

ISSN 2410-3551

Volumen 3, Número 6 — Enero — Marzo - 2016

# Revista de Ciencias de la Salud

**ECORFAN<sup>®</sup>**

## Indización



**ECORFAN-Bolivia**

- Google Scholar
- Research Gate
- REBID
- Mendeley
- RENIECYT

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Directorio**

#### **Principal**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

#### **Director Regional**

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. BsC

#### **Director de la Revista**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

#### **Edición de Logística**

CLAUDIO-MÉNDEZ, Paul. BsC

#### **Diseñador de Edición**

LEYVA-CASTRO, Iván. BsC

Revista de Ciencias de la Salud, Volumen 3, Número 6, de Enero - Marzo 2016, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. ISSN-2410-3551. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

## **Consejo Editorial**

TAVERA-CORTÉS, María Elena. PhD  
*Instituto Politécnico Nacional, México*

MONTERO-PANTOJA, Carlos. PhD  
*Universidad de Valladolid, España*

BLANCO-ENCOMIENDA, Francisco. PhD  
*Universidad de Granada, España*

SÁNCHEZ-TRUJILLO, Magda Gabriela. PhD  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*

AZOR-HERNÁNDEZ, Ileana. PhD  
*Universidad de las Américas Puebla, México*

ALIAGA-LORDEMANN, Francisco Javier. PhD  
*Universidad de Zaragoza, España*

GARCÍA-BARRAGÁN, Luis Felipe. PhD  
*Universidad de Guanajuato, México*

ARANCIBIA-VALVERDE, María Elena. PhD  
*Universidad Pedagógica Enrique José Varona de la Habana, Cuba*

## **Consejo Arbitral**

PSA. PhD

*Universidad Autónoma Chapingo, México*

VDO. PhD

*Universidad Centroamericana, Nicaragua*

TGJC. PhD

*Instituto Politécnico Nacional, México*

ABD. PhD

*Instituto Politécnico Nacional, México*

GIMR. PhD

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

MBOM. PhD

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

SAOH. PhD

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

CHBM. PhD

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Ciencias de la Salud.

En Pro de la Investigación, Docencia, y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

En el primer número es presentado el artículo *Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED* por MORALES-PARRA, Larizza Noemí, RÍOS-VALLES, José Alejandro, HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia con adscripción en la Universidad Juárez del Estado de Durango, como segundo artículo está *Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida* por MENA-ÁLVAREZ, Andrea con adscripción en la Universidad Autónoma de Chiapas, como siguiente número está *Desarrollo de un sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias* por VELASCO-AREVALO, José Alfredo, QUIJANO-NAJERA, Cintia Jhoana, LABASTIDA-CHÁVEZ, Aranza, ORDOÑEZ-LOZANO, Itzcoatl, con adscripción en Universidad Politécnica de Pachuca, como siguiente número está *S Efecto antagónico de Bacillus subtilis Q11 contra el hongo fitopatógeno Sclerotium rolfsii* por HERNÁNDEZ-GÓMEZ, María de los Ángeles, MALAGÓN-SÁNCHEZ, Ana Karen y PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro, como siguiente número está *Evaluación del efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de Costus pulverulentus en modelos in vitro* por FLORES-MONTOYA, Asdrúbal, OLVERA-GONZÁLEZ, Vicente, REYES-MUNGÍA, Abigail y LEÓN-BUITIMEA, Ángel con adscripción en Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca-Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Unidad Sureste respectivamente, como siguiente número está *Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de C. papaya L* por REYES-MUNGUÍA, Abigail, ALANÍS-CAMPOS Luzma Gabriela, VÁZQUEZ-ELORZA Ariel y CARRILLO-INUNGARAY, Ma. Luisa, como séptimo y último capítulo está *Síntesis y caracterización de perlas compuestas de nano-hidroxiapatita/quitosano por precipitación in-situ* por MALDONADO-SAAVEDRA, Octavio, DOMÍNGUEZ-SANTOS, Cristian Javier, RUBIÓ-ROSAS, Efraín y PADILLA-FLORES, Juan Manuel con adscripción en Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Universidad Veracruzana y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla respectivamente.

## Contenido

Artículo	Pág
<b>Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED</b> MORALES-PARRA, Larizsa Noemí, RÍOS-VALLES, José Alejandro, HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia	1-10
<b>Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida</b> MENA-ÁLVAREZ, Andrea Universidad Autónoma de Chiapas	11-23
<b>Desarrollo de un sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias</b> VELASCO-AREVALO, José Alfredo, QUIJANO-NAJERA, Cintia Jhoana, LABASTIDA-CHÁVEZ, Aranza, ORDOÑEZ-LOZANO, Itzcoatl	24-27
<b>Efecto antagónico de <i>Bacillus subtilis</i> Q11 contra el hongo fitopatógeno <i>Sclerotium rolfsii</i></b> HERNÁNDEZ-GÓMEZ, María de los Ángeles, MALAGÓN-SÁNCHEZ, Ana Karen y PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro	28-30
<b>Evaluación del efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de <i>Costus pulverulentus</i> en modelos <i>in vitro</i></b> FLORES-MONTOYA, Asdrúbal, OLVERA-GONZÁLEZ, Vicente, REYES-MUNGÍA, Abigail y LEÓN-BUITIMEA, Ángel	31-43
<b>Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de <i>C. papaya L</i></b> REYES-MUNGUÍA, Abigail, ALANÍS-CAMPOS Luzma Gabriela, VÁZQUEZ-ELORZA Ariel y CARRILLO-INUNGARAY, Ma. Luisa	44-49
<b>Síntesis y caracterización de perlas compuestas de nano-hidroxiapatita/quitosano por precipitación <i>in-situ</i></b> MALDONADO-SAAVEDRA, Octavio, DOMÍNGUEZ-SANTOS, Cristian Javier, RUBIÓ-ROSAS, Efraín y PADILLA-FLORES, Juan Manuel	50-57

*Instrucciones para autores*

*Formato de originalidad*

*Formato de autorización*

## Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED

MORALES-PARRA, Larizsa Noemí†, RÍOS-VALLES, José Alejandro\*, HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia

*Universidad Juárez del Estado de Durango*

Recibido Diciembre 14, 2015; Aceptado Febrero 14, 2016

### Resumen

Identificar la relación entre las horas de sueño y la actividad electroencefalográfica cuantitativa en estudiantes de la carrera de medicina campus Durango de la UJED. La investigación fue exploratoria, transversal, no intervencionista y observacional realizándose un análisis estadístico descriptivo, correlacional y comparativo en una muestra de 274 alumnos de la carrera de medicina campus Durango de la UJED. La media del mínimo número de horas de sueño referido por los participantes fue de 5.7 horas, observándose a 115 alumnos con un número de horas de sueño menor a la media y a 159 mayor a la media. No se encontró correlación alguna entre las horas de sueño referidas por los participantes estudiados y su actividad cerebral. Se encontró una correlación positiva muy débil con la variable grado, permitiendo identificar que, a mayor grado escolar muy discretamente es mayor el número de horas de sueño referidas. En cuanto al análisis comparativo no se encontró diferencia significativa en la actividad cerebral de los alumnos que refirieron menor número de horas de sueño al compararlos con los que refirieron mayor número de horas de sueño.

**Sueño, actividad electroencefalográfica, estudiantes de medicina**

### Abstract

Identify a relationship between sleeping hours and the quantitative electroencephalographic activity in students of the medical career of UJED Durango campus. The investigation was realized in an exploratory, cross-sectional, non-interventional and observational methodology, performing a descriptive statistical analysis, correlational and comparative tests in a sample of 274 students of the medical career of UJED Durango campus. The mean of the minimum sleeping hours referred by the participants was 5.7 hours; it was observed that 115 students had a minimum number of sleeping hours below average, while 159 referred sleeping a higher number of hours than the mean. The relationship between the sleeping hours referred by the participants and their brain activity was not found. A weak positive correlation was found with academic degree, allowing us to identify that students with higher school grade have discreetly more number of referred sleeping hours. In the comparative analysis of the brain activity of students with less sleeping hours compared with those that referred a higher number of sleeping hours a significant difference was not found.

**Sleep, electroencephalographic activity, medicine students**

**Citación:** MORALES-PARRA, Larizsa Noemí, RÍOS-VALLES, José Alejandro, HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia. Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 1-10

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: alexriva@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

El electroencefalograma (EEG) es un estudio que se realiza para medir la actividad eléctrica del cerebro, gracias a que las células se comunican entre sí produciendo pequeñas señales eléctricas, llamadas impulsos.

El aprendizaje es un proceso que depende de las capacidades de cada uno de los sujetos. En su forma más general, es el proceso a través del cual un organismo adquiere un nuevo conocimiento (Cortés Romero, 2011), y se presentan diversos ritmos de aprendizaje, este tiene su origen en la interpretación de las realidades que se observan, lo que producirá la reestructuración constante de neuronas, las cuales están especializadas en formar y cambiar las representaciones que se encuentran en el entorno, por lo que se llegará a tal nivel de desarrollo que formarán el esquema cognitivo del sujeto, de modo que está continuamente rompiéndose estos esquemas para dar cabida a otras nuevas interpretaciones de realidades (Quintana Lorite, 2009). Piñero López (2010) menciona los principales elementos condicionantes del aprendizaje: la estimulación ambiental, la emoción, la alimentación, el ejercicio físico y el sueño. De los cuales se abordará el sueño como elemento principal de la investigación con relación al aprendizaje (Piñero López, 2010).

El sueño es un estado fisiológico activo y rítmico que aparece cada 24 horas (Del Pielago Meoño, Failoc Rojas, Plasencia Dueñas, & Días Vélez, 2013 y Carrillo-Mora, Ramírez-Peris, & Magaña-Vazquez, 2013); el cual es parte fundamental de cualquier ser vivo, siendo la tercera parte de vida de una persona que se da gracias a los ritmos circadianos, los cuales son la adaptación al movimiento de rotación y translación de la tierra (Targa & Vila, 2007), en la actualidad se considera como un proceso fisiológico de vital importancia para la salud integral de los seres humanos.

Muchas alteraciones circadianas son consecuencia de un cambio primario en el sueño debido a factores como las generadas por una apnea obstructiva de sueño puede modificar el funcionamiento general del sistema circadiano y producir cambios en otros ritmos, como el de la presión arterial y el metabolismo (Rodríguez Morilla, Madrid Navarro, Estivill Sancho, & Madrid Pérez, 2015).

La ritmicidad circadiana es controlada y generada por los “relojes biológicos”: los núcleos supraquiasmáticos reciben la información directamente de los agentes externos a los que se les llama Zeigebers (palabra de origen alemán que significa “dador de tiempo”), de la retina, de modo que este reloj interno se puede reajustar por la luz y así seguir vinculado al ciclo día-noche (luz/oscuridad) del mundo exterior (Fontenele Araujo & Valentinuzzi, 2008; Calb & Moreno, 2013; Gutierrez Diaz, 2012 y Gallego Gómez, 2013), por lo tanto durante el sueño no se apaga del todo el cerebro, sino que se encienden áreas específicas que nos hacen dormir y hasta soñar, las cuales trabajan incluso más que si se estuviera despierto (Fontenele Araujo & Valentinuzzi, 2008). Todo lo anterior se conjuga en el hecho de que nuestro reloj biológico tiene una capacidad de adaptación que funciona muy bien para desfases pequeños y/o lentos, pero cuando estos son bruscos o muy grandes, nuestra capacidad de adaptación es limitada (Dr. Serra M., 2013).

Se sostiene que los sueños poseen una función de aprendizaje y consolidación, y de reparación física y mental (del cuerpo y del cerebro) (Tirapu-Ustárroz, 2012), entonces, cuando descansamos, entra en juego otro factor: nuestro cuerpo secreta la hormona de crecimiento que, entre otras cosas, repara los tejidos (Calb & Moreno, 2013). Desde el nivel comportamental hasta el molecular, sugieren que el sueño contribuye a la formación de la memoria en los humanos y otros mamíferos (Organización para la cooperación y el desarrollo, 2009).

Se ha estudiado el ciclo de sueño-vigilia mediante el uso de la electroencefalografía (EEG), debido a que ambos estados presentan tipos de ondas cerebrales diferentes y claramente distinguibles. El periodo de sueño se compone de dos fases bien diferenciadas y alternas: una fase REM (siglas en inglés de “Rapid Eye Movement”) que ocupa el 20-25 % del tiempo total del sueño y una fase NREM (o non-REM; siglas en inglés de “Non Rapid Eye Movement”) que ocupa el 75-80 % del tiempo de sueño en el humano adulto (Tarragón Cros, 2013 y Chokroverty, 2011).

En la vigilia, las ondas cerebrales muestran, de forma general, dos patrones de actividad: alfa y beta. La actividad alfa consiste en ondas regulares de frecuencia media (8 – 12 Hz), y aparecen bajo estados de relajación que no requieren una actividad mental exigente. Por su parte, la actividad beta consiste en ondas irregulares de baja amplitud (13 – 30 Hz), siendo más frecuente en momentos de exigencia cognitiva y alerta. En el momento en que se inicia el sueño, el cerebro comienza a registrar cierta actividad de onda theta (3,5 – 7,5 Hz), característica del primer ciclo No-REM, en la fase II, aparecen otros elementos de la arquitectura del sueño, como son los husos de sueño o los complejos K, en el que predomina la señal delta (0,5 – 2Hz) (Tarragón Cros, 2013).

Los circuitos activadores colinérgico, monaminérgico e histaminérgico son inhibidos periódicamente por el núcleo preoptico ventrolateral (NPVL) del hipotálamo, al ser activadas se produce el “apagado” de los sistemas estimuladores, lo que conduce al inicio del sueño NREM (Carrillo-Mora, Ramírez-Peris, & Magaña-Vazquez, 2013). Durante el sueño REM se produce la activación del tálamo por las células colinérgicas del tronco encefálico, lo que produce un patron electroencefalográfico similar al de la vigilia, pero la vía monoaminérgica que inerva directamente la corteza cerebral está silente (Calb & Moreno, 2013).

Durante la fase del sueño REM reaparecen los mismos patrones de actividad cerebral que durante el aprendizaje de la tarea procedimental, principalmente en el cerebelo y en distintas zonas de la corteza cerebral, entre ellas, la motora. También para recurrir a la memoria declarativa a la que se accede de manera consciente tiene su conexión con esta fase; esta memoria depende principalmente del hipocampo, zona del cerebro fundamental cuando el aprendizaje está relacionado con información del contexto y del espacio, la cual se activa cuando aprendemos y en la etapa del sueño profundo posterior al aprendizaje (Calb & Moreno, 2013).

Estudios recientes reportan variaciones en la tasa de proliferación de células subgranulares en los distintos periodos de privación (luz/oscuridad), tales variaciones parecen modificarse más significativamente durante la noche (López-Virgen, Zárate-López, Adirsch, Collas-Aguilar, & Gonzáles-Pérez, 2015). La inadecuada calidad del sueño se asocia con la salud, así como durante el sueño el cerebro presenta una gran actividad y en el organismo se suceden numerosos cambios de todo tipo: actividades de gran trascendencia para el equilibrio psíquico y físico, con modificaciones hormonales, bioquímicas, metabólicas imprescindibles para el buen funcionamiento durante el día, de temperatura, en el sistema muscular, en la respiración o en el sistema genital, funciones corporales, eficiencia y capacidad de concentración; también se ha relacionado la falta de sueño con un aumento de peso, diabetes, depresión y abuso de medicamentos (Trujillo Lora & Iglesias Pinedo, 2010; Dra. Convertini, 2006 y Masalán A., Sequeira Y., & Ortiz C., 2013). El aprendizaje refleja una serie de complejos procesos neurales que consisten en varios principios: adquisición y procesamiento de información, almacenaje y recuperación. La adquisición inicial conduce a la modificación de conducta, siendo la recuperación de estas modificaciones conductuales la mejor forma de definir la memoria (Tarragón Cros, 2013).

Las etapas del sueño (sueño de onda lenta y sueño REM) funcionan concertadas para reprocesar rastros de memoria reciente y consolidar la memoria, y esto a través de diferentes especies y tareas de aprendizaje.

Mientras que el sueño REM parece beneficiar en particular la consolidación de memoria de destrezas o habilidades, el sueño de onda lenta aumenta la consolidación de memorias declarativas explícitas dependientes del hipocampo (Organización para la cooperación y el desarrollo, 2009).

El dormir de forma periódica y durante períodos de tiempo “suficientemente” largos es necesario para mantener la salud física y mental, ya que si no se duerme lo suficiente se crea una especie de “deuda del sueño”, que se acumula progresivamente llegando a producir un deterioro de la función mental (Carrillo-Mora, Ramírez-Peris, & Magaña-Vazquez, 2013).

Como Rosales Mayor et al. (2008) describen, “una buena calidad del sueño está referida no sólo al hecho de dormir bien durante la noche sino también a un buen desempeño durante la vigilia” (Rosales Mayor, Egoavil Rojas, La Cruz Dávila, & De Castro Mujica, 2008) ya que algunos estudios sugieren que la privación de sueño y los problemas de esta están asociados con un desempeño académico más pobre: mientras menos duermen, más bajo su desempeño (Organización para la cooperación y el desarrollo, 2009).

En la investigación de Diekelmann & Born (2010) concluyeron que el sueño de ondas lentas y el sueño REM tienen funciones complementarias a optimizar la consolidación de la memoria (Diekelmann & Born, 2010).

Durante el sueño profundo, los conocimientos aprendidos por el hipocampo se transmiten al cortex, así, la persona que quita tiempo al sueño lo que hace es impedir el asentamiento de los nuevos conocimientos adquiridos producto del estudio (Quintana Lorite, 2009), ya que el conocimiento se retiene y logra formar parte de las estructuras cognitivas del cerebro, con lo cual se asegura y el recuerdo alcance la claridad necesaria para aprender en profundidad (Dávila J. C., 2010 y Tarragón Cros, 2013) por lo que una vez consolidada la memoria en el neocórtex, el hipocampo gradualmente deshace algunas conexiones preexistentes (memoria a corto plazo), restaurando, según se cree, la capacidad hipocampal para volver a generar redes (López-Virgen, Zárate-López, Adirsch, Collas-Aguilar, & Gonzáles-Pérez, 2015).

La afectación de las habilidades cognitivas se produce debido a que la interrupción del sueño REM provoca menor consolidación de una tarea aprendida (menor capacidad de aprendizaje), además de que cuando una persona tiene restricciones de sueño de 3 a 5 horas por día, durante 7 días consecutivos, se debilita el rendimiento, también los periodos largos de no dormir regularmente, tienen un efecto acumulado que se expresa en déficits neurocognitivos (Hamui-Sutton, Barragán-Pérez, Fuentes-García, Monsalvo-Obregón, & Fouilloux-Morales, 2013).

Hay presencia de un trastorno del sueño en la medida en que se ve alterado el estado rítmico fisiológico, en el que se alterna el sueño con la vigilia; se mueven entre una disminución de las horas de sueño, derivada de algún incidente esporádico, hasta la privación relativamente permanente de las horas de descanso (Dávila J. C., 2010).

