390/su9010055
- Sommer, R. Patrick C. Wall, P. & Govaerts, B. (2007). Model-based assessment of maize cropping under conventional and conservation agriculture in highland Mexico. *Soil and Tillage Research*, 94(1), 83-100.
- Velázquez, G., Bahena, J., Báez, P. & Fregoso, L. (2011). La labranza de conservación y los indicadores de calidad de suelo en el Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. Folleto Técnico Núm. 29. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán. México. 56 p.
- Verhulst, N., François, I., & Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Programa de Agricultura de Conservación del CIMMYT en México.
- Vuelta-Lorenzo, D. (2011). La agricultura de conservación. Algunas consideraciones sobre la problemática de su implementación en la región del Caribe. *Ciencia en su PC*, 4, 1-13.
- Wall, P. (2007). Tailoring conservation agriculture to the needs of small farmers in developing countries: An analysis of issues. *Journal of Crop Improvement*, 1(2), 137–155.

Capítulo XIII. Análisis Estratégico de la Productividad Académica del CA Bioprocesos y Bioproductos del ITSON

Ana María Rentería Mexía¹, Denisse Serrano Palacios², Edna Rosalba Meza Escalante², Ruth Gabriela Ulloa Mercado¹, Lourdes Mariana Díaz Tenorio¹ y Pablo Gortáres Moroyoqui¹
¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, ²Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. ana.renteria@itson.edu.mx

Resumen

El Programa de Desarrollo del Profesorado (PRODEP) es un programa estratégico federal que nació originalmente en 1996 como Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP). Este programa está enfocado al perfeccionamiento de las actividades sustantivas del profesorado: docencia, investigación, gestión académica, tutoría y formación de grupos colegiados. Los cuerpos académicos (CA) son cuerpos colegiados integrados con catedráticos que aspiran a colaborar de acuerdo a líneas comunes de generación y aplicación del conocimiento. El cuerpo académico del Instituto Tecnológico de Sonora denominado *Bioprocesos y Bioproductos* (CA-BB) con registro PRODEP: ITSON-CA-46 actualmente tiene el grado En Consolidación. Para lograr el siguiente nivel de calidad en un corto-mediano plazo como grupo Consolidado, el CA ha realizado un análisis estratégico que pretende tomar las medidas pertinentes para que en la próxima evaluación se adquiera la categoría máxima o por lo menos mantener el mismo grado. El objetivo de este trabajo es evaluar la productividad académica del Cuerpo Académico *Bioprocesos y Bioproductos* para desarrollar acciones de mejora que conlleven a su promoción al nivel de Consolidado. Se realizó un análisis del estado actual del CA con respecto al marco de referencia de PRODEP, así como un análisis FODA. Entre las recomendaciones se estableció el seguir trabajando en forma colegiada, continuar desarrollando productos de calidad que impacten tanto a sus integrantes como al CA en conjunto. El plan de trabajo anual obtenido a través del presente análisis se orientó a que los integrantes del CA tengan una visión clara y firme en la búsqueda de la consolidación.

Introducción

El cuerpo Académico *Bioprocesos y Bioproductos* (CA-BB) con registro PRODEP: ITSON-CA-46 y que actualmente tiene el grado En Consolidación, se estructuró en marzo de 2013 como grupo disciplinar, con la integración de tres profesores definiendo la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) “Procesos Biotecnológicos: Ambiente, Alimentos y Salud”, cuyo objetivo es desarrollar, aplicar y optimizar bioprocesos para la obtención de bioproductos y servicios que impacten en áreas como ambiente, salud, farmacéutico, acuícola, pecuaria, agrícola y alimentos.

En septiembre del mismo año, se solicitó su registro ante PRODEP, otorgándose el Grado de “En Formación”. En julio de 2016, se integraron 3 nuevos PTC y además, se cuenta con la colaboración de un investigador, quien a partir del 1 de Noviembre de 2017 es cátedra CONACYT asignado al ITSON. Por lo tanto, el número de integrantes que participan actualmente en el cuerpo académico son 6 y 1 colaborador (Tabla 1).

Tabla 1

Integrantes del cuerpo académico en 2018

Integrantes	Campo de experiencia
Dr. Gortares Moroyoqui Pablo*	Biología Ambiental
Dra. Diaz Tenorio Lourdes Mariana	Biología Marina
Dra. Meza Escalante Edna Rosalba	Biología Ambiental
Dra. Serrano Palacios Denisse	Ingeniería Ambiental
Dra. Renteria Mexia Ana Maria	Nutrición y Alimentación
Dra. Ulloa Mercado Ruth Gabriela	Biología

* Líder del CA

Para septiembre de 2016 se sometió a evaluación el CVU del CA ante PRODEP y se logró avanzar al grado de “En Consolidación” con vigencia hasta noviembre de 2019, obteniendo el dictamen que a continuación se describe:

“El CA cuenta con buena producción de artículos y dirección de tesis, participación colegiada, etc. Sin embargo no todos los integrantes publican con su grupo de trabajo, a veces aparece un miembro del equipo como autor principal y no aparece como miembro integrante del CA. La recomendación es que todos participen para que se alcance el grado de consolidación ya que esa participación es clave”.

Por lo anterior, el CA ha tomado medidas estratégicas, para que en la próxima evaluación el grupo adquiriera la categoría máxima como grupo Consolidado o por lo menos mantener el mismo grado. El objetivo de este trabajo es evaluar la productividad académica del Cuerpo Académico *Bioprocesos y Bioproductos* para desarrollar acciones de mejora que conlleven a promoción de nivel consolidado.

Fundamentación teórica

El Programa de Desarrollo del Profesorado (PRODEP) es un programa estratégico federal que nació originalmente en el año de 1996 con el nombre de Programa de Mejoramiento del

Profesorado (PROMEP). La política nacional de esa época se enfocó al perfeccionamiento de las actividades sustantivas que realiza el profesorado en las IES: docencia, investigación, gestión académica, tutoría y formación de grupos colegiados. Los últimos se denominaron cuerpos académicos (CA) y se integraron con catedráticos que aspiran a colaborar en las tareas académicas de acuerdo a líneas comunes de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) (SEP, 2006; Silva y Castro, 2014).

El programa estaba dirigido a mejorar la calidad de la educación superior en México mediante el fortalecimiento de los cuerpos académicos y la superación del profesorado de las instituciones de educación superior (IES) adscritas al mismo. PROMEP inició entonces como un medio para elevar la calidad de la educación superior en nuestro país y sustentar la mejor formación de los estudiantes a través de la sólida formación académica del profesorado y su articulación en cuerpos académicos comprometidos con sus instituciones y alineados a los medios nacionales e internacionales de generación y aplicación del conocimiento. El principio básico era aumentar el nivel de habilitación del profesorado, con base en los perfiles adecuados para cada subsistema de educación superior; con ello, se pretendía elevar la calidad de la educación superior (ANUIES, 1996; Aquino et al., 2013)

La conformación de los cuerpos académicos inició conforme a las necesidades establecidas en el Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000, el cual establece dentro de los atributos deseables del profesorado el que los profesores deben constituir cuerpos académicos articulados en su interior y vinculados activamente con el exterior para desarrollar valores y hábitos académicos modernos. Por lo tanto, los cuerpos académicos fueron creados para fortalecer la producción y aplicación del conocimiento. Los cuerpos académicos se definen como “un conjunto de profesores-investigadores que comparten una o más líneas de investigación (estudio), cuyos objetivos y metas están destinados a la generación y/o aplicación de nuevos conocimientos, además de que a través de su alto grado de especialización, los miembros del conjunto ejerzan docencia para lograr una educación de buena calidad” (PROMEP 2013; Poder Ejecutivo Federal- SEP, 2007). De acuerdo con lo establecido por diversos autores, el cuerpo académico debe entenderse como una comunidad científica reducida que produce y aplica conocimiento mediante el desarrollo de una o varias líneas de investigación, y el trabajo en las mismas funciona como el elemento aglutinador de dicho equipo (López, 2010). Incluso otras instituciones federales destinadas a promover la generación de conocimiento como lo es el

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) establece la consolidación de los grupos de investigación (llámense cuerpos académicos) como uno de los factores que impactan el desarrollo científico del país (Conacyt, 2008).

La formación de equipos de trabajo y redes institucionales proporciona múltiples ventajas a sus miembros académicos, tales como las indicadas por Dill (1997):

- a) Contar con mejores condiciones para lograr una comunicación horizontal más sólida entre las diferentes dependencias universitarias.
- b) Disponer de una mayor integración vertical entre departamentos académicos y oficinas de la conducción central de la institución.
- c) Impulsar las unidades académicas a introducir cambios ya que las responsabilidades son compartidas.
- d) Reconocer que el trabajo en equipo requiere una mayor comunicación y compartir la información, por lo que los resultados tendrán más legitimidad.

Sin embargo, también se han reportado múltiples desventajas al trabajar en este tipo de grupos colegiados, tales como diferencias personales, dificultades en la redacción de escritos, limitada producción y heterogeneidad de productos, ausencia de coordinadores y/o expertos, limitaciones institucionales, inexperiencia de los integrantes, apoyo económico insuficiente por parte de las instituciones (financiamiento) y carencia de una formación en el manejo de bases de datos, entre otras (Zorrilla y Villa, 2003).

Las autoridades de educación superior establecieron los criterios que deben presentar los cuerpos académicos de acuerdo al tipo de educación superior, dependiendo del origen de las IES: universidades tecnológicas, universidades públicas e institutos tecnológicos. En el caso de las universidades públicas, el entonces PROMEP estableció que los cuerpos académicos deben contar con los siguientes atributos (PROMEP en el Diario Oficial de la Federación, 30-12-2007):

- Que presenten metas comunes para generar conocimientos, realizar investigación aplicada o desarrollos tecnológicos.
- La solidez y madurez de las líneas que cultivan.
- Que la generación de conocimientos, la investigación aplicada o el desarrollo tecnológico se realicen de forma colegiada y complementaria a través de proyectos innovadores cuya evidencia más sólida son los productos académicos que generan: libros, capítulos de

libros, patentes, prototipos, artículos indexados, artículos arbitrados, asesorías, consultorías, informes técnicos, obras de arte, etcétera.

- Que el número de sus integrantes sea suficiente para desarrollar las líneas propuestas. Mínimo deben ser tres integrantes y el número máximo está determinado por la comunicación e interacción eficaz y continua de sus miembros.

Con respecto al nivel de consolidación de los cuerpos académicos, los criterios complementarios son:

- La mayoría de sus integrantes tienen la máxima habilitación académica que los capacita para generar o aplicar innovadoramente el conocimiento de manera independiente.
- Cuentan con amplia experiencia en docencia y en formación de recursos humanos.
- La mayoría cuenta con el reconocimiento de perfil deseable, tienen un alto compromiso con la institución, colaboran entre sí y su producción es evidencia de ello.
- Demuestran una intensa actividad académica manifiesta en congresos, seminarios, mesas y talleres de trabajo, etc., de manera regular y frecuente, con una intensa vida colegiada, y sostienen una intensa participación en redes de intercambio académico con sus pares en el país y en el extranjero, así como con organismos e instituciones nacionales y del extranjero.

Con respecto a los objetivos que buscan los cuerpos académicos, el estudio desarrollado por López (2010) estableció tres componentes primordiales. El principal fue la producción de conocimiento, mientras que en segundo lugar lo que buscan los cuerpos académicos es solucionar problemas de la sociedad y en tercer plano estuvo la búsqueda de prestigio y credenciales académicas. Otros aspectos fueron la formación de recursos humanos de alto nivel (licenciatura, maestría y doctorado), una mayor eficiencia académica, un mayor impacto académico mediante el establecimiento de formas de trabajo colectivo, interdisciplinario e interinstitucional, y la consolidación de redes con otros cuerpos académicos.

Entre los diferentes análisis que se han realizado al programa, diversos autores han caracterizado a PRODEP como un programa que estimula la productividad académica con sistemas de incentivos, propicia la competitividad pero con diferenciación y desensibilización ética y humana, entre otros, ante la pérdida paulatina del poder adquisitivo del profesorado (Fernández, 1992; Clark, 2000). En México algunos otros autores indican que PRODEP propicia una creciente credencialización académica con dudosa consistencia escolar y pertinencia social

con el aumento de los posgrados, en vez de elevar la calidad de los procesos y productos académicos (Acosta, 2006). Otros investigadores indicaron el cambio de rol del profesorado como un empleado especializado que labora en pos de la productividad, pero sin imaginación o criterio independiente para satisfacer al cliente-estudiante en un campo académico subordinado a un discurso economicista (Porter, 2003).

Considerando las políticas de educación y los diversos hallazgos establecidos por los autores citados anteriormente al analizar los objetivos y criterios de evaluación de cuerpos académicos de PRODEP, es necesario un análisis estratégico de la productividad del cuerpo académico en cuestión en la presente investigación para establecer las acciones correspondientes que nos lleven a alcanzar el máximo nivel de calidad como grupo colegiado.