Dentro de los principales problemas por la falta de sueño en personal médico y no médico se incluye: incremento de la somnolencia diurna, lo cual causa un efecto negativo en la vigilancia, problemas cognitivos, impacto sobre el estado de ánimo, en el estado de alerta, enfermedades crónicas, capacidades mentales reducidas y mortalidad prematura, así como se ha reportado que, periodos extensos con reducidas horas de sueño están asociadas a una disminuida capacidad para la concentración, la memoria, lenguaje, desempeño cognitivo y académico; los estudiantes de medicina con ciclo irregular de sueño-vigilia y corta duración de sueño presentaban peor desempeño académico, el rendimiento psicomotor disminuye de manera equivalente o mayor a la producida por la intoxicación alcohólica (Carrillo-Mora, Ramírez-Peris, & Magaña-Vázquez, 2013; Targa & Vila, 2007; Alvarado Fernández, y otros, 2012 y Dra. Domínguez, Dra. Grosso, Dra. Pogotto, Dra. Taliercio, & Dr. Allegri, 2009).

La disminución en la duración del periodo de sueño causa serios problemas cuando perdura por tiempo prolongado, por ejemplo, privar de 4 horas diarias de sueño a un individuo se traduce en diversas alteraciones fisiológicas, como el incremento de la presión sanguínea, el decremento del tono parasimpático, el aumento del cortisol nocturno y de los niveles de insulina, el aumento del apetito posiblemente por el incremento de los niveles de la hormona ghelina, la disminución de la hormona leptina (hormona relacionada con la experiencia de saciedad), y un bajo desempeño psicomotor; también está relacionada con el aumento de la producción de radicales libres a nivel celular, a su vez relacionados con el envejecimiento prematuro (Cortés Romero, 2011).

El sueño influye en la conducta de las personas y en la productividad laboral, este se relaciona con el desempeño cognitivo, la toma de decisiones, el razonamiento, la memoria, la solución de problemas, la atención e incluso los accidentes ya que la asignación de tiempo dedicado a dormir puede afectar la salud de los estudiantes (Dra. Convertini, 2006).

Fontenele Araujo et al. (2008) refiere que en el ser humano se ha constatado que el desempeño en aprendizaje depende del ciclo sueño-vigilia (incluyendo la calidad y duración del sueño), de patrones de actividad física o intelectual, de hábitos y costumbres como el patrón de alimentación, de patrones sociales, condiciones ambientales en las que se realizan las pruebas e inclusive, de la época del año o del día de la semana (Fontenele Araujo & Valentinuzzi, 2008).

Principales funciones cognitivas afectadas con la pérdida del sueño.
Atención sostenida intencional: la atención se vuelve variable e inestable y se incrementan los errores de omisión y comisión.
Enlentecimiento cognitivo.
El tiempo de reacción se prolonga.
La memoria de corto plazo y de trabajo disminuye.
Se afecta la adquisición de tareas cognitivas (aprendizaje).
Aumentan las respuestas perseverativas.
Toma de decisiones más arriesgadas.
El desempeño inicial de las tareas es bueno al inicio pero se deteriora con las tareas de larga duración.
Alteración de la capacidad de juicio.
Disminución de la flexibilidad cognitiva.
Alteraciones del humor: irritabilidad, enojo.
Disminuye la autovigilancia y autocrítica.
Fatiga excesiva y presencia de "microsueños" involuntarios.

**Tabla 1** Principales funciones cognitivas afectadas con la pérdida del sueño. *Fuente: Carrillo-Mora, et al., 2013*

Estudios hechos han determinado que existe una alta frecuencia de excesiva somnolencia diurna y mala calidad de sueño en estudiantes de medicina; frecuencias de 34 % y 58 % respectivamente en estudiantes de los dos últimos años de la carrera de medicina, se considera que las principales causas de somnolencia son la disminución de cantidad de horas de sueño, disrupción del ritmo circadiano, uso de algunos medicamentos y pobre calidad de sueño (Diekelmann & Born, 2010).

Mientras que Osorio Castillo L. et al (2008) describe al rendimiento académico como el cumplimiento de las metas, logros u objetivos establecidos en el programa o asignatura cursada por el alumno y al desempeño académico que es el grado de conocimientos que a través de la escuela, reconoce el sistema educativo que posee un individuo, el cual es expresado por medio de las calificaciones asignadas por el profesor (Osorio Castillo, Valadez Nava, Cuellar Gaxiola, & Monje Martínez, 2008 y Osorio Castillo, Valadez Nava, Cuellar Gaxiola, & Monje Martínez, 2008).

En un estudio realizado por Trujillo Lora & Iglesias Pinedo (2010) revelan un resultado poco saludable considerando que los estudiantes con mejores promedios duermen menos, lo cual indica que para obtener un promedio de notas altas implica sacrificar horas de sueño, de ahí que parte de la decisión de dormir de un estudiante universitario dependa de los incentivos académicos que éste posea. Otros datos adicionales interesantes que encontraron fueron que la productividad de una hora de trabajo académico en la producción de promedio académico depende de la edad (menor para los más jóvenes) y de género (mayor para las mujeres), sin embargo el que las mujeres universitarias dedican, en promedio, mayor número de horas al trabajo académico sacrificando sus horas de ocio en lugar de sueño ya que este es un recurso del cual los estudiantes universitarios pueden extraer tiempo cuando se hacen valiosos otros usos del tiempo (Trujillo Lora & Iglesias Pinedo, 2010).

## Metodología

La metodología de investigación empleada fue exploratoria, transversal, no intervencionista, observacional. El análisis estadístico fue mediante estadígrafos descriptivos (medidas de tendencia central y dispersión), correlacionales (Pearson) y comparativos (T student) utilizando el programa Microsoft Excel 2010 para Windows. Se utilizó un muestreo no probabilística, por conveniencia.

Fueron invitados todos los alumnos de la Facultad de Medicina y Nutrición (FAMEN) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), siendo un total de 1,515 alumnos de los cuales aceptaron participar de manera voluntaria 352, considerándose solamente a 274 participantes por haber contestado correctamente las encuestas aplicadas. Los criterios de inclusión fueron: estudiantes de medicina de la FAMEN, matriculados durante la recolección de datos, que aceptaran voluntariamente se les aplicaran la encuesta y el electroencefalograma cuantitativo (QEEG), además de referir estar saludables. Los criterios de exclusión: no haber llenado correctamente la encuesta para esta investigación. Se aplicó un cuestionario, interrogando la mínima cantidad diaria de horas de sueño y los datos de identificación. El QEEG se realizó en vigilia, con privación de sueño a partir de las 04 hs am.

## Resultados

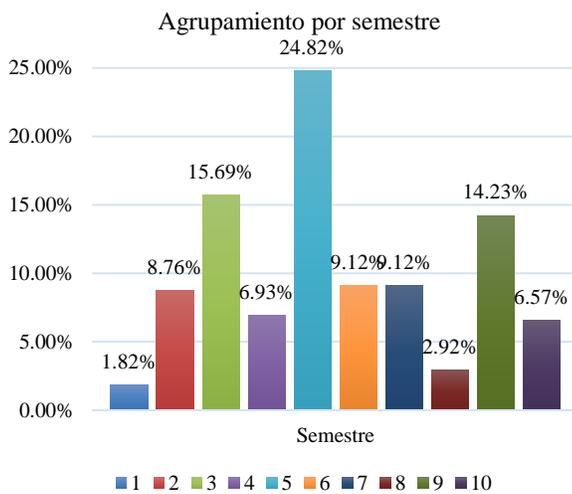
Estadística descriptiva:

La muestra estudiada se conformó con un total de 274 alumnos. El género estuvo distribuido con un 56.57 % femenino (155) y un 43.43 % fueron de hombres (119) (ver tabla 3).

Género	Participantes	Porcentaje
1	119	43.43 %
2	155	56.57 %

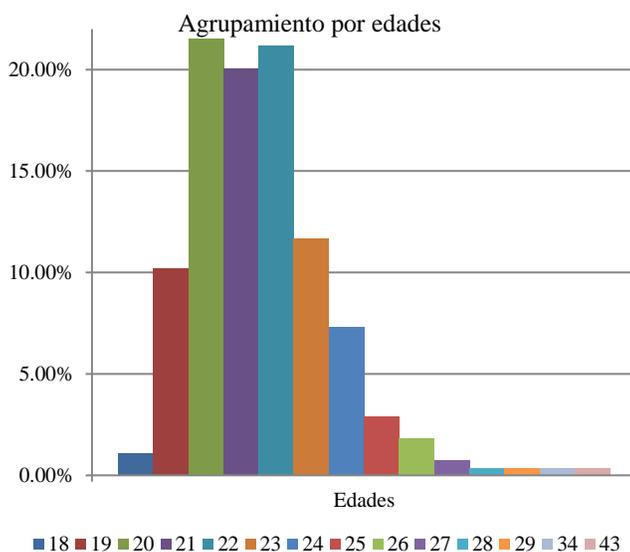
**Tabla 2** Agrupamiento por género

La distribución de frecuencias por grado escolar, de mayor a menor fue la siguiente (ver grafico 1): de 5° semestre con un 24.82 % (68 estudiantes), de tercer semestre con un 15.69 % (43), 9° con un 14.23 % (39), sexto semestre con 9.12 % (25), séptimo con 9.12 % (25), segundo semestre con 8.76 % (24), cuarto con 6.93 % (19), de 10° semestre con un 6.57 % (18), octavo con 2.92 % (8) y el ultimo con un 1.82 % (5) por los de primer semestre.



**Gráfico 1** Agrupamiento por semestre

La distribución de mayor a menor edad, en la muestra estudiada, mostró un rango entre los 18 y hasta los 43 años, observándose un 21.17 % (58) de participantes con 22 años, siguiéndole un 21.53 % (59) de 20 años, seguido de un 20.07 % (55) de 21 años, después un 11.68 % (32) con 23 años, 7.30 % (31) con 24 años, 10.22 % (28) de 19 años, 2.92 % (8) de 25 años, un 1.82 % (5) de 26 años, un 0.73 % (2) de 27 años, con un 1.09 % (3) de 18 años, 0.36 % (1) en cada una de las edades de 43, 34, 29 y 28 años (ver gráfico 2).



**Gráfico 2** Agrupamiento por edades

En cuanto al estatus escolar, aquellos estudiantes regulares fueron 147 (53.65 %) y los no regulares fueron 127 (46.35 %). El promedio general observado en la muestra estudiada presento valores de un rango mínimo de 7.4 y máximo de hasta 9.7, con una media de 8.47, la moda y la mediana de 8.5. Observándose a 130 (47.45 %) alumnos con calificación promedio menor a la media, siendo 144 (52.55 %) los alumnos que presentaron una calificación promedio por arriba de la media.

El mínimo número de horas de sueño referido por los participantes se observó en un rango desde 2 hasta 11. Observándose una media de 5.7, con una moda y una mediana de 6 y una desviación estándar de 1.3; observándose a 115 (41.97 %) alumnos, con número de horas mínimas de sueño menor a la media 159 (58.03 %) refirieron dormir un número de horas mayor a la media (ver tabla 3).

Número de horas de sueño	Participantes	Participantes acumulados	Porcentajes	Porcentaje acumulado
2	1	1	0.36%	0.36%
3	10	11	3.65%	4.01%
4	32	43	11.68%	15.69%
4:30	1	44	0.36%	16.06%
5	71	115	25.91%	41.97%
6	100	215	36.5%	78.47%
6:30	2	217	0.73%	79.20%
7	30	247	10.95%	90.15%
8	24	271	8.76%	98.91%
10	2	273	0.73%	99.54%
11	1	274	0.36%	100%

**Tabla 3** Agrupamiento por horas de sueño

#### Estadística de correlación:

El análisis correlacional en cuanto a las horas de sueño referidas por los estudiantes solo mostro una correlación positiva, muy débil, con la variable grado, con un valor de 0.161 y un valor de p: 0.01, lo cual permite identificar de manera que, a mayor grado escolar muy discretamente es mayor el número de horas de sueño referidas. No se mostró una correlación con la actividad cerebral de los alumnos.

### Estadística comparativa:

La media del mínimo número de horas de sueño del grupo en general fue de 5.7 y al realizar la comparación entre el grupo con mínimo de horas de sueño por debajo de la media grupal, contra los que refirieron mínimo de horas de sueño mayor a la media grupal, no se encontró diferencia significativa alguna con la actividad cerebral.

### Agradecimiento

Al Instituto de Investigación Científica de la Universidad Juárez del Estado de Durango, por el apoyo recibido a la investigación y a la formación de nuevos investigadores.

### Conclusiones

En la muestra estudiada no se observó correlación entre el mínimo número de horas de sueño, referidas por los participantes y la actividad cerebral cuantitativa. El análisis correlacional en cuanto a las horas de sueño referidas por los estudiantes solo mostro una correlación positiva, muy débil, con la variable grado, con un valor de 0.161 y un valor de p: 0.01, lo cual permite identificar de manera que, a mayor grado escolar muy discretamente es mayor el número de horas de sueño referidas.

Así mismo en el análisis comparativo no se obtuvo alguna diferencia significativa.

Finalmente, en la muestra estudiada no se observó que el número de horas de sueño por debajo de la media grupal tuviese influencia en la actividad cerebral.

### Referencias

Alvarado Fernández, V., Arrollo Sánchez, G. D., Castro Ulloa, G., Fuentes Ocampo, F., Marín Castro, J. P., Soto Montero, G., y otros. (septiembre de 2012). Impacto que tiene la falta de sueño sobre las habilidades cognitivas de una población de estudiantes de medicina. *ASOCOMEFO medicina legal de Costa Rica*, 29(2), 19-38.

Calb, D., & Moreno, A. (2013). *La ciencia del sueño (o amanecer de una noche agitada)*. Buenos Aires, Argentina: siglo veintiuno editores.

Carrillo-Mora, P., Ramírez-Peris, J., & Magaña-Vázquez, K. (julio-agosto de 2013). Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *revista de la facultad de medicina de la UNAM*, 56(4), 5-15.

Carrillo-Mora, P., Ramírez-Peris, J., & Magaña-Vázquez, K. (julio-agosto de 2013). Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *Revista de la facultad de medicina de la unam*, 56(4), 5-15.

Chokroverty, S. (2011). *Medicina de los trastornos del sueño. Aspectos básicos, consideraciones técnicas y aplicaciones clínicas (3° ed.)*. (S. Madero García, Trad.) Barcelona, España: Elsevier España.

Cortés Romero, C. E. (2011). Estrés y cortisol: implicaciones en la memoria y el sueño. *Elementos*, 33-38.

Dávila, J. C. (octubre-noviembre de 2010). Sobre el sueño (y su necesidad). *encuentros en la biología*, 3(131), 67-69.

Dávila, M. (septiembre de 2011). Neurofisiología y fisiopatología del sueño. *Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 39(3), 37-48.

MORALES-PARRA, Lariza Noemí, RÍOS-VALLES, José Alejandro, HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia. Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED. *Revista de Ciencias de la Salud*. 2016

Del Castillo Castilla, L., & Mendoza Meza, D. L. (2 de marzo de 2005). Algunos aspectos fisiológicos acerca del sueño. revista de la facultad de ciencias de la salud, 2(1), 57-64.

Del Pielago Meoño, A. F., Failoc Rojas, V. E., Plasencia Dueñas, E. A., & Días Vélez, C. (octubre-diciembre de 2013). Calidad de sueño y estilo de aprendizaje en estudiantes de medicina humana de la universidad nacional Pedro Ruíz Gallo. acta médica peruana, 30(4), 63-68.

Diekelmann, S., & Born, J. (febrero de 2010). The memory function of sleep. Macmillan publishers limited, 11, 114-126.

Dr. Serra M., L. (2013). Trabajo en turnos, privación de sueño y sus consecuencias clínicas y medicolegales. Rev. Med. Clin. Condes, 24(3), 443-451.

Dra. Domínguez, P., Dra. Grosso, M. L., Dra. Pogotto, B., Dra. Taliercio, V., & Dr. Allegri, R. (2009). Efectos de la privación de sueño en el desempeño de los médicos residentes de pediatría. archivos argentinos de pediatría, 107(3), 241-245.

Dra. Convertini, G. M. (2006). El sueño en la infancia: su importancia en el desarrollo. Sueño en los niños (págs. 1-7). Córdoba: Comité nacional de pediatría general ambulatoria - SAP.

Eide, E. R., & Showalter, M. H. (2012). Sleep and student achievement. eastern economic journal, 1-13.

Fontenele Araujo, J., & Valentinuzzi, V. S. (julio-septiembre de 2008). Los ritmos biológicos y el aprendizaje. ingenierías, 11(40), 41-46.

Gallego Gómez, J. I. (2013). Calidad del sueño y somnolencia diurna en estudiantes de enfermería: estudio de prevalencia. (tesis doctoral): facultad de enfermería.

Gutierrez Diaz, D. P. (2012). Privación crónica de sueño en adolescentes universitarios y su influencia en el rendimiento académico. (maestría en educación): facultad de educación y humanidades.

Hamui-Sutton, L., Barragán-Pérez, V., Fuentes-García, R., Monsalvo-Obregón, E. C., & Fouilloux-Morales, C. (julio-agosto de 2013). Efectos de la privación de sueño en las habilidades cognitivas, psicomotoras y su relación con las características personales de los médicos residentes. cirugía y cirujanos, 81(4), 317-327.

López-Virgen, V., Zárate-López, D., Adirsch, F. L., Collas-Aguilar, J., & Gonzáles-Pérez, Ó. (2015). Efectos de la privación de sueño (PS) sobre la neurogénesis hipocampal. gaceta médica de México, 99-104.

Masalán A., M. P., Sequeida Y., J., & Ortiz C., M. (septiembre-octubre de 2013). Sueño en escolares y adolescentes, su importancia y promoción a través de programas educativos. revista chilena de pediatría, 84(5), 554-564.

Organización para la cooperación y el desarrollo, e. (2009). La comprensión del cerebro. El nacimiento de una ciencia del aprendizaje. París: ediciones UCSH.

Osornio Castillo, L., Valadez Nava, S., Cuellar Gaxiola, A., & Monje Martínez, J. (Diciembre de 2008). Variables sociodemográficas que influyen en el rendimiento académico de estudiantes de medicina en la FESI-UNAM. revista electrónica de psicología iztacala, 11(4), 1-14.

Piñero López, O. (septiembre de 2010). Principales condicionantes del aprendizaje. revista digital eduinnova(24), 141-144.

Puertas Cuesta, F. J., Prieto Prieto, F., Sánchez Andrés, J. V., & Aguirre Mardones, C. (2015). Neurobiología del ciclo sueño-vigilia. Modificaciones fisiológicas durante el sueño. En J. M. Montserrat Canal, & F. J. Puertas Cuesta, *Patología básica del sueño* (págs. 1-11). Barcelona, España: elsevier.

Quintana Lorite, S. (diciembre de 2009). Cómo tiene lugar el aprendizaje en el ser humano. *innovación y experiencias*(25), 1-13.