Metodología

La metodología que a continuación se presenta en este escrito, está basado en el análisis estratégico del CA de *Bioprocesos y Bioproductos* de forma colegiada por cada uno de sus integrantes que pertenecen a la unidad Centro y Náinari del Instituto Tecnológico de Sonora. A continuación hemos dividido en distintos pasos cada uno de estos análisis:

- 1) Realizar un análisis del estado actual del CA contra el marco de referencia que maneja el PRODEP.
- 2) Realizar un análisis FODA con la información básica del CA para determinar sus fortalezas, debilidades, Oportunidades y Amenazas.
- 3) Elaborar de forma colegiada entre los miembros del CA, los siguientes puntos importantes que llevarán a la consolidación del CA: *i)* estrategias; *ii)* metas a corto, mediano y largo plazo y *iii)* las acciones.
- 4) Analizar e interpretar los resultados.

Resultados y discusión

Análisis del CA con el Marco de referencia PRODEP

En este primer punto, se presenta los resultados de la metodología del análisis realizado al interior del CA y su comparación con el marco de referencia de PRODEP (Tabla 2). Lo

anterior con el fin de establecer estrategias que culminen en la promoción de nivel y en la elaboración de un plan de trabajo anual como se establece en el PROMEP (2013).

Tabla 2

Análisis del estado actual del CA comparado con marco de referencia PRODEP.

Marco de Referencia del PRODEP	Situación actual del CA	Observaciones
El CA cuenta con productos académicos reconocidos por su buena calidad y que se derivan de sus LGAC consolidadas.	12 artículos en revistas indizadas, 12 capítulos de libro y tesis terminadas: 32 de Licenciatura, 10 de maestría y 3 de Doctorado.	Se cumple. Se tienen 5 alumnos de maestría en proceso y 8 de doctorado.
Los integrantes del CA cuentan con amplia experiencia en docencia y en formación de recursos humanos, fundamentalmente lo hacen a tipo doctorado.	En promedio, los profesores del CA cuentan con 17 años de experiencia. El de mayor antigüedad es de 30 años y el de menor de 6 años. Todos los integrantes del CA dirigen Tesis de licenciatura y el 83 % a nivel maestría y doctorado.	Se cumple.
Los integrantes participan conjuntamente en LGAC de manera sólida.	Todos los integrantes participan en la LGAC de manera sólida porque solo existe una LGCA en el CA.	Se cumple.
Los integrantes participan en la revisión y actualización de los planes y programas de estudio en los que imparten docencia y, especialmente, en los de tipo licenciatura y dan evidencia de ello.	Todos los integrantes del CA participan en la revisión y actualización de planes y programas de estudios de Licenciatura de los PE Ing. Químico e Ing. Biotecnólogo, Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Doctorado en Ciencias Especialidad en Biotecnología, en los que se imparte docencia.	La revisión y actualización de planes y programas a nivel licenciatura, se realiza cada 7 años en promedio. En 2015 se realizó dicho proceso para licenciatura y en 2016 para doctorado.
La mayoría de los integrantes cuentan con el reconocimiento del perfil deseable, tienen un alto compromiso con la institución, colaboran entre si y su producción es evidencia de ello.	El 83% de los integrantes del CA cuentan con el perfil PRODEP. El 67% de los integrantes pertenecen al SNI, 4 en nivel 1.	Se cumple.
Demuestran una intensa actividad manifiesta en congresos, seminarios, mesas redondas, y talleres de trabajo, así como acciones de formación y servicio a través de la vinculación comunitaria y de difusión y divulgación del conocimiento.	Se cuenta con evidencias de colaboración entre los miembros del CA de actividad en congresos, seminarios, mesas redondas y talleres de trabajo. También se cuenta con un programa anual de cursos y talleres de capacitación profesional, en la LGAC, a profesores de bachillerato con especialidad en biotecnología. Cada año, los integrantes del CA participan en la organización y presentación de trabajos en la Feria de Ciencias en el ITSON.	Falta incrementar las acciones de servicio a través de la vinculación comunitaria.

Análisis FODA del Cuerpo Académico en Bioprocesos y Bioproductos

El Plan de Consolidación del Cuerpo Académico en Bioprocesos y Bioproductos que se presenta a continuación, está basado en el análisis FODA, teniendo en cuenta las características que debe tener un Cuerpo Académico en Consolidación de acuerdo a las Reglas de Operación del Programa de Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) del ejercicio 2017. Las principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas son las siguientes:

Fortalezas. 1) Cinco de los seis miembros del CA tienen el reconocimiento al perfil deseable de PRODEP, 2) Seis miembros cuentan con el grado de doctor, 3) Cuatro de los miembros pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores en nivel 1, 4) Cinco de los miembros ya están asesorando alumnos de posgrado (maestría y doctorado) y todos los miembros están asesorando tesis de licenciatura, 5) Se mantiene colaboración con al menos tres CAs de la institución, con al menos tres CA de otras instituciones nacionales y al menos con dos grupos de investigación del extranjero.

Oportunidades. 1) Se cuenta con resultados susceptibles de publicarse en revistas indexadas en JCR, 2) Mejorar la colaboración con los CAs internos y externos, 3) Cinco de los miembros participan en los tres niveles de docencia (licenciatura, maestría y doctorado), lo cual permite involucrarse en dirección de tesis y ser miembro de comités tutoriales, 4) Uno de los seis miembros mantiene una experiencia de 30 años en la institución.

Debilidades. 1) Sólo cuatro de los miembros pertenece al SNI, 2) Sólo se han publicado 12 artículos en revistas indexadas en JCR en colaboración con miembros del CA en los últimos 4 años, 3) No se cuenta con publicación de libros, 4) La publicación en capítulos de libros es escasa, 5) La infraestructura en cuanto a equipo de análisis especializado (Cromatografías de Gases, Cromatografía líquida de Alta Resolución (HPLC-MS), absorción atómica, entre otros) es escasa.

Amenazas. 1) Que no se logren los productos para que dos de los miembros ingresen al SNI en el 2020, 2) Que no se cuente con financiamiento para el desarrollo de actividades de investigación, formación de recursos humanos y fortalecimiento de infraestructura científica.

La Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que actualmente desarrolla el CA-BB es Procesos Biotecnológicos: Ambiente, Alimentos y Salud con el propósito u objetivo de desarrollar bioprocesos optimizados para la obtención de bioproductos y servicios con aplicación e impacto en sectores productivos tales como la acuicultura, la porcicultura, la

agricultura, la producción de alimentos, el sector farmacéutico, así como en el ambiente y la salud pública. Por lo que los esfuerzos del Plan de Consolidación del CA-BB estarán enfocados al desarrollo de actividades de docencia e investigación que permitan lograr el objetivo antes señalado.

Estrategias planteadas

- 1) Incrementar la participación de los integrantes del CA en los productos generados en el CA.
- 2) Incrementar las publicaciones en revistas indizadas.
- 3) Lograr que el 100% de los integrantes cuenten con el perfil PRODEP
- 4) Mantener el número de integrantes en el SNI.

Metas a corto plazo (1 año)

- Publicar mínimo 2 artículos en revistas indexadas en el JCR, en colaboración con los miembros del CA.
- Participación en al menos 2 cursos de actualización.
- Obtener financiamiento con al menos un proyecto más, para mejorar la infraestructura común del CA.
- Mantener el número de profesores (miembros del CA) en el SNI.
- Someter al menos un proyecto de investigación por integrante del CA a convocatorias nacionales de apoyo a la investigación.

Metas a mediano plazo (2 años)

- Titular al menos 6 estudiantes de licenciatura, uno por miembro del CA.
- Titular al menos a 2 estudiantes de maestría por CA.
- Titular al menos un estudiante de doctorado por CA.
- Ingreso de al menos un integrante de CA al SIN en el 2020.

Metas a largo plazo (3 años)

- Titular al menos a 3 estudiantes de maestría.

- Lograr al menos una publicación al año por cada uno de los integrantes del CA, en revista indexada en el JCR.
- Incrementar la infraestructura utilizada en proyectos de investigación del CA.
- Acciones

Publicación de libros en editoriales reconocidas

- Participación en capítulo de un libro, en la temática de biotecnología ambiental en 2018.

Redes de colaboración nacional e internacional

- Se firmarán 2 convenios de colaboración con grupos de investigación, uno nacional y otro internacional en el período 2018-2019.
- Se formalizará la constitución de una red de colaboración sobre biotecnología de microcontaminantes.
- Se realizará estancia de 2 estudiantes al menos: 1 maestría y 1 doctorado con los grupos de investigación con los que existe colaboración.
- Se realizará estancia de al menos un profesor con los grupos de investigación con los que existe colaboración.

Artículos indizados a someterse en 2018

- Se enviarán 2 artículos, donde participen al menos 4 integrantes del CA, a revistas indexadas en el JCR para su evaluación y posible aceptación de publicación en el período 2018-2019.

Dirección de tesis de posgrado

- Titular en tiempo y forma a 3 estudiantes de maestría en el período 2018-2019.
- Seguir captando estudiantes de maestría y doctorado, de acuerdo a las capacidades de los miembros del CA, para mantener la dirección de al menos 1 tesis de doctorado y 1 tesis de maestría por integrante del CA por año.

Otros

- Seis miembros del CA participarán en un seminario de actualización en el 2018.

- Se someterán al menos dos proyectos de investigación a convocatorias de organismos nacionales para su posible autorización y financiamiento en el 2018, al menos 2 proyectos en el 2019 y al menos dos proyectos en el 2020 por parte de los integrantes del CA.
- Solicitar el ingreso al SNI de un miembro del CA, en el 2020.
- Diseñar la página web del CA para lograr captar el ingreso de más estudiantes de maestría y doctorado en el 2018.
- Participar en la impartición de un curso de actualización disciplinaria a miembros del programa educativo de Ingeniero Biotecnólogo en el 2018.

El cuerpo académico debe entenderse como una comunidad científica reducida que produce y aplica conocimiento mediante el desarrollo de una o varias líneas de investigación, y el trabajo en las mismas funciona como el elemento aglutinador de dicho equipo (López, 2010). Incluso otras instituciones federales destinadas a promover la generación de conocimiento como lo es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) establece la consolidación de los grupos de investigación (llámense cuerpos académicos) como uno de los factores que impactan el desarrollo científico del país (Conacyt, 2008). Con las metas, estrategias y acciones planteadas en el desarrollo del CA de Bioprocesos y Bioproductos se pretende alcanzar los indicadores establecidos por los organismos evaluadores de los CA en México en un corto plazo para lograr el grado de Cuerpo Académico Consolidado e impactar en desarrollo científico del país.

Conclusiones

La elaboración de un análisis FODA, planteado de acuerdo a los puntos estratégicos evaluados por PRODEP, permitió detectar oportunidades de mejora y planear estrategias y acciones para mejorar el trabajo del CA. Además, el compromiso adquirido por cada uno de los integrantes de CA es indispensable para que el trabajo no solo sea un diagnóstico y se puedan llevar a cabo los cambios necesarios para llegar a consolidar el siguiente nivel del CA. Se recomienda seguir trabajando en forma colegiada, obteniendo productos de calidad que impacten tanto a sus integrantes como al CA. Además, realizar proyectos de investigación acordes con la línea del CA.

A partir de la matriz FODA y de las reglas de operación de PRODEP el plan de trabajo anual, se orientó a que los integrantes del CA tenga una visión clara y firme en la búsqueda de la consolidación.

Referencias

- Acosta, A. (2006). Señales cruzadas: una interpretación sobre las políticas de formación de cuerpos académicos en México. *Revista de la Educación Superior ANUIES XXXV-3(139)*, 81-92.
- ANUIES (1996). Programa de Mejoramiento del Profesorado de las Instituciones de Educación Superior. Asamblea General de la ANUIES. México, DF.
- Aquino, S., Magaña, D., Sánchez, P. (2013). *Cuerpos académicos en educación superior: Retos para el desarrollo institucional*. 1ª edición. Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Clark, B.R. (2000). *Creando universidades innovadoras*. UNAM-México: Porrúa.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2008). *Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología*. México 2008, http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/contenido/IGECYT_2008.pdf Consultado en mayo de 2018.
- Dill, D.D. (1997). Effects of competition on diverse institutional contexts. *Planning and management for a changing environment: A handbook on redesigning postsecondary institutions*, 88-105.
- Fernández, M. (1992). De la democratización al profesionalismo. *Educación y Sociedad* 11, 23-44.
- López, S. (2010). Cuerpos Académicos: factores de integración y producción de conocimiento. *Revista de la Educación Superior*, XXXIX-3 (155), 7-25.
- Poder Ejecutivo Federal-SEP (30 de diciembre de 2007). *Reglas de operación e indicadores del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación
- Porter, L. (2003). *La Universidad de papel*. México: UNAM.

PROMEP (2007). Diario Oficial de la Federación, 30-12-2007. Acuerdo número 417 por el que emiten las Reglas de Operación del PROMEP.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5011999&fecha=30/12/2007

Consultado en mayo 2018.

PROMEP. (2013). Programa del Mejoramiento del Profesorado. <http://promep.sep.gob.mx>

Consultado en mayo 2018.

SEP Secretaría de Educación Pública (2006). Programa de Mejoramiento del Profesorado. Un primer análisis de su operación e impactos en el proceso de fortalecimiento académico de las universidades públicas. México: SES.

<http://ses4.sep.gob.mx/pe/promep/PROMEPanálisis1.pdf> Consultado en mayo 2018.

Silva, C., & Castro, A. (2014). Los cuerpos académicos, recursos y colegialidad forzada.

Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 22(68), 1-25.