Rodríguez Morilla, B., Madrid Navarro, C. J., Estivill Sancho, E., & Madrid Pérez, J. A. (2015). Cronobiología del sueño. En J. M. Montserrat Canal, & F. J. Puertas Cuesta, *Patología básica del sueño* (págs. 21-34). Barcelona, España: elsevier.

Rosales Mayor, E., Egoavil Rojas, M. T., La Cruz Dávila, C. C., & De Castro Mujica, J. R. (2008). Somnolencia y calidad de sueño en estudiantes de medicina durante las prácticas hospitalarias y vacaciones. *acta medica peruana*, 25(4), 199-203.

Rosenzweig, M. R., & Leiman, A. L. (1992). *Psicología fisiologica* (2 ed.). (M. Perez Pamies, & M. Escobar Aliaga, Trads.) Madrid, España: McGraw-Hill.

Targa, A., & Vila, M. (2007). Impacto de la privación de sueño en las funciones cognitivas y las constantes basales. recuperado de: <http://www.aula-ee.com/escola/sites/aula-ee.com.escola/files/content/arxiu/Impacto%20de%20la%20privaci%C3%B3n%20de%20sue%C3%B1o.pdf>.

Tarragón Cros, E. (2013). Deterioro cognitivo inducido por privación de sueño: efecto de la edad y el tratamiento con memantina. (tesis doctoral): facultad de medicina.

Tirapu-Ustárroz, J. (2012). Neuropsicología de los sueños. *Rev Neurol*, 55(2), 101-110.

Trujillo Lora, J. C., & Iglesias Pinedo, W. (21 de octubre de 2010). Sueño y asignación de tiempo entre los estudiantes universitarios: el caso de la univervidad del Atlántico. *Revista semestre economico*, 13(27), 99-116.

Trujillo Lora, J. C., & Iglesias Pinedo, W. (enero-junio de 2010). Sueño y asignación de tiempo entre los estudiantes universitarios: el caso de la universidad del atlántico. *Semestre económico*, 13(27), 99-116.

**Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida**

MENA-ÁLVAREZ, Andrea\*†

*Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez S&N Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas,*

Recibido Octubre 04, 2015; Aceptado 29 Enero, 2016

**Resumen**

En el presente informe, se redacta la primera parte de las dos que formarán la investigación, la cual aborda el acercamiento a historias de vida de niños hospitalizados, logrando con ello, información sustancial de lo que experimentan durante su enfermedad en conjunción con su vida académica, ejerciendo durante este proceso el derecho a su educación.

**Historias de vida, derecho, educación, hospital pediátrico****Abstract**

In this report, the first part of the two that form the investigation is drawn up, which addresses the approaches to life histories of hospitalized children, thereby achieving material information of what they experience during his illness in conjunction with their academic life , exercising during this process the right to education.

**Life stories, law, education, pediatric hospital**

---

**Citación:** MENA-ÁLVAREZ, Andrea. Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 11-23

---

---

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: andrea.mena@unach.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El presente documento redacta historias de vida de niños que han estado hospitalizados durante tiempos prolongados, de hasta 4 a 7 años, teniendo con esto, forzosamente que llevar a cabo su educación formal dentro del lugar que los cobija en su enfermedad, ejerciendo con ello su derecho a la educación.

En la investigación funje como colaborador Leander Zenteno Díaz, siendo valiosa su participación al recaba datos importantes para lograr acercamientos de vida importantes como lo es la de una niña que superó la enfermedad, la cual al lograr su egreso del hospital, prosiguió sus estudios y se encuantra a punto de terminar una carrera, también se logró la historia de un educando que no superó la enfermedad dejando su historia inconclusa al fallecer en el proceso de la investigación entre otros.

## Historia de vida, un método para compilar experiencias

Las historias de vida como método, logra narrar aquellas historias de acontecimientos que son hechos significativos para las personas que investigan sobre un hecho en específico.

“La historia de vida es una experiencia, de un testimonio, de un relato, en definitiva, de una mirada. Pero una mirada capaz de contar, desde lo secuencial de lo particular, los cambios colectivos, las condiciones socioculturales de una época, las relaciones entre diferentes sectores de clase, las conductas de los géneros” (Santa marina, 1993, p.56)

“Los hechos que se presentan en estos relatos se producen datos descriptivos e interpretativos mediante la cual las personas hablan o escriben con sus propias palabras el comportamiento observado” (Berríos, 2000).

Se implementó con el fin de poder comprender las distintas perspectivas de los niños en el hospital y sus vivencias, su sentir, encuentros y desencuentros. Se eligieron del área de diálisis a cuatro de los niños que se encontraban con más tiempo hospitalizados, además que su enfermedad les permitía y además aceptaban ellos y sus padres que dieran la entrevista, y los cuales están catalogados como casos exitosos.

## Hospital pediátrico de Tuxtla Gutiérrez- Contexto

Contextualizaremos el lugar de estudio. El Hospital de Especialidades Pediátricas se ubica en Blvd. SS Juan Pablo II s/n, colonia Castillo Tielmans, Tuxtla Gutiérrez, Chis. Este lugar oferta 39 especialidades clínico-quirúrgicas fue creado en el 2006 por decreto del ex presidente de México, Vicente Fox, este lugar alberga a personas menores de edad de los 0 años hasta los 17 años 11 meses, cuenta con una infraestructura de calidad para atender las especialidades, así como cuenta con los médicos especializados en cada área correspondiente, tiene consultorios, y cuartos para aproximadamente 170 camas censables y no censables, 5 quirófanos, laboratorios entre otros. Este hospital brinda atención a enfermedades complejas como: malformaciones congénitas, enfermedades cardiovasculares, trastornos ortopédicos, leucemias y otros tipos de cáncer, trasplantes, entre otros padecimientos que requieren servicios médicos especializados.

## “Programa sigamos.... aprendiendo en el hospital”

Es un programa creado para combatir el rezago educativo en estado de Chiapas y en México, el trabajo de campo in situ, fue que el colaborador impartiera clases al área de dializados, donde cuentan con aproximadamente 10 niños, se tuvo que trabajar con los de más edad, ubicados entre 12 y 15 años.

Tienen distintas edades, así como distintos grados de escolaridad y conocimientos de contenidos, estaríamos hablando de atender a un salón multigrado<sup>1</sup>, presentan rezago educativo a causa de su salud, algunos de ellos pueden leer pero no saben contenidos matemáticos mientras que otros lo contrario, son casos especiales ya que son contenidos que ya conocían, sin embargo, por estar desvinculados a la escuela todos esos conocimientos fueron puestos en el olvido.

Es impactante concientizar que los niños en algún momento estuvieron dentro de un aula regular de clases, y al ingresar, con el paso de los años pierden la noción de los estudios.

Los tres educandos elegidos dentro del hospital para el proceso de estudio de campo, (la otra ya no se encuentra en el hospital debido a que fue dada de alta) presentaron los mismos problemas, como el no suficiente manejo de la suma, resta, multiplicación, división, lecto-escritura. Estas competencias las tienen, pero no al cien por ciento. Sin embargo, se lucha contra la corriente, porque la enfermedad que ellos padecen es un motivo de desilusión para seguir aprendiendo. El hospital cuenta con muy pocos recursos para materiales de apoyo que sean cómodos, que favorezcan al educando en su aprendizaje, debido a que entre otras cosas, ellos cuentan con pocas mesas de trabajo y en el caso de diálisis son niños más grandes lo cual se torna incomodo para trabajar, aunado a esto también la falta de materiales mínimos como lo son lápiz, borradores, libretas, papeles entre otros, son un impedimento para que ellos aprendan de una manera adecuada.

<sup>1</sup> DE QUÉ SETRATAN LAS ESCUELAS MULTIGRADO? Cuando hablamos de escuelas multigrado estamos hablando de un tipo de escuela donde el profesor enseña dos o más grados simultáneamente en una misma aula de clase. Para mayor información leer <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001374/137497so.pdf> recuperado el 10 octubre 2016

Se ha podido reconocer que el grado de discapacidad de una persona se relaciona con sus dificultades, producto de una diversidad funcional, y con las facilidades o dificultades que le ofrezca su entorno. Entonces, las barreras que la persona encuentre en su camino, generarán en ella mayor o menor grado de discapacidad y ello dependerá de los apoyos de los que pueda disponer para alcanzar un mejor nivel de desarrollo. (Paez, Stella 2010)

### Derecho Educativo

Los organismos internacionales han atendido este aspecto, para ellos los niños son sujetos de derecho, en su página oficial la UNICEF especifica sobre este punto:

“La Convención sobre los derechos del niño (CND) adoptada de forma unánime por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1989, es el primer instrumento internacional que establece que todas las niñas, niños y adolescentes, sin ninguna excepción, tienen derechos y que su cumplimiento es obligatorio para todos los países que la han firmado, incluido México, que la ratificó en septiembre de 1990. Con la CDN, los niños y niñas dejan de ser simples beneficiarios de los servicios y de la protección del Estado, pasando a ser concebidos como sujetos de derecho” (UNICEF, 2015)

Es importante que los niños hospitalizados y sus familiares, tomen conciencia que tienen derechos y hacerlos ejercer.

El programa sigamos aprendiendo es una luz de aprendizaje para los educandos, solo hace falta apoyar de manera suficiente este programa y será de gran impulso para combatir el rezago educativo.

El desconocimiento de derechos o de garantías que tenemos como ciudadanos, no nos hace ejercerlo, aunque en la realidad educativa se suscitan muchos problemas para el ejercicio de estos derechos, siempre surgen formas alternativa o emergentes para poder solucionarlos.

El modelo educativo en México, considera que todo ser humano tiene un gran potencial susceptible de ser desarrollado cuando muestra interés por aprender; y lo hará de manera significativa si se basa en los cuatro pilares para la educación de este milenio que propone, UNESCO; aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser. (Delors, 1997, p. 4)

Sin embargo cuando los alumno ingresan a un hospital la manera de visualizar la realidad cambia, siendo una constante que al hospitalizarse, en un principio, no quieren saber nada de la escuela por la depresión.

### **Acercamiento de la historia de vida del educando 1 con Enfermedad Renal Crónica de 15 años de edad<sup>2</sup>**

Cuando un niño ingresa a un hospital se despoja de muchas cosas como lo es el juego, la educación y como niño lo mejor de la vida el comer dulces, sin embargo, ellos siempre se mantienen luchando para poder algún día poder volver a realizar todo lo que antes les gustaba hacer comúnmente.

Este acercamiento de vida es sobre una niña que ha pasado mucho tiempo dentro del hospital, ella quiere contarnos su historia con mucha emoción para que muchos entiendan, aprendan a cuidarse y a disfrutar la vida.

Ella comenzó así, hola como estás querido lector, sé que estás leyendo en este momento este documento, primeramente, quiero contarte quien soy, mi nombre es educando A, acabo de cumplir 15 años de edad y los cumplí aquí dentro del hospital, me realizaron una fiesta muy bonita las maestras, me emocionó poder convivir con todos mis amigos y a las personas que tanto quiero, bueno, de 7 hermanos yo soy 15 Esta historia fue escrita por el educando de 15 años de edad, en ella nos narra lo que ha pasado en su vida como estudiante, desde antes de entrar al hospital hasta el día de hoy que permanece en el programa sigamos aprendiendo en el hospital. Ella menciona a personas que muy importantes en su vida como parte de motivación, así como los eventos vividos. (algunas expresiones que maneja son propias al modo coloquial de expresarse). El número 3, soy originaria de Tuxtla, toda mi vida me la he pasado viviendo aquí. Gracias a Dios vivo con mis dos padres, él se dedica a la albañilería mientras que mi mamá me cuida en el hospital todo el tiempo, ellos dos juntos me sacan adelante.

Ellos me han enseñado a ser respetuosa, a saludar a mis mayores y entender como debe ser la vida, yo los admiro porque trabajan duro para poder mantenernos a todos, aparte darnos lo que necesitamos, mientras yo le hecho ganas con mi tratamiento y tenga una vida más bonita.

Mis papás me dieron la oportunidad de estudiar cuando yo tenía 7 años, pude ingresar por primera vez a la primaria, cuando yo llegué a ese lugar era grande y muy bonito, había muchos, salones y 2 canchas, me sentía bien estar allí.

Recuerdo que cuando llegué al salón encontré a una niña, mi primera amiga, y junto con mi prima, las tres siempre hemos estado juntas, pero de allí encontré más amigas súper buena onda, eran 3, también conocí amigos eran 4, Todo ellos junto conmigo nos llevábamos bien, todos los días antes de ir a la escuela por las mañanas pasaba mi prima, para poder irnos juntas.

<sup>2</sup> Las entrevistas de los 4 educandos se llevaron a cabo utilizando las TIC, la redacción se respetó y trató de poner de la manera más puntual posible y respetar la forma de cómo contestaron los alumnos, por lo que, los errores en redacción y ortografía son de la entrevista original.

Estando en la escuela mi maestro preferido, era el que daba la clase de música, el profe Jasiel, era muy buena onda, se llevaba bien con todos los niños, el cargaba siempre su teclado y nos tocaba canciones bonitas de inglés y de navidad, él estuvo con nosotros 2 años, lamentablemente lo cambiaron por la profe Ivonne ella nos enseñó canciones en inglés, español y de navidad también, y nos llevaba a cantar al homenaje, nos gustaba participar con ella, era de las cosas más bonitas que pase allí con ellos, porque al estar cantando podía compartir las canciones con mis amigos, el maestro que nos daba clases era el profe Héctor, era muy bueno, él nos puso un apodo a todos, “los chatos nariz de gatos” jajaja nos hacía reír que nos dijera así, él era muy relajado, solo pensaba en que nos divirtiéramos y nos consentía mucho en los eventos, él estuvo con nosotros hasta 4 grado, cuando nos separaron en dos grupos en los de a y b, yo quede en el b, ese día fue triste porque yo quería mucho al maestro porque estaba muy hallada con él, sin embargo, me comenzó a dar clases la profe Nancy, era buena, pero me caía mejor el profe Héctor.

Mi lugar preferido de la escuela era, abajo de un árbol porque allí pasaba un río y todos íbamos a tirar piedras, nos trepábamos en la maya y jugamos atrapadas, pero fue por la separación del grupo que comenzó unos problemas con mis compañeros, comenzamos a distanciarnos y peleamos todos, que feo fue ese año.

De las cosas que más me gustaban hacer durante la clase era copiar los textos que me dejaban de los libros y hacer experimentos como el del volcán, donde hacíamos una maqueta, ese día mi amigo hizo su volcán que le dejó caer ácido o algo que hizo que explotara y como tenía harina se manchó toda la cara, fue muy divertido y nos reíamos mucho, recuerdo que uno del compañero se tiró al suelo y se “mataba de la risa”.

A la hora del recreo me gustaba porque salía a comer de todo, como pizza, hamburguesa, chicharrón “uff que rico”, qué tiempos aquellos, extraño comer todo era tan rico. Las empanadas que ricas eran y poder acompañarlas con un refresco (exclamó riendo) extraño comer de esa manera, me gustaba ir con mi abuelita porque me daba dinero para poder comprar mis cosas en la escuela.

Cuando salía de la escuela me despedía de todos, cuando llegaba a mi casa me iba a mi cuarto y me tomaba mi pozol todos los días, me acostaba, me bañaba y comenzaba hacer mis tareas, sabía leer muy bien, cosa que ahora ya no puedo bien, me gusta ir al arbolito a leer, me gustaba escribir cuentos con mi amiga, me gustaba ver películas, o ir al ciber.

Un día me comencé a sentir mal, no quise ir a la escuela fue un día lunes lo recuerdo, porque estaba en 6°, me aburrí un poco, ya no me daban ganas de salir, me sentía mal y ni ganas de comer me daba, le dije a mi mamá que no quería estudiar y mi mamá dijo que no, ella insistió que era importante el hacerlo, le dije que respetara mi decisión y fue así como me salí de la escuela a casi terminar 6 de primaria.

Me comencé a enfermar un día, me dijeron que me había dado anemia avanzada tenía tos seca, comencé a vomitar todo lo que comía, un doctor le dijo a mi mamá que tenía según salmonelosis, me dio unas ampollitas carísimas, me las aplicaron, vitaminas y hierro, hasta que mi mamá me llevó al hospital regional, me dijeron que me tenían que hospitalizar, allí estuve durante toda la noche enferma, a la mañana siguiente me mandaron al hospital porque no podía aguantar el dolor de cabeza y de estómago.

Me dijeron que me trasladarían al hospital pediátrico, donde me recibió la doctora, aquí estuve 8 días internada, me dieron de alta al pasar los días, al salir de allí comencé a comer normal porque nunca me dijeron que debía dejar de comer cosas, y comer cosas ricas, como lo es el mole la comida con chiles y otras. Con el paso del tiempo creí que ya estaba mejor así que un día por comer como siempre comencé a hincharme, para cuando vi que me emporé estaba en mi casa, estaba mal, se me fue el líquido al pulmón y al riñón, comencé a ir la iglesia pidiéndole a Dios, y hasta pensaba que tenía un demonio dentro, porque todos se espantaban en casa cuando me dolía y me sujetaban sacaba una fuerza saber de dónde, un día creo que uno de mis riñones dijo “ya hasta aquí” recuerdo muy poco que comencé a delirar, miraba cosas raras y me sentía tan mal, mi mamá me llevo con un especialista, recuerdo que ese día me pusieron oxígeno, el medico dijo que me trajeran de vuelta al hospital.

Recuerdo fue todo muy feo porque me metieron en silla de rueda al hospital, pasé con el médico y él dijo que me internaran lo más rápido y que me canalizaran, fue cuando comencé a vomitar y me sedaron porque no aguantaba el malestar y los dolores. Fue que así que me pasaron a quirófano, como eso de las 3 de la mañana y salí como a las 6 de la mañana, me pusieron sedación, pero no me agarro fue lo peor tanto así que me arranque el catéter, por eso me subieron a otras ves y me intervinieron en 3 veces. Hasta que un día estaba lloviendo de madrugada ya había pasado 15 días y pensé que aquí pasaría toda mi vida, pero al ver que la Dra. Angelita y el Dr. Horacio se alegraron que todo fue un éxito. Cuando llegue al hospital cambio todo, pensé que aquí viviría toda mi vida, que con el paso del tiempo mi forma de pensar cambió tanto así que después ya no me quería ir a mi casa, porque me encariñe con las enfermeras más con Alondra, ella me quería mucho, ella me conectaba, era muy amable conmigo, me consentían también cuando iba a la escuela dentro del hospital.

Recuerdo que pedía lo que quería, porque estaba bien la diálisis que me hicieron, me comenzó a gustar este lugar, por cómo era, las personas que estaban a mi lado y como me atendían, comencé a mejorar con el tiempo hasta que me tuvieron que dar de alta un día jueves, me dijeron que tenía venir otra vez lo cual me agradó la idea. Cuando llegué un 30 de septiembre viernes conocí ese día a la enfermera Mayeli y mis compañeros nuevos de la escuelita y de diálisis recuerdo éramos 6 que estábamos juntos, con ellos comencé a convivir y a platicar, saber de dónde venían y cuánto tiempo tenían allí, también supe sus gustos de cada uno, con algunos coincidíamos mucho. Cuando ingresé a la escuelita que le llamamos así, recuerdo que muchas cosas de las que había aprendido se me olvidaron por estar enferma y deprimida, sin embargo, comencé a interesarme más en la escuela aquí dentro porque me ponían más atención a lo que aprendo, todos los maestros que eh conocido aquí me gusta mucho como enseñan.