Zorrilla, M., & Villa, L. (2003). Colección la investigación educativa en México, 1992-

2002. Políticas educativas, México: COMIE.

Resúmenes

Resumen I. Establecimiento de un protocolo para la desinfección de explantes de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) para la multiplicación *in vitro*

Lorena Tineo García, Marco Antonio Gutiérrez Coronado, Luciano Castro Espinoza y Valeria Gándara Ledezma

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora Ciudad Obregón, Sonora, México. lorena.tineo@itson.edu.mx

Introducción. El nogal pecanero es originario del Sur de EUA y Norte de México. En México, la mayor parte de la producción se concentra en Chihuahua, Coahuila y Sonora. Se cultiva principalmente para el aprovechamiento de su nuez. Se ha realizado la propagación de ejemplares de nogal pecano de un año de edad, cultivado en macetas en invernadero [1]. También, se han germinado semillas de pecanero *in vitro* para obtener plántulas [3]. No obstante, estas estrategias implican la clonación de plantas con una carga genética impredecible y variada. Es necesario tomar los explantes de una planta adulta “Elite” selecta para asegurar la obtención de clones con características deseables y altamente productivos. Sin embargo, cuando los explantes proceden de una planta de campo, la carga microbiana es superior a la de una planta de invernadero y, por lo tanto, los explantes requieren de un tratamiento de desinfección más riguroso, sin embargo, un protocolo de desinfección muy agresivo daña el tejido vegetal provocando su oxidación y posterior muerte. El establecimiento aséptico es la fase I de un proceso de micropropagación. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un método de desinfección eficiente que proporcione explantes asépticos, sin oxidación, y biológicamente activos. **Metodología.** Este trabajo fue realizado en el laboratorio de cultivo de células y tejidos vegetales. En la campana de flujo laminar, los esquejes fueron tratados con solución de detergente comercial “Foca” al 1 % adicionada con unas gotas de Tween 20 [1, 4]. Posteriormente, fueron sumergidos durante 3 minutos en etanol al 70% [1], después por 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio con 2.6 % de cloro disponible [5]. Y finalmente, con solución fungicida de “Captan” al 0.2 %, por 15 minutos [6]. Después de este proceso, los esquejes fueron enjuagados tres veces con agua destilada estéril, durante un minuto [5]. Se utilizaron tres tipos de explantes: a) segmentos nodales de 1 cm de longitud [7]; b) segmentos de pecíolo de 0.5-1 cm de largo; y c) segmentos de hoja de 0.5 x 0.5-1 cm [8]. Los explantes fueron sembrados en medio de cultivo Murashige y Skoog (MS-1962) con pH 5.7 ± 0.05, constituido por sales MS [9] adicionado con 0.4 mg/L de tiamina, 100 mg/L de mioinositol, 7.5 g/L de agar y 30 g/L de sacarosa. Los explantes se incubaron con un fotoperiodo 18 h luz/6 h oscuridad y a 25 ± 1°C [1]. **Resultados y discusión.** El 100 % de los pecíolos sufrieron oxidación momentos después de su siembra *in vitro*. Las hojas se oxidaron en 3 tiempos: el 14.81 % se oxidaron en el primer día de incubación, el 55.55 % en el segundo día y el 14.81 % en el tercer día. El 7.40 % de éstos explantes presentaron contaminación bacteriana. Los

segmentos nodales presentaron oxidación en un 33.00% y el 16.66 % se contaminaron con hongos. En otras investigaciones se ha incorporado carbón activado, ácido cítrico, ácido ascórbico y polivinilpirrolidona al medio de cultivo para mitigar la oxidación del tejido vegetal [1,2].

Conclusiones. Los tres tipos de explantes presentaron alto grado de oxidación en diferentes tiempos después de la siembra. No se logró erradicar la contaminación bacteriana y fúngica con los tratamientos de desinfección aplicados. Se propone Incorporar sustancias antioxidantes en el proceso de desinfección y en el medio de cultivo, para evitar la oxidación de los tejidos vegetales. La contaminación indica que es necesario incluir en el proceso bactericida y fungicida con diferente espectro de acción.

Referencias.

- Ávila-Treviño, J.A., Arreola-Ávila, J.G., Rodríguez-de la O, J.L., Valdez-Cepeda, D. & Borja-de la Rosa, A. (2013). Respuestas morfológicas en la propagación *in vitro* del nogal pecanero (*Carya illinoensis* [Wangenh] K. Koch). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 19(3),469-481.
- Casales, F. G., Van der Watt, E. & Coetzer, G. M. 2018. African Journal of Biotechnology, 17 (18), 586-605.
- Renukdas, N.N., Manoharan, M. & Garner, J.O. (2010). *In vitro* propagation of pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]. Plant Biotechnology, 27, 211-215.
- Migueluez-Sierra, Y., Hernández-Rodríguez, A., Acebo-Guerrero, Y., Baucher, M. & Jaziri, M.E. (2016). *In vitro* micrografting of apical and axillary buds of cacao. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology: 1-6. doi:10.1080/14620316.2016.1215231.
- Benmahioul, B., Kaïd-Harche, M. & Daguin, F. (2016). *In vitro* regeneration of Pistacia vera L. from nodal explants. Journal of Forest Science, 62 (5), 198-203.
- Dalal, M.A., Sharma, A.K., Mir, M.A. & Sounduri, A.S. (2006). *In vitro* cloning of apple (*Malus domestica* Borkh) employing forced shoot tip cultures of M9 rootstock. Indian Journal of Biotechnology, 5, 543-550.
- Migueluez-Sierra, Y., Hernández-Rodríguez, A., Acebo-Guerrero, Y., Baucher, M. & Jaziri, M.E. (2016). *In vitro* micrografting of apical and axillary buds of cacao. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology: 1-6. doi: 10.1080/14620316.2016.1215231.
- Huang, D. & Dai, W. (2011). Direct regeneration from *in vitro* leaf and petiole tissues of *Populus tremula* ‘Erecta’. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 107, 169-174.
- Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum, 15, 173-197.

Resumen II. Evaluación de medios enriquecidos con Quitosano para la micropropagación de *Stevia rebaudiana*

Lorena Tineo García, Marco Antonio Gutiérrez Coronado, Luciano Castro Espinoza y César de Jesús Ayala Meza

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora Ciudad Obregón, Sonora, México. lorena.tineo@itson.edu.mx

Introducción. La *Stevia* es una planta perenne originaria de Paraguay conocida como “hierba dulce” las hojas y tallos contienen una serie de glucósidos de esteviol que le dan el sabor dulce, estos son compuestos químicos que le proporcionan un poder edulcorante de 100 a 400 mayor que la D-glucosa (Kinghorn y Soejarto, 1986). Los glucósidos son compuestos no tóxicos, bajos en calorías y utilizados como sustitutos del azúcar común o edulcorantes artificiales etiquetados bajo diferentes nombres comerciales. Estudios muestran que el extracto de *Stevia* ayuda en la normalización de los niveles de azúcar en la sangre en pacientes diabéticos, tomado un auge por su consumo en un mercado creciente a nivel mundial, por lo que se busca obtener grandes cantidades de ésta, en menor espacio y con mayor rendimiento (Kinghorn y Soejarto, 1986). La propagación de esta planta por semillas es inadecuada debido a la variación intraespecífica de diversas características importantes, como el contenido de glucósidos (Ferreira & Handro, 1988). El cultivo de tejidos vegetales es una valiosa herramienta biotecnológica para la clonación de individuos con características deseables. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del quitosano añadido al medio de cultivo en condiciones sólido y líquido para la multiplicación *in vitro* de la planta de *Stevia rebaudiana*.