Nos enseñan a leer cosa que a mí me gusta que mucho, leo cuentos o me gusta escribir los cuentos que leo, ahora estoy corrigiendo como escribir bien y me gusta ver que estoy mejorando, los profesores son muy buenos, son muy amables, cariñosos y alegres.

Nos platican porque debemos de seguir estudiando, le dije a uno de ellos que me gustaría aprender manualidades como hacer pulsos, cadenas, anillos y bordados también, ahora sé que todo lo que me enseñan es para que un día pueda solucionar mis problemas saliendo de aquí, para poder terminar mis estudios y poder ser enfermera un día, quisiera poder ayudar a las personas en el hospital, así como me ayudaron a mí. Espero pronto poder concluir mis estudios aquí para poder lograr mis metas un día.

## Acercamiento de la historia de vida del educando 2 de 13 años de edad con ERC

Que tal mi nombre es educando B tengo la edad de 13 años estoy dentro del hospital pediátrico hace 7 años, estoy aquí por razones de salud, pero me gustaría contarte antes de llegar a este lugar como era mi vida. Soy originaria de la ciudad de Escuintla de 5 hermanos que somos soy la número 3, Mi mamá trabaja de limpieza, ella nos saca adelante trabajando duro, fíjense que cuando estuve en la escuela por primera vez fue a los 6 años y entre de oyente, porque en ese tiempo no tenía mis pases, nos apoyó uno de los profesores, mi mamá quiso que entrara de oyente en vez de perder el tiempo en casa, el profesor se dio cuenta que tenía buen promedio y que ponía mucha atención, fue entonces que me pudieron inscribir en primer años.

Cuando era oyente me gustaba mucho dibujar colorear, también me gustaban las matemáticas, como aprender los números que con el paso del tiempo aprendí las sumas, restas, el leer se me daba un poco, la maestra que tenía me motivaba a prender siempre, ella era atenta con nosotros, nos enseñaba a leer y a deletrear, formar sílabas, era divertido y entretenido hacerlo todo con ella, por cierto, ella se llama Erminda.

Un día la maestra tuvo un accidente y le dieron incapacidad por un tiempo, recuerdo que llegó un nuevo maestro y el cual no me gustaba porque nos castigaba mucho y nos daba de reglazos en las manos, lo hacía cuando no sabía o me equivocaba en alguna respuesta, estuvo con nosotros durante 4 semanas, hasta que “por fin” regreso la maestra y comenzó todo normal otra vez (exclamo sonriendo). Tenía muchos compañeros, pero en especial tenía una amiga que se llama R, me gustaban llevarme con ella porque jugábamos a cualquier cosa, como escondidas o íbamos al río, es más hacíamos la tarea juntas, ella la recuerdo es morenita, alta, de cabello negro y largo.

Mi escuelita era de tablitas con láminas, había pasto, árboles y tenía unos columpios en los cuales jugábamos todos, recuerdo que todo el tiempo me la pasaba con mi amiga caminando en la escuela, aunque era pequeña. Recuerdo que había una galera donde nos daban de comer, las mamás llegaban a cocinarnos para que todos comiéramos sano, ellas se turnaban para cocinas, nos daban de comer un apoyo de alimentos que le daban a la escuela.

Yo vivía con la comadre de mi mamá, porque ella nos dejó recomendado por que tenía que estar en México trabajando, esa señora nos trataba muy mal, porque, nos daba de comer comidas feas, nos daba recalentados y las tortillas y comidas todas pasadas.

Ella era mala y abusaba de nuestro dinero que mi mamá nos mandaba, creo que por todas esas comidas feas me comencé a enfermar, pasaba el tiempo y una vez su hija me empujó y me caí, mi espalda chocó en el tronco de un árbol, recuerdo que un buen rato no pude respirar bien, me dolía la cabeza y comencé a vomitar. Un día al limpiar la casa donde vivíamos todas mis hermanas y yo, vimos a mamá volver a casa le contamos a mi mamá todo lo que esa señora nos había hecho pasar, ese día mi mamá me enseñó que debería dar buena cara a los malos ratos y fue a hablar con la señora y le dio las gracias a la persona.

Me comencé un día a enfermar, me comencé a hinchar, las personas de la comunidad decían que probablemente un sapo me había orinado que por eso estaba hinchada, me dieron varios remedios caseros con yerbas, “no sanaba ni tantito”. Mi mamá conocía a una muchacha, la cual le ofreció unas gotas para mí y mi mamá le iba a dar unas zapatillas que la muchacha iba a necesitar, las gotas llamadas riñonina “las recuerdo muy bien” las tomé y al día siguiente me deshinché con eso.

Todavía seguía algo enferma, mi padrastro me llevó con un doctor y le dijeron que me quedaba poco días de vida y mi mamá comenzó a llorar, le dijeron a mis papás que necesitaba un pediatra, “entonces recuerdo que ellos no ganaban mucho”.

Mi mamá le habló a mi papá para que pagara el autobús a Tlaxcala, cuando íbamos en el camión, sentimos un movimiento extraño, el autobús se había ponchado y se había descompuesto en el camino, iba con mucho dolor y con vomito en el carro, las personas se dieron cuenta que estaba enferma y tenía que llegar al hospital, el chofer había señalado que tardarían unas horas para que nos llegaran a traer en otro carro, fue así que las personas del autobús le dieron a mi mamá “una vaquita” o “coperacha” para que me pudieran llevar en otro carro al hospital.

Cuando llegué al hospital vimos que “era para grandes”, nos recibieron y me atendieron, al pasar tiempo allí internada me llevaron al pediátrico me quedé 3 meses en el hospital, me pasaron a hemodiálisis y me quedé un poco mejor, mi mamá estaba desesperada, recuerdo que mi mami “aguantaba” todo lo que pasaba afuera como el frío o hambre. Pero el doctor le dijo a mi mamá que nos trasladarían al hospital a Tuxtla, fue así que nos mandaron en avión.

Llegando aquí a Tuxtla me mandaron a “hemo” y luego a diálisis, donde estoy ahora, aquí comencé a ver a personas nuevas como mis nuevos amigos, con quienes me llevaría muy bien.

Fue por una profe que me invitó a que subieras recibir clases un día, me dijo que había una escuela en el hospital, subí por curiosidad y desde ese día me llamaron, me dieron actividades, estás actividades eran divertidas, coloreaba, sopas de letras, recortabas y dibujaba. Me comenzó a llamar la atención la escuelita.

La profesora Leivis me caía bien ella era muy amable y divertida era como la profe Ermina, el profe Jonni era buena onda, bueno conocí a muchos aquí en el hospital, de las cosas que más me gustan hacer en la escuelita de aquí del hospital es, seguir dibujando, escribir un poco y ver tele “se reía mientras lo dijo”.

Creo que debo echarle más ganas para aprender, para ser alguien preparada y conseguir trabajo, quiero ser licenciada de trabajo social, porque de esa manera orientar a las personas para que tomen decisiones en su vida, también me gustaría ser enfermera, pero me da miedo, porque, me contaron que un día una de ellas se desmayó por ver sangre “expresó riéndose”.

Me gustaría que todos los niños puedan estudiar porque es importante, para salir adelante así ayudar en casa, me gustaría que en todos los hospitales estuviera el programa y que todos los niños aprendan, en especial más los que lo necesitan.

Espero que mi historia que sea leída y entendida para que aprendan de mi experiencia y cuiden a su familia, cuerpo “que no tomen refresco”, que recuerden que nunca tienen que perder la fe, porque yo no la perdí y sigo echándole ganas para salir adelante, un día seré libre e iré a mi casa, ya no aguanto la hora de ir para allá, porque allá todo es diferente, allí me siento cómoda y puedo visitar a mis abuelos y puedo ir al río.16

### **Acercamiento de la historia de vida de educando 3 la cual superó la ERC y continúa sus estudios**

Cuando alguien cumple sus metas y objetivos que se ha trazado a través de su vida, se autorealiza, este suceso hace ver una mirada hacia el pasado para entender, cuánto se sacrificó, qué cosas ocurrieron para poder lograrlo y si al final valió la pena todo el suceso para la cual se esforzó.

El siguiente acercamiento a la historia de vida de este educando, es una historia que demuestra la importancia de la inclusión educativa, la importancia de fomentar la educación en niños que están en el hospital, este acercamiento es de un educando que superó la enfermedad y que esta apoco tiempo de concluir sus estudios. La historia fue escrita por el educando 2, quien tiene 7 años de estancia en este lugar, ella nos describe cómo ha sido su vida dentro y fuera del hospital durante este tiempo, ella es compañera con el educando 1, de esta manera se puede comparar las realidades diversas. A través de esta historia vemos la importancia de los roles que debe jugar cada actor involucrado en el aprendizaje del alumno, es por eso que tanto los docentes, así como los materiales y equipo interdisciplinario deben ser de apoyo y motivación al educando. Soy una chica de 21 años soy originaria de la colonia nuevo naranjo de Tecpatán Chiapas, actualmente estudio en la Universidad Maya, estudio en esta universidad la licenciatura en enfermería.

Cuando iba a la primaria era una niña muy feliz de hecho podría decir que era muy hiperactiva, de hecho, me encantaba jugar mucho en todo momento, pero si algo me gustaba era poder jugar basquetbol, recuerdo que todas las tardes después de la escuela iba a jugar con mi prima y mi hermana a una cancha que está cerca de la casa.

Me gustaba ir a la primaria porque me gustaba aprender siempre, creo que, porque era muy curiosa, de las cosas que me gustaban era investigar, las cosas que yo no conocía siempre estaba preguntando a mis maestros, de hecho, tuve a un profesor que hablaba idioma, porque, yo no hablo idioma y me encantaba mucho que ese profe me enseñara “y pues” que yo pudiera aprender muchas cosas más aparte de eso.

Cuando tenía once años lamentablemente tuve que dejar la secundaria, era porque la enfermedad estaba muy avanzada “y pues” que te puedo decir, me sentí muy triste al saber que estaba enferma y que ya no estaría en la escuela y no ver a mis compañeros, por eso mismo no hablaba con nadie después de que me enteré, todo era enojo, todo lo renegaba y discutía mucho. Cuando ingresé al hospital recuerdo que el estar allí no era nada agradable mucho menos bonito, era muy difícil para mí y aún no aceptaba lo que tenía en realidad lo único que quería era regresar a mi vida que tenía, regresar hacer lo que me gustaba y pues no se podía, pero tampoco podía dejar el hospital eirme así porque si, gracias a mi mami (La persona que fue en ese tiempo y hasta ahora ha sido porque es la única que he tenido, “porque emmm” no tuve papa (mencionó con vos titubeante) pude pasar todos esos retos y problemas que me vinieron. De hecho, no sé cómo me detectaron la enfermedad yo solo vine al hospital inconsciente por lo que me cuentan, venia agonizando y entre al hospital y desperté como si fuera al otro día, pero para mi sorpresa ya habían transcurrido 4 meses en cama entubada es lo que me cuenta mi mami. Cuando ingresé al hospital tenía once años aproximadamente para cumplir los doce, pero siguieron pasando los días cuando yo casi tenia los trece años la Dra. Verónica quien es la Nefróloga del hospital pediátrico quien estimo muchísimo, ella me preguntó un día que si me encantaría regresar de nuevo a la escuela, obviamente muy felizmente le conteste, si quiero regresar a la escuela, quiero continuar con mis estudios, pero recordé que como lo iba a lograr si todo el día me la pasaba en el hospital nunca me iba a dar tiempo, ella me dijo que podríamos buscar otras opciones, de allí apareció una profesora que se llama Dulce María, que era parte del programa sigamos aprendiendo, de hecho no me querían aceptar porque no tenía quince años, fue así que buscaron la manera de que yo pudiera ir a la escolita y pues siguiera estudiando, obviamente me dieron tomos de libros, estos libros yo los contestaba con ayuda de “la profe Dulce, la Dra. Vero y las enfermeras”.

MENA-ÁLVAREZ, Andrea. Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida. Revista de Ciencias de la Salud. 2016

Para ese entonces estaba muy feliz porque decía en mente bueno no puedo ir a la escuela como los demás niños pero aquí voy a seguir y terminar aquí mi secundaria y pues me puse esa meta de que tenía que terminar, para no perder años, al llegar a la escuelita vi que no es tan grande que digamos, pero era bastante acogedor.

Las clases me gustaban mucho aquí, tenía el apoyo de los maestros en todo momento y eran muy amables y atentos, nos daban mucho amor y “todo eso que uno pues, más que nada a mí me motivo a seguir”.

Lo bonito que pase aquí es que todo fue muy divertido, realice muchas cosas como dinámicas de todo tipo, como siempre he sido muy inquieta e hiperactiva, a veces muy berrinchuda porque no podía hacer lo que un niño sano si podía hacer, pero los maestros, la licenciada, la Dra. y la profe Dulce, con ellos tuve el apoyo suficiente para que motivaran a seguir y para mí era significativo estar allí, de hecho, pasaba mucho tiempo. Yo pasaba las horas necesarias para que pudiera terminar los libros, recuerdo que cada recambio que me hacían de mis diálisis, por cada uno de ellos iba por mis libros y regresaba a la escuelita, pues así me la pasaba para no aburrirme y no pensar en lo que tenía y sentir dolor, para mí era mejor estar en la escuelita sentada en esas bancas a estar acostada en cama, por eso creo yo que me metí a más a hacer cosas que pensar lo que tenía o en lo que tengo.

Ahora que yo voy a la universidad, yo me siento muy feliz y contenta, sobre todo, podría decir que he pasado retos y obstáculos muy difíciles que he podido superar gracias a mi mamá y prácticamente a la Dra. Verónica Reséndiz, sin ayuda de ellas creo que no podría estar donde estoy. Ahora me pongo la meta de terminar la carrera, porque yo quiero hacerlo y ayudar a los enfermos y más a los niños como a mí me brindaron ese apoyo, amor y cariño, quiero formar parte de ese equipo para poder ayudarlo y animarlos para que nunca se den por vencido.

Porque lo que pasan muchos niños y suelen sufrir de esta enfermedad de insuficiencia renal crónica es muy difícil, desde la primera etapa que puedo yo entender no es nada fácil, pero con ayuda de mucha gente o con el cariño lo pueden lograr, en especial ponerse en mente, cada uno como persona, yo quiero vivir, quiero hacer esto y tengo que lograrlo.

“Creo que deberían haber”, bueno más bien debe haber más escuelas en todos los hospitales, así como hay en el hospital pediátrico, debe haber maestros como los que conocí, porque muchos niños como yo viví casi 3 años en este lugar, aprendí mucho.

Los niños deben de seguir estudiando, no deben estar sin estudios, aun teniendo esa enfermedad, “porque esa enfermedad no es una muerte”, no para mí ni para ningún niño, ellos deben tener una vida y visualizar que no están solos y que, si pueden, por más que se sientan lejos de la escuela, que ellos vean que si están más cerca de lo que se pueden imaginar. Se deben formar grupos como estos, gracias a sigamos aprendiendo pude terminar la secundaria sin perder años y hoy estoy en la universidad.

Un mensaje para todos los que están leyendo esto, de mi parte les digo que hagan más escuelas y programas como esta de “sigamos aprendiendo” para que los niños no queden truncado de sus estudios, porque conocí a muchos niños que hasta la fecha sigo viendo algunos, veo que tienen terminada hasta tercero de primaria, pero quieren seguir, con esta ayuda que da el programa nos da la oportunidad de seguir y sentirnos en la escuela, esto les puede ayudar también emocionalmente no dejándolos triste porque ellos se sentirán en un ambiente de clases como lo hacían antes.

Pero en especial quisiera recalcar es que debemos fomentar más la cultura de donación, para que pueda haber más niños trasplantados, para que ellos puedan seguir su vida, ya que estar en el hospital encerrado no es nada fácil superarlo, no diré que esta es la única enfermedad porque hay muchas que uno no conoce, pero la que yo viví, pido que haya más donadores, para que los niños puedan seguir su vida y recuperar lo que dejaron.



**Figura 1** Niños en clase

Yo soy muy feliz ahora porque hago nuevamente lo que había dejado de hacer como brincar, correr, pasear e ir a la escuela, gracias a Dios llevo 6 años con el trasplante, desde niña llegué al hospital a los 11 años y ahora tengo 21, casi los 17 Este acercamiento fue narrado por una estudiante de enfermería, que hace un tiempo dejó el hospital, ella los días que se celebra “día del riñón” es invitada a contar su historia a los niños para que sea de motivación para ellos, ella nos cuenta lo necesario y retoma la importancia de seguir estudiando<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Se sugiere ir a anexos para ver la manera que se compiló la información vía Whatsapp, debido a que la alumna no se sentía fuerte para la entrevista cara a cara.

### Acercamiento de la historia de vida de educando 4 que falleció

Durante el tiempo se estuvo compartiendo con los educandos al darles clases, uno suele encariñarse, suele combinar la vida personal como la vida académica, esta es la relación alumno-maestro en inverso, solo de esta manera logramos que el educando este en un estado de confianza para poder aprender y expresar cuando se siente mal.

Esta historia sobre este educando para mí fue de gran impacto emocional, ya que, de ser un alumno con nulo interés de aprender, pasó en poco tiempo a ser el más destacado en querer aprender, el convivir con el, así como con todos me ayudo en mi vida profesional y humana.

Un día al llegar al hospital me informan que él estaba entubado, que estaba en coma y no podría ya estar conmigo, en ese momento sentí tan terrible verlo tras un cristal respirando gracias a un aparato, esas semanas fueron difíciles para los demás compañeros, ellos se desanimaron, me costó llamar su atención nuevamente para que quisieran aprender.

Pasaron alrededor de 1 mes y nos enteramos que había fallecido, fue de lo peor, saber que no volvería a escucharlo, y que su lugar estaría vacío, sus compañeros con los que tenía años compartiendo en ese lugar se pusieron tristes y en depresión, algunos mencionaban que no querían pasar por eso.

De esa manera fue como tuve que platicar con ellos para motivarlos y enseñarles la importancia de estudiar y trazar sus metas, de esta manera ellos visualizaron que tenían que terminar sus estudios y ser médicos o enfermeros para apoyar a los demás educandos y niños del centro pediátrico.

Con ellos trabajamos en la computadora el proyecto de los acercamientos de historias de vida y lo único que él pudo escribir para que los demás leyeran su historia fue lo siguiente (estaba emocionado de que muchos lo leyeran).

Que tal querido lector mi nombre es educando D, tengo la edad de 15 años soy originario del municipio de Cintalapa, termine la primaria e ingrese a la secundaria en primer grado, quisiera contarte como ha sido mi vida académica.

“A pues” yo gracias a Dios “horita” tengo una hermosa familia pues tengo a mi papá que se llama Antonio de 38 años de vida y mi papa se dedica a pues a mantener animales de diferentes razas. Como por ejemplo tucán, ardilla, etc. Y mi mamá se dedica al hogar y a mis hermanitos y pues gracias a Dios tengo 4 hermanitos que me acompañan en este mundo.

A hora te contare mi historia como ha sido en la escuela:

Por primera vez encontré a mi primer mejor amigo que se llama Antonio, él fue mi primer gran amigo, era mi amigo porque él me ayudo a conocer la escuela mejor y cuando lo necesitaba él estaba siempre allí para ayudarme, pues algunos “profes eran buena onda, y otros eran mala onda”

Pues así fue mi vida durante esos tres grados que fueron primero hasta el tercer grado, recuerdo que esos grados fueron de mucha alegría todo lo que hacíamos, era más feliz para mí porque no me había enfermado de ERC pero si de la apéndice, pero lo terrible fue para mí el cuarto, porque ya no podía jugar normalmente con mi mejor amigo porque estaba recién operado y por eso me retrasé en la primaria.

-No fue posible seguir con la historia debido a que enfermó de gravedad y no logró salvar su vida-

## Conclusiones

La pretención de este documento fue buscar que el lector se informe de la realidad educativa al interior de los hospitales.

Mena (2016), en la revista “Memorias del congreso de investigación académicas Journals” en Tabasco, cita uno de los organismos internacionales que es la UNICEF, donde se menciona la importancia del Derecho en los niños mencionando la cita siguiente:

El educando 4 fue uno de los alumnos a los que le atendió y eligió para el trabajo de campo, el cual falleció durante la presente investigación, a causa de la Enfermedad Renal Crónica ERC a los 15 años próximo a los 16.

La Convención sobre los derechos del niño (CND) adoptada de forma unánime por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1989, es el primer instrumento internacional que establece que todas las niñas, niños y adolescentes, sin ninguna excepción, tienen derechos y que su cumplimiento es obligatorio para todos los países que la han firmado, incluido México, que la ratificó en septiembre de 1990. Con la CDN, los niños y niñas dejan de ser simples beneficiarios de los servicios y de la protección del Estado, pasando a ser concebidos como sujetos de derecho (García, 1989, pp. 72-92).

Por problemas de salud, los niños tienen que abandonar su educación, permanecen largos periodos hospitalizados o itinerantes. Es por ello, que el propósito del programa es combatir el rezago educativo y el derecho humano a ella. La educación es una garantía irrevocable al igual que la salud, este derecho debe ser ejercido mientras el sujeto tenga vida, los educandos que se encuentren enfermos y dentro de algún centro hospitalario necesitan este apoyo de la educación mientras ellos estén allí.

Durante la presente investigación se pudo constatar que cuando un niño tiene educación a pesar de su condición, siempre es una fuente de motivación para aspirar a lograr sus metas.

Los educandos al estar dentro del programa toman de manera distinta su enfermedad, porque a ratos se enfocan en aprender para poder sonreír, jugar, convivir con otros compañeros y distraerse de las horas que pasan viendo los techos de sus habitaciones.

La historia del educando 3 nos muestra la realidad del derecho a seguir estudiando, a pesar de..... y la historia de los otros, son un ejemplo de éxito en la aplicación del derecho a la educación en los hospitales.

## Referencias

Berríos Rivera, R. (1999). Historias de vida de los hombres homosexuales. Disertación doctoral inédita. Universidad de Puerto Rico, Recinos de Río Piedras.

Delors, (1997); P.4; citado por Andrea Mena, (2015).

García, A. (2014). "El derecho a la educación y la educación para la diversidad: el caso de las escuelas y aulas hospitalarias en Europa" Journal of Supranational Policies of Education

Recorrido histórico del derecho a la educación hospitalaria y su inclusión en la diversidad.

Mena Andrea, (2016). P.2221; Ejercicio en el derecho a la educación en el hospital pediátrico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, recorrido histórico del derecho a la educación hospitalaria y su inclusión en la diversidad. Revista Memorias del Congreso de Investigación Academia Journals Tabasco 2016.

Santa marina, C. &. (1993). Historia de vida e historia oral. P.56.

UNICEF (1989)

<http://www.unicef.org/mexico/spanish/17054.htm>  
recuperado el 29 de septiembre del 2015

## Desarrollo de un sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias

VELASCO-AREVALO, José Alfredo\*†, QUIJANO-NAJERA, Cintia Jhoana, LABASTIDA-CHÁVEZ, Aranza y ORDOÑEZ-LOZANO, Itzcoatl

*Universidad Politécnica de Pachuca*

Recibido 12 Octubre 2015; Aceptado 10 Enero, 2016

### Resumen

El proyecto a desarrollar tiene como finalidad reducir las largas filas de espera para poder tener recepción a una consulta de una manera más rápida y eficaz, tenemos como objetivo la implementación de un software construido con una base de datos que filtre información médico – paciente , paciente- médico . Se ha investigado sobre la confidencialidad de datos, que debe de contener para no tener problemas, ya que los datos requeridos en este sistema son “datos personales “que el mal manejo de estos podrían generar serios problemas. Esto se llevará a cabo mediante un módulo de auto consulta que esté conectado a la base de datos del hospital y así el paciente pueda generar su propia cita de acuerdo a la especialidad que este requiera y el grado de urgencia que presente.

### Hospital, sistema receptor, consultas hospitalarias

### Abstract

The project to develop aims to reduce the long lines waiting to get reception to a query more quickly and efficiently, we aim to implement a built software with a database that filters medical information - patient, patient - doctor. It has been investigated on the confidentiality of data, which must contain to avoid problems, because the data required in this system are "personal data" that the mishandling of these could cause serious problems. This will be implemented through a self query module that is connected to the database of the hospital and so the patient can generate their own quotation according to the specialty that this requires and degree of urgency present.

### Hospital, receiving system, hospital appointments

**Citación:** VELASCO-AREVALO, José Alfredo, QUIJANO-NAJERA, Cintia Jhoana, LABASTIDA-CHÁVEZ, Aranza y ORDOÑEZ-LOZANO, Itzcoatl. Desarrollo de un sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 24-27.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: upp@upp.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La ingeniería biomédica tiene un papel indispensable esta innovación tecnológica ya que la tele medicina es una tendencia ligada directamente a esta multidisciplinaria y es un campo más de estudio de esta ingeniería. El ingeniero biomédico va a crear el software que estará interconectado a la base de datos del hospital que contendrá los datos de todos los pacientes de la institución a monitorear, capturando las auto consultas que los pacientes generen y que los médicos puedan tener el conocimiento de las citas de sus pacientes con anticipación. Este proyecto se debe implementar primeramente como piloto en ciertos puntos estratégicos del hospital en donde el personal médico y el ingeniero biomédico lo consideren. Se deben establecer protocolos en caso de emergencias, y contara con una tolerancia de más 2 consultas sin asistir este método de auto consulta se bloqueara para el usuario un tiempo estimado de 6 meces.

## Métodos o Metodología

Se implementó un sistema de tres bloques principales denominados lugar remoto, sistema de comunicaciones y servidor central, interconectados entre sí. La idea principal es capturar los datos del paciente que se encuentre bajo una cuenta de monitoreo que estará ubicada en la base de datos principal del servidor, transportara dichos datos mediante un sistema de comunicaciones y procesara, almacenara y organizara en un sistema central.

El sistema central contara con una conexión a internet que le permite al médico, la creación de historiales clínicos, consulta por medio de tablas y graficas de los datos del paciente.

El paciente actualizara la base de datos del servidor central, permitiendo así la consulta (médico especialista encargado).

## Desarrollo

La idea principal surge del Hospital Comunitario Marcos Mocuada Tocopilla ubicado en Chile La atención Médico Asistencial, inicia con el registro del ingreso del paciente o Admisión y todo lo referente a los procesos de atención que son registrados en el Expediente Único del Paciente.

**Admisión:** Base del ciclo de atención del Paciente, registra información demográfica del paciente como: identificación, nombre, dirección, médico de cabecera, diagnósticos de entrada, categoría de admisión, orden médica, solicitud de beneficios, etc.

**Cuarto de Urgencia:** Ciclo Completo de atención de urgencia: registro de admisión y triage, órdenes médicas, ejecución de órdenes médicas y notas de enfermera, interface con sistemas de laboratorio e imagenología, disponibilidad de expediente electrónico, procesos administrativos de usos de materiales y medicamentos hasta la facturación y caja.

**Citas:** Control de agenda y citas para las distintas áreas de servicio, principalmente para citas de salón de operaciones y de imagenología.

**Salón de Operaciones:** Administración de quirófanos, citas quirúrgicas, programa quirúrgico, registro de procedimientos realizados y control de inventario de salón de operaciones. Actualización del expediente.

**Control y Limpieza de Camas:** Registro y manejo de habitaciones y sus camas por salas y otras facilidades, control de disponibilidad de camas, control de mantenimiento (limpieza) de camas.

**Salas / Estación de Enfermería:** Control de atención y progreso clínico del paciente en las salas de hospitalización por médicos y enfermeras: órdenes médicas, ejecución de órdenes, notas de enfermera.

**Anfitrión / Escolta:** Control y seguimiento de la movilización y acompañamiento del Paciente por traslados requeridos durante la estancia de atención.

**Convenios / Seguros:** Automatización de manejo de los contratos con compañías de seguros: condiciones y formas de liquidación, aplicación automática durante el proceso de análisis y facturación de la cuenta.

**Laboratorio:** Registro automatizado mediante interfaz HL7 de pruebas solicitadas por distintas áreas de atención, actualizando el expediente, permite abrir admisiones para pacientes ambulatorios y realizar la facturación y cobro.

**Imagenología:** Registro, programación y gestión de pruebas solicitadas por distintas áreas, actualizando el expediente, permite abrir admisiones para pacientes ambulatorios y realizar la facturación y cobro.

**Dietética:** Registro y manejo de las solicitudes de alimentos realizados por las áreas para pacientes y para sus acompañantes, de acuerdo al tipo de dieta y según horario: desayuno, almuerzo, cena y meriendas.

Reportes de cortes para preparación, impresión de etiquetas, registro de entregas.

Interfaces con productos de terceros.

Adicional a los módulos presentados, contamos con interfaces con productos de terceros, que interactúan en forma bidireccional permitiendo el registro de solicitudes de órdenes que son enviadas y registradas en forma automática a los productos de terceros y de parte de ellos recibimos los resultados generados por la orden almacenando los mismos en el Expediente del Paciente.

Entre las interfaces principales tenemos:

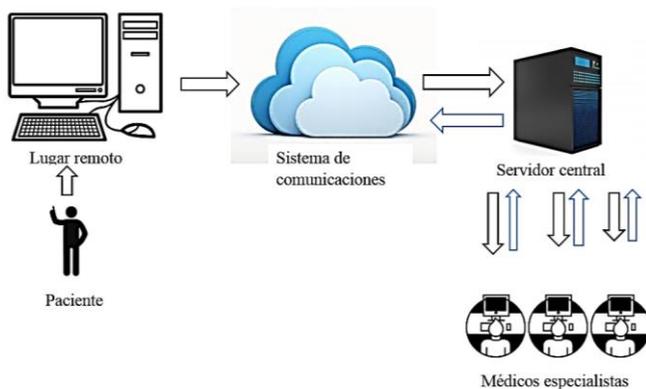
- Sistema RIS-PAC.
- Laboratorios (LIS).
- ACH para gestión de pagos.
- Reloj de marcación, para control de asistencia.
- Farmacia, para administración de órdenes de productos médicos y de bolsas nutricionales.
- Micromedex, acceso rápido a información importante sobre medicamentos: clases, administración, indicaciones, contra-indicaciones, interacciones, y reacciones adversas.
- Sistema anestésico.

### **Módulo de autoconsulta**

La implementación de nuevas tecnologías al servicio de los pacientes, está dentro de las líneas de trabajo desarrolladas por el Hospital Marcos Macuada y pretende facilitar el acceso a la salud de los usuarios. Es así como en junio del 2013 se pone en funcionamiento el módulo de autoconsultas cuyo principal objetivo era el de proporcionar mayor independencia a los pacientes. Este sistema goza de gran popularidad entre los usuarios ya que con solo digitar sus datos personales en un computador con tecnología touch, ubicado en el hall de acceso del hospital, puede inscribirse en la lista de espera interna para la asignación de horas, visualizar sus controles con profesionales médicos y no médicos e imprimir el comprobante de citas para consultas de morbilidad.

### **Reemplazo**

Las horas de reemplazo solo se entregan cuando un paciente no ha asistido a su consulta, luego de esperar 15 minutos que se presente, se procede a incorporar a un nuevo paciente por ese cupo. No es un método recomendado porque requiere de paciencia y tiempo por parte del usuario.



**Figura 1** Diagrama del sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias

## Conclusiones

La autoconsulta, es una tecnología que todavía no está totalmente implementada en el país, solo en una población reducida a nivel mundial. Esta tecnología se encuentra implementada en una institución privada.

Este software ayudara a agilizar el servicio del hospital y mejorar la atención médico-paciente favoreciendo la rapidez que este servicio tendrá ya que se reducirán las largas filas para poder agendar una consulta con algún médico especialista. En México esta tecnología aún no existe nos hemos quedado solo con las pre consultas en línea, la implementación de este software dará un giro rotundo al manejo de expedientes clínicos digitales

## Referencias

- [1]. <http://www.hospitaltocopilla.cl/>
- [2]. Latín Am J Telehealth, 2015; Edición Especial: 57-62

## Efecto antagónico de *Bacillus subtilis* Q11 contra el hongo fitopatógeno *Sclerotium rolsfii*

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, María de los Ángeles\*†, MALAGÓN-SÁNCHEZ, Ana Karen y PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro

Recibido 12 Octubre 2015; Aceptado 10 Enero, 2016

### Resumen

En México, diversos géneros bacterianos han sido empleados para el control biológico de fitopatógenos, entre los cuales QUIMIA ha desarrollado una suspensión de esporas de *Bacillus subtilis* Q11. En el presente trabajo se probó el efecto antagónico del producto de fermentación (sobrenadante) de esta cepa contra el hongo *Sclerotium rolsfii* mediante un ensayo de difusión en agar (Islam, 2012), por lo cual se cultivó la cepa en caldo nutritivo a tres diferentes tiempos de crecimiento, 24, 48 y 72 h para preparar placas en las que se sembró *S. rolsfii* por quintuplicado más sus controles, registrando el crecimiento radial durante 120 h con lo que se calculó el porcentaje de inhibición (Tejera, 2012). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y comparación de medias de Tukey. Los resultados mostraron un crecimiento total de *S. rolsfii* en los testigos sin sobrenadante y una inhibición del 55.4, 100 y 100 % respectivamente, para los sobrenadantes de 24, 48 y 72 h de crecimiento. En conclusión, *B. subtilis* Q11 produce sustancias inhibitorias contra *S. rolsfii* en el producto de fermentación, la cuales se ven incrementadas a las 48 y 72 horas, encontrando una mayor producción a las 48 horas.

### *Bacillus*, *S. rolsfii*, antagónico

### Abstract

Several species of bacteria have been used for biological control of plant pathogens and in Mexico; QUIMIA has developed Bs from *Bacillus subtilis*, a spore suspension of the strain Q11. In this work the antagonistic effect of the fermented product of this strain against *S. rolsfii* was tested by an agar diffusion assay (Islam, 2012), by which the strain was grown in nutrient broth at three different times of growth, 24, 48 and 72 h to prepare plates on which *S. rolsfii* was plated in quintuplicate more controls, recording the radial growth during 120 h and the percent inhibition was calculated (Tejera, 2012). Data were analyzed by analysis of variance and comparison of Tukey. The results showed a total growth of *S. rolsfii* in controls and an inhibition of 55.36, 100 and 100% respectively for the supernatants of 24, 48 and 72 h of growth. In conclusion, *B. subtilis* Q1 produces inhibitory substances against *S. rolsfii* in the fermented product, which are increased at 48 and 72 hours, finding better production at 48 hours.

### *Bacillus*, *S. rolsfii*, antagonistic

**Citación:** HERNÁNDEZ-GÓMEZ, María de los Ángeles, MALAGÓN-SÁNCHEZ, Ana Karen y PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro. Efecto antagónico de *Bacillus subtilis* Q11 contra el hongo fitopatógeno *Sclerotium rolsfii*. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 28-30.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: angeleshg.02@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los daños que provocan las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos ocasionan pérdidas de producción económica y biológica (Rodríguez, 2001). La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial por plagas fluctúan entre 20% y 40%, la magnitud del daño varía en función a la región a la temporada, cultivo y plaga como factor causal (Gutiérrez y col., 2013). En México, los hongos fitopatógenos transmitidos por el suelo son los más importantes por su incidencia, severidad y pérdidas económicas que ocasionan en los agroecosistemas (Rodríguez, 2001), entre ellos se encuentra *Sclerotium rolfisii*.

*Sclerotium rolfisii* es un fitopatógeno con un amplio rango de hospederos en los que causa podredumbres de raíz y tallo. Entre los cultivos con importancia en los que causa daños están el maíz, frijol, jitomate, papa, manzano y fresa. Trabajos recientes indican que el uso de diversos hongos y bacterias pueden constituir medidas efectivas de control biológico de *S. rolfisii* en diversos hospederos, fenómenos similares han sido utilizados con cierto éxito en el control de otros patógenos, como por ejemplo *Fusarium roseum* F. sp. *dianthi* y *F. moniliforme* (Díaz y col., 1997)

En México la empresa QUIMIA Dentro de los productos biológicos ha desarrollado Bs de *Bacillus subtilis*, el cual es una suspensión de esporas de la cepa Q11, útil para el control biológico de los hongos fitopatógenos principalmente en jitomate, como *Fusarium oxysporum* (Química Internacional Aplicada, 2015).

Es por ello que en el presente trabajo se estudió el posible efecto antagónico del producto fermentado de la cepa Q11 de *B. subtilis* contra el fitopatógeno *S. rolfisii* mediante un ensayo de difusión en agar.

## Metodología a desarrollar

La evaluación de la capacidad antagónica se realizó mediante un ensayo de difusión en agar (Islam, 2012). Para ello el cultivo de la cepa Q11 en caldo nutritivo en tres distintos tiempos de crecimiento a 24, 48 y 72 horas. A partir del sobrenadante se realizaron placas de agar/caldo nutritivo, en las que se sembró un disco con micelio de *S. rolfisii* de 7 mm.