Metodología. Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos Vegetales del Instituto Tecnológico de Sonora. Se utilizaron 10 yemas axilares de plantas élites de campo y mantenidas en invernadero. Para la etapa I (establecimiento aséptico), los explantes se trataron durante 3 min con una mezcla de fungicidas comerciales “Agrimyl-500” a 0.0006 g/ml y “Captan” a 0.0025 g/ml. Después, se realizó un lavado al vacío durante 5 min con solución jabonosa “Foca” al 1% y un enjuague con agua destilada estéril. Después se sumergieron en etanol al 70% por 20 s, enseguida se colocaron en solución de hipoclorito de sodio al 5% por 30 min y por último se realizaron cuatro enjuagues con agua destilada estéril. En la campana de flujo laminar se sembraron las yemas en medio de cultivo Murashige y Skoog (MS-1962) semisólido con pH de 5.7 ± 0.05, constituido por sales MS adicionado con 0.4 mg/L de tiamina, 100 mg/L de mioinositol, 30 g/L de sacarosa, 8 g/L de agar, 1mg/L de benciladenina, 1mg/L de 6-furfurilaminopurina y 0.1 mg/L de ácido naftalenacético (Rivera, 2014). Los brotes homogéneos desarrollados en la etapa I fueron subcultivados para su multiplicación (etapa II) en el mismo medio MS-1962 anterior sin agar (medio líquido), añadiendo diferentes concentraciones de quitosano (0, 20, 40, 60 y 80 ppm), con 10 repeticiones por concentración, de los cuales la mitad (50 unidades experimentales) estuvieron sometidos a agitación (120 rpm) y la otra mitad sin agitación. El total de los frascos sembrados se mantuvieron en un cuarto de crecimiento durante un mes en condiciones controladas: 25° ± 1°C de temperatura, 16 horas

luz/8 horas oscuridad e intensidad lumínica de 1500 luxes. Se analizaron estadísticamente las variables: contaminación, oxidación, formación de callos, número de brotes y raíces como efecto de los medios y condiciones de crecimiento *in vitro*. **Resultados y discusión.** En la etapa I se establecieron asépticamente las 10 yemas axilares, obteniéndose plántulas de 10 cm, de cada plántula se originaron 4 a 5 brotes. En la etapa II se observaron diferentes efectos en todos los tratamientos de quitosano aplicados, resultando superior en cuanto a brotación el de 20 ppm similar a los resultados de Thiyagarajan & Venkatachalam (2012) y Modi *et al.* (2012). También se registró mayor brotación sin oxidación en los cultivos líquidos agitados en comparación con los estáticos en los que se observaron diferentes niveles de oxidación. Durante todo el experimento se registró 100% de asepsia.

Conclusiones. Se logró la micropropagación aséptica y sin oxidación de brotes de *Stevia* en medio MS líquido agitado. Los diferentes tipos de medios de cultivo y las condiciones de crecimiento inducen diferentes eventos morfogénicos en los cultivos *in vitro*. Las técnicas de cultivo de células y tejidos vegetales es una herramienta biotecnológica que ofrece la posibilidad de obtener grandes beneficios y con ello estar en la posibilidad de satisfacer una demanda continua y creciente de esta planta.

Referencias.

- Ferreira C. & Handro W. (1988). Micropropagation of *Stevia rebaudiana* through leaf explants from adult plants. *Planta medica* 54(2): 157-16.
- Kinghorn A. & Soejarto D. (1986). Sweetening agents of plant origin. *Crit. Rev. Plant Sci.* 4: 79-120. 2.
- Modi, A. R., Patil, G., Kumar, N., Singh, A. S., & Subhash, N. (2012). A Simple and Efficient *In Vitro* Mass Multiplication Procedure for *Stevia rebaudiana* Bertoni and Analysis of Genetic Fidelity of *In Vitro* Raised Plants Through RAPD. *Sugar Tech*, 14(4), 391–397.
- Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15, 173-197.
- Rivera, D.A. (2014). Multiplicación masiva por método inmersión temporal *in vitro* del genero *Stevia rebaudiana* Bertoni. Tesis de Lic. ITSON. Pág. 20.
- Thiyagarajan, M., & Venkatachalam, P. (2012). Large scale *in vitro* propagation of *Stevia rebaudiana* (bert) for commercial application: Pharmaceutically important and antidiabetic medicinal herb. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 111–117. <https://oi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.037>

Resumen III. Monitoreo de la falsa araña roja *Brevipalpus* spp. en cítricos del valle del Yaqui, Sonora, México

Jose Luis Martínez Carrillo¹, Maritza Arellano Gil¹, Marco Antonio Gutiérrez Coronado¹, Marco Antonio López Ferré² y Alejandro Suárez Beltrán²

¹Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinaria, Instituto Tecnológico de Sonora

²Junta Local de Sanidad Vegetal del valle del Yaqui.

Ciudad Obregón, Sonora, México. jmartinez@itson.edu.mx

Introducción. La falsa araña roja *Brevipalpus* spp. representa una seria amenaza para la producción citrícola del Valle del Yaqui, debido a que es vector de la enfermedad conocida como Leprosis de los cítricos, considerada una de las más devastadoras, reportándose pérdidas hasta de 80 millones de dólares solo para el control del vector *Brevipalpus* (Bastianel *et al.*, 2010) y varios millones más por efecto de la enfermedad ya que puede producir la muerte de plantas de cítricos (Rodríguez, 2000). El vector ha estado presente en el Valle del Yaqui por varios años pero no se ha identificado la especie ni se conoce su fluctuación poblacional bajo las condiciones de esta región. Es por ello que se inició una investigación para determinar la fluctuación poblacional de esta plaga, preferencia por variedades de cítricos e identificar las especies presentes en la región. En este resumen se muestran los datos de la preferencia de *Brevipalpus* por naranja Valencia y/o mandarina Murcott. **Metodología.** Los monitoreos se llevaron a cabo de enero a abril del 2018 en cuatro áreas del Valle del Yaqui, seleccionado cuatro huertas de naranja valencia y cuatro de mandarina Murcott en cuatro áreas representativas del Valle del Yaqui. En cada huerta se recolectaron 100 hojas al azar en grupos de 25 de cuatro áreas de cada huerta. Las hojas se colectaron a una altura de 150 cm del suelo y 30 cm hacia adentro del dosel del árbol. El total fue de 800 hojas muestreadas cada semana. Este material se introdujo en bolsas de plástico transparente, etiquetadas y se colocó en una hielera con hielo seco (Blue Ice) para trasladarse al laboratorio donde se realizó el conteo de ácaros bajo microscopio y es seleccionar material para identificación. En cada huerta se registran las aplicaciones y productos que se aplican para el control de plagas. Los datos obtenidos para cada variedad y fecha de muestreo se ajustaron a modelos de regresión lineal a través de la acumulación de los datos de los muestreos durante el período de evaluación. Para determinar si existe preferencia de la plaga por las variedades de naranja o mandarina evaluadas se compararon las pendientes de las líneas generadas, utilizando una prueba de t student:

$$t = \frac{b_A - b_B}{\sqrt{S^2 P \left(\frac{1}{\sum x^2 A} + \frac{1}{\sum x^2 B} \right)}}$$

Resultados y discusión. El análisis de pendientes indicó ($t=10.74$) diferencia altamente significativa ($p \geq 0.05 = 1.70$ y $p \geq 0.01 = 2.46$) entre las pendientes de las dos líneas de regresión, mostrando que la población de *Brevipalpus* fue mayor en Mandarina Murcott que en Naranja Valencia (Fig. 1 a y b).

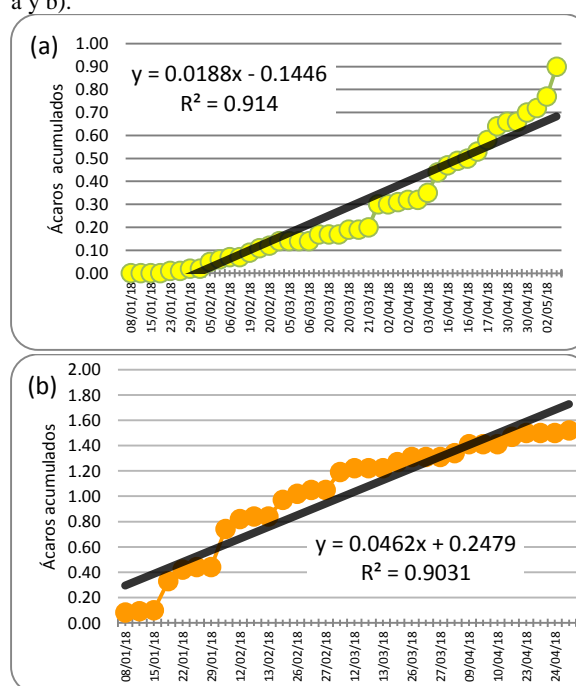


Figura 1. Población acumulada de falsa araña roja *Brevipalpus* spp. y líneas de tendencia en cuatro huertas comerciales de naranja Valencia (a) y mandarina Murcott (b) en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

Se concluye que de acuerdo a los datos obtenidos los ácaros del género *Brevipalpus* fueron más abundantes en mandarina Murcott que en naranja Valencia, bajo las condiciones del Valle del Yaqui y con el proceso de análisis aquí mencionado.

Referencias

- Bastianel, M., Novelli, V., Kitajima, E.W., Kubo, K. S., Bassanezi, R. B., Machado, M. A. & Freitas-Astúa, J. (2010). *Citrus leprosis Centennial of an unusual mite-virus pathosystem*. Plant Disease 94(3): 284-292.
- Rodriguez J. C. V. 2000. Relação patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros. Tesis Doc.

Resumen IV. Desarrollo *in Silico* de Oligonucleotidos asociados con tolerancia al virus del Síndrome Respiratorio y Reproductor Porcino

Carlos Martín Aguilar Trejo, Carlos Eduardo Aragón López, Martha Clarissa López González y Pablo Luna Nevárez

Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora Ciudad Obregón, Sonora, México. carlos.aguilar@itson.edu.mx

Introducción. El virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (VPRRS) es una de las enfermedades de mayor importancia económica mundial (Holtkamp *et al.*, 2013). El virus afecta la reproducción y al sistema respiratorio, ya que el virus tiene una particular afinidad por los macrófagos alveolares y cruzar la barrera placentaria e infectar a los fetos desde los setenta días de gestación, causando abortos en el tercer trimestre y disminución en el número de lechones nacidos vivos (Aguilar-Trejo *et al.*, 2017). La selección asistida por marcadores moleculares (SAM) es una alternativa para el mejoramiento genético del ganado porcino, que facilita la selección de animales con tolerancia marcada a esta enfermedad (Boddicker *et al.*, 2012). El objetivo del presente trabajo fue desarrollar iniciadores *in Silico* a partir de marcadores moleculares que están asociados al número de lechones nacidos vivos en cerdas infectadas con el Virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino, para seleccionar pie de cría que toleren al virus del PRRS.

Metodología. A partir estudios publicados se seleccionaron dos marcadores candidatos asociados a la tolerancia al VPRRS en cerdas de remplazo en el sur de Sonora México. Dichos SNPs resultaron asociados al número de lechones nacidos vivos y son ALGA0056378 (rs81422969; SSA 10) y MARC0036292 (rs81229798; SSA 13). Para realizar el análisis de secuencia se utilizó el programa Ensembl navegador genómico que incluye BLAST, BLAT, BioMart y el Variant Effect Predictor (VEP). Se realizó la secuencia del genoma que referencia y flanquea la ubicación de la variante, al obtenerlo se procedió a copiar y pegar usando SnapGene, para alinear la secuencia (sequence) en el formato fasta. El programa MegAlign alineó las secuencias lo cual permitió visualizar individualmente la variación de todo el gen. El diseño de iniciadores se realizó con el programa SnapGene. Finalmente se desarrolló el PCR *in Silico* en el programa SnapGene Simulate Agarose Gel, modificando el porcentaje de agarosa de 1.0 a 1.5 % con un MW Marker: de 1 kb DNA Ladder a Hi-Lo DNA Marker. Observándose la imagen del gel de agarosa. **Resultados y discusión.** Para cada marcador rs81229798 y rs81422969 se obtuvo el análisis de secuencia y alineamiento automático. Los marcadores rs81229798 y rs81422969 fueron descargados y alineados con la plataforma Ensembl para elaborar los oligonucleótidos (Figura 1). Para obtener el PCR *in Silico* (Figura 2), se utilizó el programa SnpaGene Viewer para detectar dentro del amplicón los SNPs, con el fin de

identificar aquellos animales que expresan tolerancia al VPRRS, con el uso de la secuenciación (QPCR) con sondas TaqMan. Boddicker *et al.* (2012) demostraron que el marcador WUR10000125 es responsable de la eficiencia del interferón como regulador de la carga de VPRRS.