Se hicieron 5 placas de cada tiempo con 5 testigos sin el extracto para cada tiempo. Se registró el crecimiento radial durante 120 horas y los datos obtenidos se transformaron a grados angulares y fueron analizados mediante un ANOVA para encontrar diferencias significativas. El porcentaje de inhibición se evaluó de la siguiente manera:

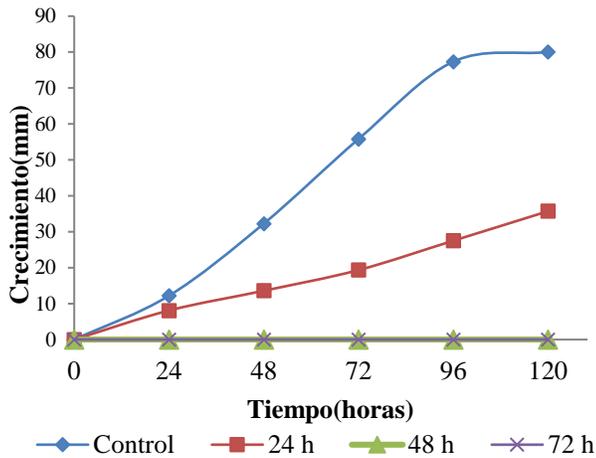
$$\% \text{ de inhibición} = (DC - DT)(100) \quad (1)$$

Donde DC es el diámetro del control y DT es diámetro del tratamiento (Tejera, 2012).

## Resultados

### Capacidad antagónica

El crecimiento de *S. rolfisii* después de las 120 horas en las placas testigo fue mayor que las placas con el sobrenadante, ya que alcanzo a cubrir en su totalidad las placas, con un tamaño de 80 mm de diámetro. La figura 1 muestra que a los tres tiempos de crecimiento de la bacteria existe capacidad antagónica del sobrenadante de BsQ11 contra *S. rolfisii*, ya que el crecimiento a las 120 h en los tres tratamientos es menor que en el testigo. En la tabla 1 se muestra que a los tres tiempos de crecimiento de la bacteria existe capacidad antagónica del sobrenadante de BsQ11 contra *S. rolfisii*, el sobrenadante obtenido de las 24 h tuvo una inhibición del 55.4 % y que esta aumento al 100% con los sobrenadantes de 48 y 72 h.



**Gráfico 1** Cinética de crecimiento de *S. rolfsii* sobre placas de medio conteniendo sobrenadante de *Bacillus* a diferentes tiempos de cultivo 24, 48 y 72 h

T (h)	% inhibición
24	55.4 b <sup>z</sup>
48	100 a
72	100 a

**Tabla 1.** Porcentaje de inhibición de *B. subtilis* contra *S. rolfsii*.

<sup>z</sup>Medias con una letra común no son significativamente diferentes con base a la prueba de Tukey ( $p > 0.05$ )

## Agradecimiento

Se agradece al CONCYTEQ y a la UAQ por el apoyo brindado para la presentación de este proyecto.

## Conclusiones

En conclusión el sobrenadante de *B. subtilis* Q11 tiene capacidad antagónica contra *S. rolfsii* e incrementa su producción de sustancias activas a las 48 y 72 h, no habiendo una diferencia significativa entre el efecto antagónico de estos dos ensayos. El tiempo óptimo de crecimiento de *B. subtilis* Q11 es 48 h, ya que a partir de este momento capacidad antagónica es del 100%.

## Referencias

Díaz P., C. C. (1977). Estudios sobre el control biológico de *Sclerotium rolfsii* [*Phaseolus vulgaris*]. *Agronomía Tropical (Venezuela)*. v. 27 (5) p. 539-547.

Gutierrez, A., Robles-B, A., Santillan, C., Ortíz, M., & O. J. (2013). Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*, 2(3).

Islam, M., Jeong, Y. T., Lee, Y. S., & Song, C. H. (2012). Isolation and identification of antifungal compounds from *Bacillus subtilis* C9 inhibiting the growth of plant pathogenic fungi. *Mycobiology*, 40(1), 59-66.

Química Internacional Aplicada, S. A. de C.V. Química Bs. Ficha técnica. Consultado: 29/05/16, en: <http://www.quimica.com.mx/descargas/productos/bs/BSfichatenica.pdf>.

Rodríguez, dal Pilar, M. (2001). Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. *Acta Zool. Mex.(ns) Número especial, 1*, 53-78.

Tejera, B., Heydrich, M., & Rojas, M. M. (2012). Antagonismo de *Bacillus* spp. frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 27(2), 117-122.

## Evaluación del efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de *Costus pulverulentus* en modelos *in vitro*

FLORES-MONTOYA, Asdrúbal†, OLVERA-GONZÁLEZ, Vicente, REYES-MUNGÍA, Abigail y LEÓN-BUITIMEA, Angel\*

Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca-Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Recibido Agosto 13, 2015; Aceptado Enero 28, 2016

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de *Costus pulverulentus* (CP) en modelos *in vitro*. El contenido de polifenoles de los extractos fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante fue determinada por el ensayo de DPPH. La actividad antibacteriana fue determinada por el método de dilución en agar en bacterias Gram-negativas obtenidas de pacientes con infecciones de vías urinarias. Los extractos del tallo de CP mostraron una fuerte actividad antioxidante. El extracto hidroalcohólico mostró el mayor efecto de inhibición del crecimiento bacteriano en las cepas de *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus mirabilis*. Nuestros resultados sugieren que *Costus pulverulentus* es una Fuente potencial de agentes antioxidantes y antibacterianos. Estudios adicionales son necesarios para identificar los fitoquímicos presentes en la planta que son los responsables de la actividad farmacológica.

**Medicina tradicional, *Costus pulverulentus*, antioxidantes**

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the antioxidant and antibacterial activity of extracts from *Costus pulverulentus* (CP) stem. The total phenolic content of the extracts was determined by the Folin-Ciocalteu. The antioxidant activity of the extracts were determined by the DPPH assay. Antibacterial activity was determined by the agar dilution method and tested in Gram-negative bacteria obtained from patients with urinary tract infections. The methanol and ethanol/water stem extracts of CP had strong antioxidant activity against all the free radicals investigated. The high phenolic content is correlated with the antioxidant activity of the extracts. The ethanol/water extract had the greatest bacterial growth inhibition against *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Proteus mirabilis*. Our results suggest that *Costus pulverulentus* is a potential source of antioxidant and antibacterial agents. Further phytochemical analysis is required to isolate the elements of the plant that show the pharmacological activity.

**Traditional medicine, *Costus pulverulentus*, antioxidant**

**Citación:** FLORES-MONTOYA, Asdrúbal, OLVERA-GONZÁLEZ, Vicente, REYES-MUNGÍA, Abigail y LEÓN-BUITIMEA, Angel. Evaluación del efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de *Costus pulverulentus* en modelos *in vitro*. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 31-43

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: angel.leon@uaslp.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, hongos, virus y parásitos continúan siendo un importante problema de salud pública (Duraipandiyar *et al.*, 2012), debido a la relativa falta de medicamentos disponibles y a la aparición de la farmacorresistencia generalizada a los medicamentos existentes (Okeke *et al.*, 2005).

Cuando existe la presencia y multiplicación de microorganismos con invasión de los tejidos adyacentes que conforman el aparato genitourinario se hace referencia a una infección de vías urinarias (IVUs). Este padecimiento constituye un importante problema de salud que afecta a millones de personas cada año, siendo la segunda causa de infección más frecuente en los humanos, que es solo superada por las infecciones del tracto respiratorio (Álvarez, 2007).

En más del 95% de los casos, el agente etiológico más frecuente de IVUs, en ambos sexos, es la *Escherichia coli*; además se incluyen microorganismos como: *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella sp.*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* (Echeverría *et al.*, 2006).

El surgimiento reciente de resistencia bacteriana a los antibióticos tanto en hospitales como en la comunidad, constituye una circunstancia grave que amenaza con interrumpir la era de los antibióticos más frecuentemente utilizados en el tratamiento de las IVUs (Caicedo *et al.*, 2009).

Así mismo, en los últimos años numerosas publicaciones sugieren que las reacciones adversas producidas por los antibióticos son responsables de una mayor proporción de casos de lesión hepática (Tejada 2010).

Existen alternativas naturales ante los fármacos convencionales como lo es la fitoterapia, ciencia que estudia la utilización de los productos de origen vegetal con finalidad terapéutica, ya sea para prevenir, atenuar o curar un estado patológico (Montesdeoca, 2010). El interés actual en la medicina herbolaria y la búsqueda de opciones terapéuticas alternativas tienen sus raíces en una creciente insatisfacción hacia la medicina convencional, tanto por su falta de éxito en algunas enfermedades como por los efectos colaterales que ciertos medicamentos provocan. Un ejemplo de planta medicinal lo representa *Costus pulverulentus* (caña de puerco), una especie vegetal originaria de México y Centroamérica que pertenece a la familia *Costaceae*. En la medicina tradicional se utiliza para el tratamiento asociado a complicaciones con el mal de orín. Su vía de administración es oral, a través de infusiones, té o masticada, siendo el tallo la parte más usada de la planta (Martínez *et al.*, 2001).

Con base en lo anterior, se desarrolló el presente trabajo, cuyo objetivo fue evaluar la actividad antifúngica y antibacteriana de cuatro extractos de *Costus pulverulentus* en modelos *in vitro*.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en los Laboratorios de Ciencias Básicas I, Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Ciencias Biomédicas y Laboratorio de Farmacología y Toxicología de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

La metodología se dividió en 4 partes: 1) Preparación de los extractos, 2) Evaluación del contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante, 3) Evaluación del efecto antifúngico y 4) Evaluación del efecto antibacteriano.

## Material vegetal

El tallo con hojas de *Costus pulverulentus* fueron recolectados en la comunidad de Ignacio Allende (21° 37' 5" N y 99° 1' 51") perteneciente al municipio de Aquismón S.L.P. Los criterios utilizados para la selección del lugar de recolección fueron:

- A) Que fuera un lugar endémico de la planta.
- B) Que estuviera alejada de casa o jardines donde pudiese ser regada o tratada con fertilizantes químicos.

El material vegetal fue envuelto en papel absorbente y trasladado hasta la UAMZH para su posterior procesamiento. Antes de iniciar el procesamiento del material vegetal se registró el peso total del mismo. Las hojas fueron eliminadas de los tallos y éstos fueron cortados en trozos pequeños y se pesaron nuevamente. El proceso de secado consistió en someter el material vegetal a secado a la sombra, a temperatura ambiente durante 15 días. Dado el alto contenido de agua en el tallo fue necesario extender el periodo de secado por 10 días más. Una vez seco, el material vegetal se pulverizó con ayuda de una licuadora doméstica (Osterizer Classic model: 450-10) hasta obtener un polvo fino y homogéneo. Las muestras pulverizadas fueron almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de plástico previamente rotuladas y posteriormente selladas.

## Preparación de los extractos

Se utilizó la técnica de percolación continua (modificado de Swami *et al.*, 2008). El material vegetal, previamente secado y pulverizado, fue percolado con los disolventes hexano, diclorometano, etanol y una solución hidroalcohólica al 70%. El percolador está formado por un embudo de separación el cual esta sostenido por un soporte universal. Debajo del embudo se coloca un matraz Erlenmeyer en el cual se recogerá el extracto planta/solvente.

La técnica de percolación consiste en colocar en el embudo de separación un tapón de algodón en el fondo. Después se colocan 40 g de material vegetal, previamente pulverizado. A continuación se agrega el solvente de manera continua y se deja gotear de manera lenta (20 gotas por minuto aproximadamente). La extracción termina cuando el solvente deja de tener color. Al término de la percolación la mezcla se coloca en un vaso de precipitado y se concentra a sequedad del solvente en una campana de extracción (Marca Lab Tech modelo LFH-120SCI). El extracto obtenido se mantuvo en refrigeración a 4°C hasta la evaluación biológica. El procedimiento se repite con cada uno de los solventes (en el siguiente orden: hexano, diclorometano y metanol) y con el mismo material vegetal. Para el extracto hidroalcohólico, se utilizó nuevo material vegetal previamente seco y pulverizado, empleando el mismo proceso aquí planteado.

## Determinación del contenido de polifenoles totales

El análisis se realizó conforme a la metodología de Folin-Ciocalteu. Brevemente, la prueba consiste en tomar 1 mL de la muestra, la cual se coloca en un tubo de ensayo, posteriormente se agregan 5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido 1:10, se dejó reposar durante 7 min y se adicionaron 4 mL de la solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7.5 %, cubriendo los tubos con papel aluminio para protegerlos de la luz y se incubó durante 2 h a temperatura ambiente. Enseguida se leyeron las absorbancias de las soluciones a 740 nm en un espectrofotómetro UV/visible de mono haz Thermo Scientific Aqua Mate Plus. Los resultados fueron expresados como miligramos de equivalentes de ácido gálico por litro (mg EAG/L).

## Evaluación de la capacidad antioxidante

### Porcentaje de inhibición de radicales libres (DPPH•)

La actividad antioxidante de los extractos se midió de acuerdo con la metodología descrita por Brand, *et al.*, (1995) a través de la inhibición del radical estable 2, 2 difenil-1-picrilhidracilo (DPPH•) que en soluciones etanólicas presenta una coloración violeta con una absorbancia máxima a una longitud de onda de 515 nm y que una vez que reacciona con un antioxidante, éste se reduce y su absorción desaparece. Se colocaron 3 mL de una solución metanólica de DPPH•  $6.1 \times 10^{-5}$  M y se hizo reaccionar con 0.1 mL del extracto de cada una de las muestras en estudio; la mezcla se dejó reaccionar en oscuridad y se monitoreó el cambio en la absorbancia en un espectrofotómetro UV/visible de mono haz (Thermo Scientific Aqua Mate Plus), de las muestras por un periodo de 30 minutos cada 5 minutos a 25°C. El porcentaje de inhibición DPPH• se obtuvo con ayuda de los datos obtenidos durante la reacción; para esto se usó la ecuación 1). Donde A: es la absorbancia medida.

$$\% \text{ inhibición de DPPH} \bullet = \frac{A_{\text{inicial}} - A_{\text{final}}}{A_{\text{inicial}}} \times 100 \quad (1)$$

### Evaluación antibacteriana

Para la evaluación bactericida, las cepas utilizadas fueron de *E.coli*, *P. mirabilis* y *K pneumoniae*. Las bacterias fueron donadas por el Laboratorio Clínico del Hospital B ISSSTE de Cd. Valles, S.L.P., las cuales fueron aislados clínicos de urocultivos de pacientes con IVUs. Las bacterias fueron cultivadas en caldo Muller Hinton a una temperatura de 37°C a una agitación de 150 rpm durante 24 horas.

Previo al ensayo, las cepas fueron cultivadas en placas de agar McConkey. Se incubaron a 37°C durante 24 horas.

En tubos de ensayo se colocaron 900 µl de caldo Mueller Hinton, posteriormente se agregó el tratamiento con las diferentes concentraciones (1000 µg/ml, 100µg/ml, 10 µg/ml, 1 µg/ml, 0.1 µg/ml y 0.01 µg/ml), de los extractos a probar. Se incluyó un control negativo sin tratamiento y un control positivo de Trimetoprim/sulfametoxazol (10 µg/ml) para *E. coli* y (16 µg/ml) para *P. mirabilis* y *K. pneumoniae*. Las colonias crecidas en el medio se transfirieron a un tubo con 3 mL con solución salina al 0.85% hasta alcanzar una turbidez similar al 0.5 de la escala de Mac Farland. Posteriormente se agregaron 10 µl de la suspensión bacteriana a cada tubo de ensayo con el medio de cultivo y el tratamiento correspondiente. Los tubos fueron incubados a 37°C durante 18-24 horas. El experimento se realizó por triplicado. Después del periodo de incubación, se sembraron 50µL de cada suspensión bacteriana en placas de agar McConkey mediante estriado continuo y se incubaron nuevamente durante 24 horas más a 37°C; se incluyó un control de esterilidad. Finalizada la incubación se cuantificaron las UFC en cada caja.

### Análisis estadístico de los resultados

Los resultados obtenidos en cada experimento fueron analizados mediante los programas estadísticos SigmaPlot 12.0 y Statistica 8. Las diferencias estadísticas fueron determinadas mediante un análisis de varianza de una vía (ONE-WAY ANOVA) seguido por un prueba post hoc de Tukey. Un valor de  $p \leq 0.05$  se consideró como estadísticamente significativo.

### 3. Resultados y discusión

Para la obtención de los extractos de *Costus pulverulentus* fue utilizado el método de percolación. Del material vegetal recolectado sólo se utilizó el tallo, el cual fue secado y pulverizado como se describió anteriormente.

Los pesos obtenidos del material vegetal se muestran a continuación:

Material vegetal	Peso (g)
Planta con hojas	5200
Tallo	3630
Material seco	430

**Tabla 1** Pesos (g) de *Costus pulverulentus* después de la recolección, secado y pulverizado

Después de la extracción con los diferentes solventes, éstos fueron evaporados hasta sequedad en una campana de extracción. Los pesos de cada uno de los extractos se muestran a continuación:

Extracto	Peso (g)	Rendimiento
Hexánico	0.8	1%
Diclorometánico	1.6	2%
Metanólico	2.8	3.5%
Hidroalcohólico	5.2	6.5%

**Tabla 2** Pesos (g) de cada extracto de *Costus pulverulentus* después de la extracción y evaporación de cada solvente a partir de 80 g de material seco

De acuerdo con la Tabla 2, el extracto hidroalcohólico tuvo mayor rendimiento después de la extracción. Esto se debe a que este extracto se constituye de una combinación de solventes (agua-etanol) lo que permite extraer metabolitos con polaridad intermedia y alta. (Sepúlveda *et al.*, 2014).

El extracto metanólico, diclorometánico y hexánico obtuvieron menores rendimientos respectivamente en comparación del extracto hidroalcohólico.

Diversos reportes indican que los metabolitos secundarios constituyen una fuente de compuestos con propiedades medicinales importante en las preparaciones farmacéuticas los cuales han sido aislados a partir de diferentes partes de las plantas (Adeshina *et al.*, 2012).

Una vez obtenidos los diferentes extractos de *Costus pulverulentus*, y con la finalidad de conocer el contenido de los posibles principios activos presentes, se determinó el contenido de polifenoles totales, dado que se ha reportado su gran potencial como antioxidante, antidiabético, anticancerígeno, antimicrobiano, antialérgico, y antiinflamatorio (Prabhu *et al.*, 2011).

La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, para interferir en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, fundamentan sus atribuciones farmacológicas. Se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en gran cantidad, como producto de su metabolismo secundario (Quiñonez, 2012); y según los solventes utilizados durante la extracción estaría presentes en los diferentes extractos.

En la Tabla 3 se observa el contenido de polifenoles totales en diversos extractos del tallo de *Costus pulverulentus*. El valor obtenido en el extracto hexánico fue de 199.13 mg EAG/L; en el extracto metanólico de 358.78 mg EAG/L; y en el extracto hidroalcohólico se obtuvo un valor de 335.31 mg EAG/L. Todos los extractos de *Costus pulverulentus* presentaron un valor por debajo de lo reportado con el té verde y el té negro (2083 y 1844 mg EAG/L respectivamente) por Almajo y col. (2008).

Los compuestos químicos de las hojas de té incluyen polifenoles, alcaloides, lípidos y elementos inorgánicos, sin embargo, lo polifenoles son los principales responsables de actividades beneficiosas como antiinflamatorias, antialérgicas y antimicrobianas (Sharangi, 2009). El té ya sea verde o negro es una bebida de gran consumo y muchos de sus componentes se asocian con beneficios para la salud, al contener una alta concentración de catequinas y de polifenoles.

Los efectos del té se asocian principalmente a la acción antioxidante de sus componentes, los que al actuar como atrapadores de especies reactivas del oxígeno protegen la estructura de los ácidos nucleicos, de las proteínas y de los lípidos (Valenzuela, 2004), por lo que se utilizó como parámetro de comparación con los extractos de *Costus pulverulentus*.

Extracto	Contenido de fenoles (mg EAG/L)	Referencia
Hexánico (10mg/ml)	199.13	Presente estudio
Metanólico(10mg/ml)	358.78	
Hidroalcohólico(10mg/ml)	335.31	
Diclorometánico	No ensayada	
Té verde	2083	Almajo <i>et al.</i> , 2008
Té negro	1844	Almajo <i>et al.</i> , 2008

**Tabla 3** Contenido de polifenoles totales (Folin-Ciocalteu) en los extractos de *Costus pulverulentus*

A pesar de no encontrarse reportes en la literatura del contenido de polifenoles totales de *Costus pulverulentus*, existen estudios sobre el uso de otras plantas del mismo género, como lo reportado Majumdar y Parihar, (2012) al evaluar los extractos metanólicos de hoja, tallo, raíz y flor de *Costus pictus* y obteniendo valores de 148.67, 148.33, 228.33 y 233.83  $\mu\text{g}$  EAG/g., Anyasor *et al.*, (2010) reportó que el contenido de polifenoles totales en el extracto metanólico de las hojas de *Costus afer* fue de 0.54 mg EAG/L, respectivamente. Jha *et al.*, (2010) evaluó el extracto metanólico del rizoma de *Costus speciosus* y determinó que el contenido de polifenoles totales fue de 93.95 mg EAG/g. Jeetendra *et al.*, (2010) estudió el extracto de ciclohexano del rizoma de *Costus speciosus*, en donde se reportó que el contenido de polifenoles totales fue de 0.66 % EAG. Además, Anyasor *et al.*, (2010) determinó que el contenido de polifenoles totales en el extracto acuoso de las hojas de *Costus afer* era de 0.66 mg EAG/L.

Las diferencias entre la cantidad de compuestos polifenólicos presentes en cada extracto son probablemente debidas a la polaridad de cada solvente con el que fue extraído. Sin embargo, los resultados de la presente investigación sugieren que *Costus pulverulentus* puede ser utilizado como una fuente alternativa de antioxidantes. Los compuestos fenólicos son considerados como los antioxidantes más importantes de la materia vegetal (Sulaiman *et al.*, 2011). Como antioxidantes, los polifenoles pueden proteger las células contra el daño oxidativo y por lo tanto limitar el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo causado por los radicales libres (Martinez *et al.*, 2002); de ahí la importancia de evaluar la capacidad antioxidante de los extractos de *Costus pulverulentus*.

Extracto	Inhibición del radical DPPH (%)	Referencia
Hexánico (10mg/ml)	18.36	Presente estudio
Metanólico(10mg/ml)	62.54	
Hidroalcohólico(10mg/ml)	72.94	
Diclorometánico	No determinada	
Té verde	90.8	
Té negro	81.7	Von Gadow <i>et al.</i> , 1997

**Tabla 4** Porcentaje de inhibición del radical DPPH de los extractos de *Costus pulverulentus*

El ensayo de DPPH es conocido por dar información fiable sobre la capacidad antioxidante de los compuestos ensayados (Majumdar y Parihar, 2012). Durante los ensayos con *Costus pulverulentus*, en el extracto hexánico el valor observado fue de 18.36 %; en el extracto metanólico de 62.54 %; y en el extracto hidroalcohólico se obtuvo un valor de 72.94%. Por otro lado, el valor observado por Von Gadow *et al.*, (1997) para el té verde comercial fue de 90.8% y 81.7% para el té negro.

Los extractos hidroalcohólico y metanólico tuvieron un mayor porcentaje de inhibición del radical de DPPH, esto podría ser debido a su mayor contenido de polifenoles en comparación con el extracto hexánico.

Existen estudios donde se observó la capacidad antioxidante de otras plantas del género *Costus*. Jeetendra *et al.*, (2010) evaluaron la capacidad antioxidante del extracto ciclohexánico del rizoma de *Costus speciosus* y mostraron que tuvo un 50% de inhibición del radical DPPH. Majumdar y Parihar, (2012) determinaron las propiedades antioxidantes del extracto metanólico de tallo de *Costus pictus* y obtuvieron un 69% de inhibición del radical; Anyasor *et al.*, (2010) obtuvieron una inhibición del 67.14% del radical con el extracto metanólico de las hojas de *Costus afer* 100 µg/ml. Jha *et al.*, (2010) obtuvieron con el extracto metanólico del rizoma de *Costus speciosus* una inhibición del radical del 82.88%. Además Jayasri *et al.*, (2008) reportaron el porcentaje de inhibición del radical DPPH, con el extracto acuso de hoja y rizoma de *Costus pictus* a la concentración de 400 µg/ml del 78.2% y 76.1%, respectivamente, así mismo, con el extracto etanólico de las mismas partes de la planta y a la misma concentración, los resultados fueron de 64% y 66%, respectivamente. Jagtap y Satpute (2014) observaron que la inhibición del radical con el extracto acuoso del rizoma de *Costus speciosus* fue de 9.98%; y Anyasor *et al.*, (2010) con el extracto acuso de las hojas de *Costus afer* (100 µg/ml) obtuvo un 68.04% en la inhibición del radical DPPH.

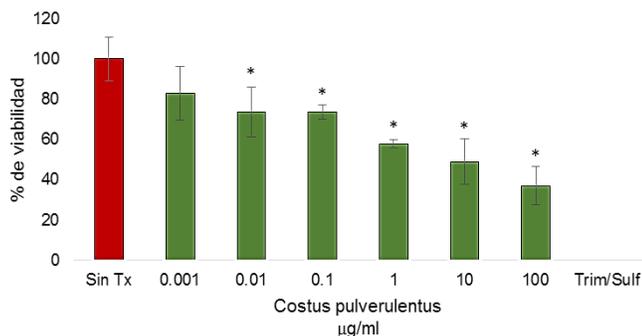
Los resultados de este estudio sugieren que el extracto de *Costus pulverulentus* contiene constituyentes fitoquímicos tales como los polifenoles que son capaces de donar hidrógeno a un radical libre para captar el daño potencial (Saeed *et al.*, 2012).

La mayoría de los compuestos antioxidantes de las plantas son metabolitos secundarios como compuestos fenólicos que han sido reportados como eliminadores potentes de radicales libres (Mathew y Abraham, 2006); además de poseer otros atributo funcionales como antimicrobiano, antiinflamatorio, antimutagenico, hipocolesteremio y antiplaquetario (Bhatt y Negi, 2012). Debido a lo anterior, se evaluó la actividad antifúngica y antibacteriana de los extractos de *Costus pulverulentus* en modelos *in vitro*.

De acuerdo a su uso etnomédico, *Costus pulverulentus* es empleado para el mal de orin cuyas principales manifestaciones son la micción frecuente, dolorosa y con ardor, según la biblioteca digital de la Medicina Tradicional Mexicana, (2009). A pesar de que no existen estudios en la literatura donde se reporte la actividad bactericida de *Costus pulverulentus*, se encuentran investigaciones de plantas de su mismo género en donde se reportan las actividades antimicrobianas de sus extractos, el cual está relacionado con el contenido de compuesto polifenolicos, por lo que su naturaleza polar sugiere que se encontrarían en mayor proporción en los extractos metanólico e hidroalcohólico, por lo cual se llevó a cabo la determinación de la actividad bactericida sólo para estos extractos.

La evaluación del efecto antibacteriano del extracto metanólico de *C. pulverulentus* se realizó en las enterobacterias: *E. coli*, *P. mirabilis*, y *K. pneumoniae* mediante el método de microdilución en tubo. El control positivo de trimetoprim/sulfametoxazol (10 µg/ml) para *E. coli* y (16 µg/ml) para *P. mirabilis* y *K. pneumoniae*, como se esperaba, inhibió aproximadamente el 100% del crecimiento bacteriano.

Los resultados obtenidos se muestran en el Gráfico 1. El extracto metanólico de *C. pulverulentus* inhibió la viabilidad de la cepa de *E. coli* un 27% en la concentración de 0.01 µg/ml, 27% en 0.1 µg/ml, 43% en 1 µg/ml, 52% en 10 µg/ml y 63% en 100 µg/ml, comparado con el grupo control sin tratamiento ( $p < 0.05$ ), observándose un efecto concentración-dependiente.



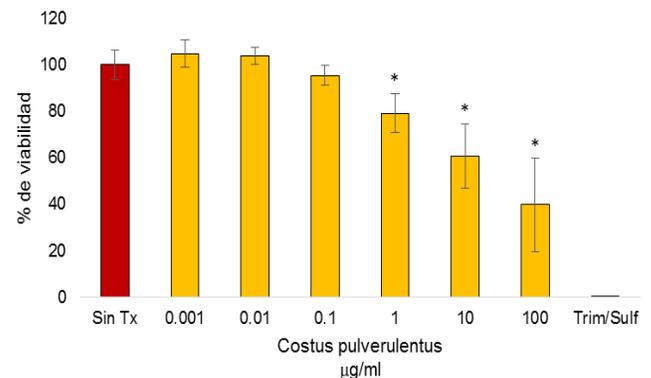
**Gráfico 1** Efecto del extracto metanólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *E. coli*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento

La evaluación antibacteriana del extracto metanólico de *C. pulverulentus* sobre la enterobacteria *P. mirabilis* se muestra en el Gráfico 2.

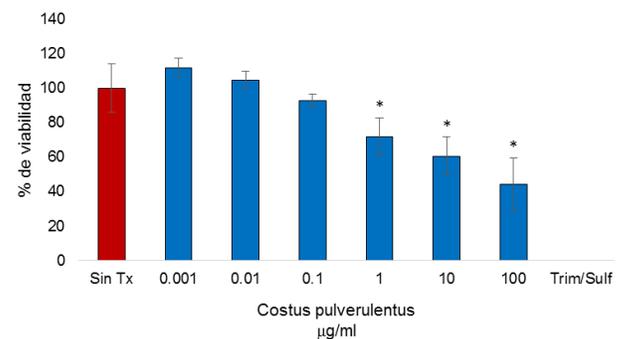
Como se puede observar, el extracto no mostró efecto sobre la viabilidad bacteriana en las concentraciones de 0.001 a 0.1 µg/ml; sin embargo, a partir de 1 µg/ml se observó una disminución de la viabilidad de manera concentración dependiente.

En 1 µg/ml el efecto inhibitorio fue del 21%; en 10 µg/ml del 40% y en 100 µg/ml del 61% ( $p < 0.05$ ). En el Gráfico 3 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación del efecto antibacteriano del extracto metanólico de *C. pulverulentus* contra la cepa de *K. pneumoniae*.

Como se puede observar, el extracto inhibió la viabilidad de la bacteria en un 56% en la concentración de 100 µg/ml, 40% en 10 µg/ml, y 28% en 1 µg/ml; sin embargo, en las concentraciones más bajas (0.1, 0.01, 0.001 µg/ml) no se observó inhibición del crecimiento en comparación con el grupo control sin tratamiento ( $p < 0.05$ ).



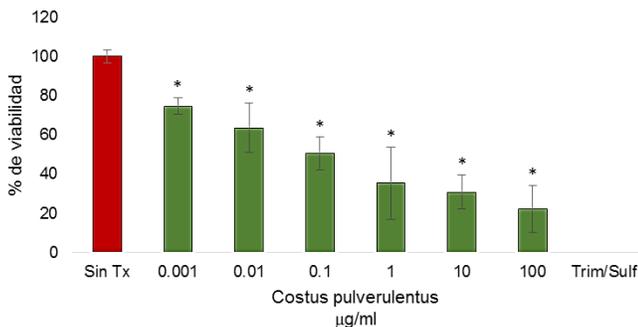
**Gráfico 2** Efecto del extracto metanólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *P. mirabilis*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento



**Gráfico 3** Efecto del extracto metanólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *K. pneumoniae*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento

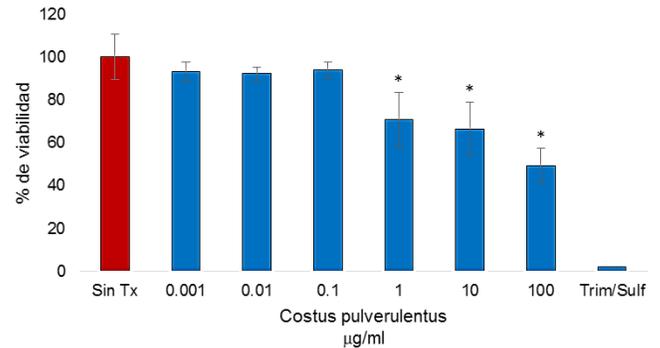
La evaluación del efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* se realizó en las enterobacterias de *E. coli*, *P. mirabilis*, y *K. pneumoniae* mediante el método de microdilución en tubo.

El control positivo fue trimetoprim/sulfametoxazol a 10 µg/ml para *E. coli* y 16 µg/ml para *P. mirabilis* y *K. pneumoniae*. Como se esperaba, el fármaco inhibió aproximadamente el 100% la viabilidad de las bacterias. Los resultados obtenidos de la evaluación antibacteriana con el extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria *E. coli* se muestran en el Gráfico 4. Como se puede observar, el extracto inhibió la viabilidad de la cepa de *E. coli* de manera concentración dependiente. Desde la concentración más baja (0.001 µg/ml) se observó una disminución de la viabilidad de un 26%. Así mismo, en las concentraciones de 0.01, 0.1, 1, 10 y 100 µg/ml el efecto observado fue de 37, 50, 65 y 70%, respectivamente, ( $p < 0.05$ ), comparado con el grupo control sin tratamiento.



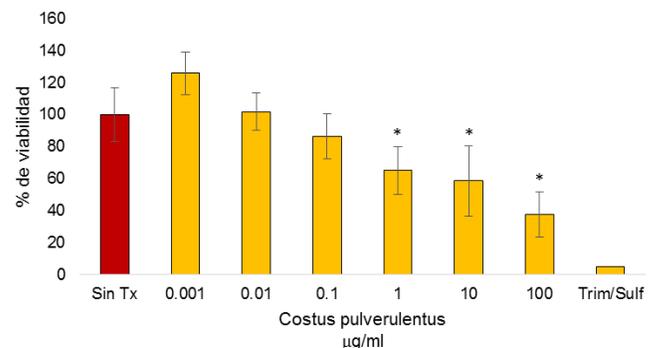
**Gráfico 4** Efecto del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *E. coli*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento

En el Gráfico 5 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* contra *P. mirabilis*. Los resultados mostraron que el extracto inhibió la viabilidad de la bacteria en un 51% en la concentración más alta (100 µg/ml). Las concentraciones de 0.1, 0.01 y 0.001 µg/ml, no mostraron efecto antibacteriano, comparado con el grupo control sin tratamiento ( $p < 0.05$ ).



**Gráfico 5** Efecto del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *P. mirabilis*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento

La evaluación antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* sobre la cepa de *K. pneumoniae* se muestra en el Gráfico 6. Como se observa, el extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* inhibió la viabilidad de la bacteria un 63% en la concentración de 100 µg/ml, 42% en 10 µg/ml, y 36% en 1 µg/ml. No se observó efecto antibacteriano en las concentraciones de 0.1, 0.01 y 0.001 µg/ml comparado con el grupo control sin tratamiento ( $p < 0.05$ ).



**Gráfico 6** Efecto del extracto hidroalcohólico de *C. pulverulentus* sobre la bacteria de *K pneumoniae*. El análisis del porcentaje de viabilidad se realizó 24 horas después de la siembra. \*  $p \leq 0.05$  comparado con el control sin tratamiento.

Como se observó, el extracto metanólico de *Costus pulverulentus* fue activo contra las cepas bacteriana ensayadas a partir de la concentración de 1 µg/ml en *P. mirabilis* y *K. pneumoniae*; y en todos los grupos tratados de *E. coli*; por otro lado, el extracto hidroalcohólico inhibió la viabilidad de las cepas a partir de la concentración de 0.1 µg/ml para *P. mirabilis* y *K. pneumoniae*, mientras que para *E. coli* se observó este efecto en todos los grupos de manera concentración-dependiente.

Las actividades antibacterianas de los extractos de plantas han sido relacionados con la presencia de algunos compuestos bioactivos o metabolitos secundarios como puede ser lo compuestos fenólicos. Estos metabolitos secundarios proporcionan protección a las mismas plantas contra bacterias, infecciones fúngicas y virales (Wintola y Afolayan, 2015). Los mecanismos por los que se pueden inhibir el crecimiento de microorganismos son variados tales como la inhibición de la síntesis de proteínas o ácidos nucleicos; y pueden ser debido en parte a la naturaleza hidrófoba de algunos componentes extraídos. Estos compuestos pueden interactuar con la bicapa lipídica de la membrana celular y afectar a la cadena respiratoria y la producción de energía (Nicholson *et al.*, 1999), o incluso hacer que la célula sea más permeable a los antibióticos, lo que conduce a la interrupción de la actividad celular vital (Burt, 2004). El efecto en la inhibición de la viabilidad de las cepas puede estar asociado al tipo de solvente utilizado para este ensayo, ya que etanol tiende a arrastrar gran cantidad de compuestos polares como compuestos polifenólicos, por ejemplo, los taninos y flavonoides, en los que se han reportado propiedades antimicrobianas, destacándose la acción de inhibir la síntesis de la pared celular o a su vez inhibir la síntesis de ADN o ARN (Villacís, 2009).

Existen diversos estudios en los que se ha evaluado el efecto antibacteriano de otras especies del género *Costus*; sin embargo, no hay reportes en la literatura sobre *Costus pulverulentus*. Majumdar *et al.*, (2012) evaluaron la capacidad antibacteriana del extracto metanólico del tallo de *Costus pictus*, observando una concentración mínima inhibitoria de 30 y 35 µg/ml para las cepas de *E. coli* y *K. pneumoniae* respectivamente. Cunha *et al.*, (2011) reportó una concentración mínima inhibitoria para los extractos etanólicos de tallo y hoja de *Costus arabicus* mayor a 1024 µg/ml y 512 µg/ml respectivamente contra la cepa de *E. coli*. Por lo tanto, este es el primer reporte en donde se muestra la capacidad antibacteriana de los extractos polares de *Costus pulverulentus* en bacterias de interés clínico.

## Conclusiones

El contenido total de polifenoles en los extractos de *Costus pulverulentus* fue mayor a lo reportado para otras especies del genero *Costus* y su capacidad antioxidante estuvo relacionada con el contenido de dichos polifenoles.