Figura 1. Secuencia del marcador rs81422969.

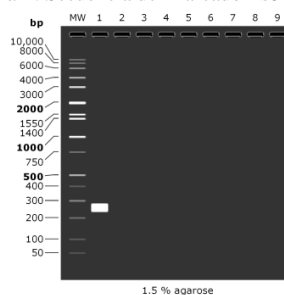


Figura 2. Gel de agarosa al 1.5% del oligonucleótido Rich. marcador rs81422969.

Conclusiones. Se generaron dos iniciadores asociados a la tolerancia al PRRS en función al número de lechones nacidos vivos. La SAM es una alternativa que coadyuva el mejoramiento genético del ganado porcino.

Referencias.

- Aguilar-Trejo, C.M., K.M. Valerio-Valle., R.L. Luna-Ramirez., G. Luna-Nevarez., J.R. Reyna-Granados., J.A. Romo., M.A. Sanchez-Castro., X. Zeng., R.M. Enns., S.E. Speidel., M.G. Thomas. and P. Luna-Nevarez. (2017). Validation of candidate markers associated with reproductive performance in PRRS naturally infected replacement gilts in southern Sonora México. *Journal of Animal Science*. 95(4):29.
- Boddicker, N., E.H. Waide, R.R.R. Rowland, J.K. Lunney, D.J. Garrick, J.M. Reecy, and J. Dekkers. (2012). Evidence for a major QTL associated with hot response to PRRS virus syndrome challenge. *J. Anim. Sci*. 90:1733.
- Holtkamp, DJ, J.B. Kliebenstein., E.J. Neumann., J.J. Zimmerman. and H.F. Rotto., Yoder TK, Wang C, Yeske PE, Mowrer CL, Haley CA. (2013). Assessment of the economic impact of PRRS virus on United States pork producers. *Journal of Swine Health Production*; 21:72–84.

Resumen V. Evaluación de la autoestima, tensión y ansiedad a jugadores de basquetbol sobre silla de ruedas de la región

Pedro Magdaleno Castillo, Blanca Giselle Veja Martínez, Carlos Artemio Favela Ramírez y Hebert David Quintero Portillo

Departamento de Sociocultural, Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, Sonora, México. pedro.magdaleno@itson.edu.mx

Introducción. El presente estudio se realizó con jugadores de básquet bol sobre silla de ruedas para el análisis psicológico de jugadores con discapacidad. A continuación se comparte algunas cifras sobre las personas con discapacidad en México detonante de la problemática que pasan las personas con discapacidad y que aún son muy pocas las personas que reciben apoyos (INEGI, 2014). En 2014, la prevalencia de la discapacidad en México era de 6%. Las dificultades para caminar y para ver son las más reportadas entre las personas con discapacidad. Los principales detonantes de discapacidad en el país son las enfermedades (41.3%) y la edad avanzada (33.1%). Las personas con dificultades para ver son las que más asisten a la escuela (42.4%) entre la población con discapacidad de la población de 3 a 29 años. Participa en actividades económica 39.1% de la población con discapacidad de 15 años y más, frente a 64.7% de su contraparte sin discapacidad. El objetivo del estudio es evaluar autoestima, tensión y ansiedad de los jugadores de básquetbol sobre silla de ruedas de la región.

Metodología. El estudio tiene un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo, la muestra fue por conveniencia, evaluando a un número de 20 jugadores. Para evaluar de autoestima se aplicó el cuestionario de Autoestima de Coopersmith, (1967), que consta de 25 ítems, y para evaluar la tensión y ansiedad se hizo un solo cuestionario con 33 ítems. Para la realización del cuestionario se apoyó con el test de POMS (McNair et al., 1971) y con el cuestionario para la ansiedad CSAI-2 (Martens, et al, 1990). Para el análisis de los resultados se utilizaron el programa Excel para la captura de los datos para su clasificación, tanto para la parte cuantitativa y cualitativa.

Resultados y discusiones

Resultado de Autoestima de Coopersmith			
Sujetos	Alta	Mediana	Baja
20	10	8	2

En el cuadro anterior se muestra al rededor del 90% de los jugadores de basquetbol sobre sillas de ruedas presentan de media a alta autoestima, solamente dos sujetos presentan u autoestima bajo. Esto significa que aún falta por tener más inclusión con las personas con

discapacidad, ya que la autoestima psicológicamente es un estado donde la persona se empieza aceptar tal como es, y la sociedad también tiene que aceptar a las personas para que se sientan más seguras.

Resultado de tensión y ansiedad			
Sujetos	Promedio	Media	Desvest
20	15.9	18	± 8.8

Para el resultado del cuestionario de tensión y ansiedad, se realizó por medio de análisis estadístico donde el gripo presento un promedio de 15 p. donde la desviación fue de ± 8.8 . Aproximadamente el 48% de los jugadores presentan más alto los niveles de tensión y ansiedad previo a una competencia, que puede ser una reacción positiva o negativa según el sujeto.

Conclusiones. En relación a los dos test aplicados a los jugadores de basquetbol sobre silla de ruedas, se puede describir que psicológicamente la mayoría de los jugadores se encuentran muy bien, la gran mayoría presento gran autoestima, esto favorece al resultado del segundo test, en la que las personas que salen con alto nivel de tensión y ansiedad lo puedan canalizar de manera positiva. Sabe que falta aún más por trabajar con este tipo de población, ya que sigue viendo inseguridad por parte de ellos y por la sociedad aún hay discriminación. El deporte es un medio en el cual se va integrando a la sociedad a las personas con discapacidad y que se sientan más seguras de sí mismos.

Referencias

- INEGI, (2014). Instituto Nacional de Estadística y Geografica. Recuperado de: <https://www.gob.mx/gobmx/articulos/cifras-sobre-las-personas-con-discapacidad-en-mexico>.
- Coopersmith, S. (1967) The antecedents o/ self-esteem. Consulting Psychologists Press.
- Martens, R., Burton, D., Vealey, R. S., Bump, L. A., & Smith, D. E. (1990). Development and validation of the Competitive State Anxiety Intentry-2 (pp. 127-140). En R. Martens, R. S. Vealey & D. Burton (Eds.), Competitive anxiety in sport. Champaing, Illinois: Human Kinetics.
- McNair, D. M., Lorr, M. y Droppleman, L. F. (1971). Manual for the Profile of Mood States. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.

“Líneas de investigación de cuerpos académicos” se terminó de editar en diciembre de 2017 en la Coordinación de Desarrollo Académico del ITSON en Ciudad Obregón Sonora, México.

El tiraje fue de 300 ejemplares impresos más sobrantes para reposición y puesto en línea en la página: www.itson.mx/publicaciones