Los extractos polares de *Costus pulverulentus* mostraron una buena actividad antibacteriana en enterobacterias de interés clínico lo cual representa un alto potencial para el desarrollo de alternativas terapéuticas de infecciones producidas por dichos agentes patógenos.

## Agradecimientos

Al personal de apoyo técnico del Laboratorio de Desarrollo de Productos Alimenticios y Laboratorio de Ciencias Básicas I.

## Referencias

- Adeshina GO, Kunle OF, Onaolapo JA, Ehinmidu JO, Odama LE. (2012). Phytochemical and antibacterial studies of the hexane extract of *Alchornea cordifolia* leaf, phytochemicals as nutraceuticals - global approaches to their role in nutrition and health. Dr. Venketeshwer (Ed). ISBN: 978-953-51-0203- 8.
- Almajo MP, Carbo R, Lopez JJA, Gordon MH. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. 108:55–63.
- Alvarez-Barranco BLC. (2007). Infecciones de vías urinarias en el Hospital Universidad del Norte. *Salud Uninorte*. Barranquilla (Col). 23(1):9-18.
- Anyasor GN, Ogunwenmo KO, Oyelana OA, Akpofunure BE. (2010). Phytochemical constituents and antioxidant activities aqueous and methanol stem extracts of *Costus afer* Ker Gawl. (Costaceae). *Afr. J. Biotechnol.* 9(31): 4880-4884.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. (2009). UNAM. México.
- Bhatt P, Negi PS. (2012). Antioxidant and Antibacterial Activities in the Leaf Extracts of Indian Borage (*Plectranthus amboinicus*). *Food and Nutrition Sciences*. 3:146-152.
- Brand WW, Cuvelier ME, Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci. Technol.* 28, 25-30.
- Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int J Food Microbiol.* 94:223–253.
- Caicedo PS, Martinez MT, Meneses DE, Joaqui Wilson G, Imbachí IR, Mahe PDA, Ramirez E. (2009). Etiología y resistencia bacteriana en infección de vías urinarias en el Hospital Universitario San José de Popayán, Colombia entre enero y diciembre de 2008. *Revista Urología Colombiana*. 18(3):45-52.
- Cunha BF, Matias EF, Brito SV, Ferreira, FS, Braga JM, Costa JG, Coutinho HD. (2011). In vitro antibacterial, phototoxic, and synergistic activity of ethanol extracts from *Costus cf. arabicus* L. *J Med Food*. 14 (9):964–968.
- Duraipandiyar V, Abdullah Al-Harbi N, Ignacimuthu S, Muthukumar C. (2012). Antimicrobial activity of sesquiterpene lactones isolated from traditional medicinal plant, *Costus speciosus* (Koen ex.Retz.) Sm. *BMC Complement Altern Med.* 7;12.13.
- Echevarría, Z. J., Sarmiento, A. E., Osoreo, P. F. (2006). Infección del tracto urinario y manejo antibiótico. *Acta Med Per.* 23(1):26-31.
- Jayasri MA, Gunasekaran S, Radha A, Mathew TL. (2008). Anti-diabetic effect of *Costus pictus* leaves in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Int J Diabetes & Metabolism*.6:117-122.
- Jha MK, Alam MB, Hossain MS, Islam A (2010). In vitro antioxidant and cytotoxic potential of *Costus speciosus* (Koen.) Smith rhizome. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 1(10):138-144.
- Jagtap S, Satpute R. (2014). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Rhizome Extracts of *Costus speciosus* (Koen.) J.E. Smith. *J. Acad. Indus. Res (JAIR)*. 3:40-47.
- Jeetendra N, Bhatia M, Narkhede M. (2010). In-vitro Evaluation of Antioxidant Activity and Phenolic Content of *Costus speciosus* (Koen) J.E. Sm. *Iran J Pharm Res.* 9 (3): 271-277.

- Majumdar M, Parihar PS. (2012). Antibacterial, antioxidant and antiglycation potential of *Costus pictus* from Southern region, India. *Asian J. Plant Sci. Res.* 2(2):91-101.
- Martínez MA, Evangelista OV, Mendoza CM, Morales GG, Toledo OG, Wong LA. (2001). Catálogo de plantas útiles de la sierra norte de Puebla, México. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. México.
- Martínez FS, González GJ, Culebras JM, Tuñón MJ. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr Hosp.* 17(6):271-278.
- Mathew S, Abraham TE. (2006). In vitro antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chemistry and Toxicology.* 44(2):198- 206.
- Montesdeoca RVG. (2010). Elaboración y control de calidad de comprimidos fitofarmacéuticos de ajeno (*Artemisia absinthium L.*), romero (*Rosmarinus officinalis L.*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla L.*) para combatir la menstruación dolorosa. Tesis de grado previa la obtención del título de bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Nicolson K, Evans G, O'Toole PW. (1999). Potentiation of methicillin activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* by diterpenes. *FEMS Microbiol Lett.* 179:233–239.
- Okeke IN, Laxmaninarayan R, Bhutta ZA, Duse AG, Jenkins P, O'Brien TF, Pablos-Mendez A, Klugman KP. (2005). Antimicrobial resistance in developing countries. Part 1: recent trends and current status. *Lancet Infect Dis.* 5:481-493.
- Prabhu K, Karar PK, Hemalatha S, Ponnudurai K. (2011). A comparative preliminary phytochemical screening on the leaves, stem and the roots of three *Viburnum Linn. Species.* *Der Pharmacia Sinica.* 2 (3): 81-93.
- Quiñonez M, Miguel M, Aleixandre A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp.* 27(1):76-89.
- Saeed N, Khan MR, Shabbir M. (2012). Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla L.* *BMC Complementary and Alternative Medicine.* 12:221.
- Sepúlveda RB, Haro IR, Castillo MS. (2014). Efecto del extracto hidroalcohólico de *Punica granatum* sobre la viabilidad de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa in vitro.* *REBIOLEST.* 2(1):e22.
- Sharangi AB. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis L.*) – A review. *Food Research International.* 42:529-535.
- Sulaiman SF, Yusoff NAM, Eldeen IM, Seow EM, Sajak AAB, Supriatno OKL. (2011). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*). *J Food Compost Anal.* 24:1-10.
- Swami, H. S., Singh, K. S. P., Longo, G., Dutt, R. D. (2008). Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. International Center for Science and High Technology.
- Tejada CF. (2010). Hepatotoxicidad por fármacos. *Rev Clin Med Fam.* 3(3):177-191.
- Valenzuela BA. (2004). El consumo té y la salud: características y propiedades beneficiosas de esta bebida milenaria. *Rev Chil Nutr.* 31(2):72-82.

Villacís, J. (2009). *Temas de Medicina Natural: Fitomedicina*. Ambato: Ed. Universidad Técnica de Ambato.

Von Gadow, A., Joubert, E., Hansmann, C. F. (1997). Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with Green, oolong and black tea. *Food Chemistry*. 60(1):73-77.

Wintola OA, Afolayan AJ. (2015). The antibacterial, phytochemicals and antioxidants evaluation of the root extracts of *Hydnora africana* Thunb used as antidysenteric in Eastern Cape Province, South Africa. *BMC Complementary and Alternative Medicine*.15:307.

## Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de *C. papaya L*

REYES-MUNGUÍA, Abigail†, ALANÍS-CAMPOS Luzma Gabriela, VÁZQUEZ-ELORZA Ariel y CARRILLO-INUNGARAY, Ma. Luisa

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

'Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Unidad Sureste

Recibido Noviembre 30, 2015; Aceptado Enero 20, 2016

### Resumen

*Carica papaya L* es una fruta tropical nativa de México y Centroamérica, rica en vitaminas y minerales, sabor y aroma; es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo. *C. papaya L* tiene una riqueza en vitamina C y en provitamina A, en forma de carotenos dentro de las cuales tiene principalmente: betacarotenos, gamma carotenos, épsilon carotenos y criptoxantina, un compuesto que además de transformarse en vitamina A en el organismo humano, presenta propiedad antioxidante. En esta investigación se analiza la capacidad antioxidante de extractos acuosos secos y frescos de la cáscara de *C. papaya L* a distintos tiempos de extracción de los compuestos activos. El tiempo de los 12 minutos de extracción para cáscara de papaya deshidratada fue el que obtuvo mayor rendimiento con 995.0 mg EAG/L de polifenoles totales y 54 % de inhibición a los radicales libres.

### Fenoles totales, Radicales libres, Cáscara de papaya

### Abstract

*Carica papaya L* is a tropical fruit native to Mexico and Central America, rich in vitamins and minerals, flavor and aroma; It is the third most consumed tropical fruit in the world. *C. papaya L* It has rich in vitamin C and provitamin A, as carotenes within which mainly has: betacarotene, gamma carotene, epsilon carotenes and cryptoxanthin, a compound also transformed into vitamin A in the human body, has antioxidant property. In this research, the antioxidant capacity of dried and fresh aqueous extracts of *C. papaya peel L* at different times of extraction of the active compounds is analyzed. The time of 12 minutes extraction for dried papaya peel was the higher yield obtained with 995.0 mg GAE/L of total phenols and 54% inhibition of free radicals.

### Total phenols, free radicals, papaya peel

**Citación:** REYES-MUNGUÍA, Abigail, ALANÍS-CAMPOS Luzma Gabriela, VÁZQUEZ-ELORZA Ariel y CARRILLO-INUNGARAY, Ma. Luisa. Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de *C. papaya L*. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 44-49

\*Correspondencia al Autor (abigail.reyes@uaslp.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

*Carica papaya L* es una fruta tropical nativa de México y Centroamérica, rica en vitaminas y minerales, sabor y aroma; es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo; México ocupa el sexto lugar como productor mundial (SAGARPA, 2013). En el año 2014, México obtuvo un aumento en la producción de esta fruta en comparación con el año 2013 de acuerdo a cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el año 2013 tuvo una producción de 764,514.40 toneladas y para el año 2014 una producción de 836,370.48 toneladas, de las cuales San Luis Potosí obtuvo una producción de 4,768.00 toneladas que representa aproximadamente el 0.5 % de lo cosechado en el país. El municipio de San Vicente Tancuayalab es el mayor productor en el estado de San Luis Potosí de *C. papaya L* con el 53% de la producción en el estado, posteriormente el municipio de Ébano con el 43% (SIAP, 2016).

*C. papaya L* tiene una riqueza en compuestos como lo son vitamina C y en provitamina A, en forma de carotenos dentro de las cuales tiene principalmente: betacarotenos, gamma carotenos, épsilon carotenos y criptoxantina, un compuesto que además de transformarse en vitamina A en el organismo humano, presenta propiedad antioxidante (Arana y Quijano, 2011). Los antioxidantes son sustancias químicas que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo humano, en el cual puede provocar alteraciones fisiológicas importantes desencadenantes de diversas enfermedades, por consiguiente desempeñando una función fundamental en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles (Zamora, 2007). En esta investigación se evaluó la capacidad antioxidante de extracto acuoso de cáscara y pulpa de *C. papaya L*.

## Materiales y métodos

Elaboración del extracto de muestra seca de cáscara de *C. papaya L*: La cáscara de *C. papaya L* se sometió a un proceso de escaldado evaluando este proceso mediante la inhibición de la enzima polifenoloxidasas por el método de guayacol. Posteriormente inactivada la enzima se sometió al proceso de secado a 50°C hasta llegar a peso constante. El proceso de extracción acuosa de los compuestos activos de la cáscara seca se realizó a 90°C a distintos tiempos 5, 8 y 12 minutos.

Elaboración del extracto de muestra fresca de la cáscara de *C. papaya L*: Se realizó un extracto acuoso relación 1:5 cáscara/agua a 90°C por 5 minutos esto se repitió a tiempos de 8 y 12 minutos.

Elaboración del extracto de pulpa de *C. papaya L*: Se realizó un extracto 1:3 de relación pulpa de *C. papaya L* y agua, se homogenizó por 30 minutos.

Contenido de fenoles totales (Folin-Ciocalteu): El análisis se realizó conforme a la metodología de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Se tomó 1 mL de la muestra colocándola en un tubo de ensayo, y agregándole 5 mL de reactivo diluido (1:10) de Folin-Ciocalteu, se dejó reposar durante 7 minutos y posteriormente se adicionó 4 mL de la solución de carbonato de sodio 7.5 % hasta lograr una mezcla homogénea. Los tubos fueron cubiertos para protegerlos de la luz y se incubaron por 2 horas a temperatura ambiente. Enseguida se leyó las absorbancias de las soluciones a 740 nm (espectrofotómetro UV/visible de mono haz ThermoScientificAquaMate Plus). Los resultados fueron expresados como mili equivalentes de ácido gálico sobre litro (mEAG)/L.

% de inhibición de radicales libres (DPPH•): La actividad antioxidante del extracto se midió de acuerdo con la metodología descrita por Brand-Williams *et al.* (1995) a través de la inhibición del radical estable 2,2 difenil-1-picrilhidracilo (DPPH•) que en soluciones etanólicas presenta una coloración violeta con una absorbancia máxima a una longitud de onda de 515 nm y que una vez que reacciona con un antioxidante, éste se reduce y su absorción a ésta desaparece. Se colocó 3mL de una solución metanólica de DPPH•  $6.1 \times 10^{-5}$  M y se hizo reaccionar con 0.1mL del extracto acuoso de la muestra en estudio tanto en fresco como en seco. La mezcla se dejó reaccionar en oscuridad y se monitoreó el cambio en la absorbancia (espectrofotómetro UV/visible de mono haz ThermoScientificAquaMate Plus) de las muestras por un periodo de 30 minutos cada 5 minutos a 25°C. El porcentaje de inhibición DPPH• fue calculado conforme a la ecuación 1.

$$\% \text{ Inhibición de radicales libres} = [(Ac-As)/Ac] \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

Ac = absorbancia del DPPH• antes de la reacción

As=absorbancia de la mezcla de DPPH• con la muestra.

Potencial redox: El potencial redox se realizó con ayuda de un electrodo de platino (Orion 927007MD star) conectado a un potenciómetro (Thermo Scientific Orion Dual Star®). Se calibró contra una solución estándar redox (E = 420 mV a 25° C). Los electrodos se colocaron dentro de un vaso de precipitado de 50 mL con un volumen de 30 ml de muestra. Los valores del potencial redox en mV se registraron hasta por lo menos 5 minutos, para que el potencial redox alcanzara su estabilidad. Un potencial estable es definido arbitrariamente como un cambio de menos de 1 mV en un periodo de 5 minutos (Manzocco *et al.* 1998).

pH: El pH se determinó con un potenciómetro (Thermo Scientific Orion Dual Star®) calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4, 7 y 10 a 25°C. Posteriormente se realizaron las mediciones de la muestra colocando 30 mL de extracto en un vaso de precipitado de 50 mL, para realizar las lecturas según la metodología de Reyes *et al.* (2009).

## Resultados y discusión

La composición química de las frutas puede variar debido a diversos factores, entre ellos la época del año, el estado de maduración, la variedad y hasta la calidad del suelo. En la tabla 1, se puede apreciar la caracterización en cuanto a su pH y ° Brix. de cáscara y pulpa de *C. papaya L.* mostrando un mayor contenido de sólidos totales en la pulpa de *C. papaya L.*

Muestra	pH	° Brix
Cáscara fresca	4.7	4.6
Pulpa fresca	5.2	11.6

**Tabla 1** pH y °Brix de extractos frescos de pulpa de *C. papaya L.* Fuente: *Elaboración propia*

En los frutos de papaya, los sólidos totales se deben principalmente a la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa (Fennema, 2000), el contenido de sólidos totales en esta investigación para pulpa fue de 11.6, mayor al rango de 9.14 – 9.48 ° Brix reportados por Belandria *et al.* (2010). En extractos de cáscara los resultados concuerdan con los reportados por Repo y Encina quienes obtuvieron un contenido de sólidos torales de 4.5 °Brix. Hernández *et al.* (2014) reportaron un pH de 4.64 para extractos de pulpa fresca, siendo menores a los obtenidos en esta investigación, en extractos de cáscara los resultados obtenidos fueron de 4.7 superior a los encontrados por Repo y Encina (2008) con un pH de 4.5.

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos de la actividad antioxidante para extractos de pulpa, con un 26 % de inhibición a los radicales libres y 95.8 mV de actividad antioxidante medida por el potencial redox. Los resultados obtenidos para fenoles totales en el extracto de pulpa se pueden comparar con los encontrados por Contreras *et al.* (2010), quienes reportaron valores de fenoles totales de 368.0 mg EAG/L, un valor por debajo del obtenido en esta investigación. Hernández *et al.* (2014) reportaron para extractos de pulpa valores en contenido de fenoles totales de 499.6 mg EAG/L un valor similar con 468.9 mg EAG/L de contenido de fenoles totales presentes en la pulpa de *C. papaya L.* utilizada en esta investigación.

Muestra	P. Redox (mV)	Fenoles totales (mg EAG <sup>1</sup> /L)	% de inhibición
Pulpa	95.8	468.9	26.0

**Tabla 2** Propiedades antioxidantes de extractos frescos de pulpa de *C. papaya L.*

La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en la actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles y estables a temperatura ambiente pero son susceptibles a los cambios químicos (maduración de la fruta); físicos en el procesamiento del fruto (trituration y picado: estos compuestos forman parte de la organización tisular y de estructuras que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente al contacto con el aire); y térmicos, ya que el aumento excesivo del calor modifica el pigmento de los alimentos (Hernández *et al.*, 2012).

Los resultados obtenidos de las propiedades antioxidantes de extractos frescos de cáscara de *C. papaya L.* a los diferentes tiempos de infusión (5, 8 y 12 min) se muestran en la Tabla 3.

Muestra	Tiempo	P. Redox (mV)	pH	Fenoles totales (mg EAG <sup>1</sup> /L)	% de inhibición
Cáscara fresca	5	166.9	4.6	842.26	44.0
	8	164.6	5.0	854.36	40.0
	12	162.8	4.6	830.75	37.0

**Tabla 3** Propiedades antioxidantes de extractos frescos de cáscara de *C. papaya L.* a diferentes tiempos de extracción

El comportamiento del porcentaje de inhibición y los cambios en el potencial redox en función del tiempo de extracción fueron similares caracterizados por un decremento constante en sus valores después de los 5 minutos de extracción y en el caso particular el porcentaje de inhibición de radicales libres observado a los 12 minutos decayó considerablemente por debajo de su valor inicial. Este decremento se debe a su inherente inestabilidad.

Los fenoles totales en comparación con el tiempo inicial, presentaron un ligero aumento a los 8 minutos de infusión, tiempo en el que se observa que la mayoría de los compuestos fenólicos se habían extraído.

A las muestras de cáscara de *C. papaya L.* una vez deshidratadas completamente, se midieron propiedades antioxidantes (Tabla 4). El extracto de muestra seca que se escaldó, se llevó a secado hasta obtener un peso constante, realizando pesadas a diferentes tiempos durante 72 hrs.

Muestra	Tiempo	P. Redox (mV)	pH	Fenoles totales (mg EAG <sup>1</sup> /L)	% de inhibición
Cáscara Seca	5	212.5	4.7	936.77	39.0
	8	173.4	4.9	904.77	43.0
	12	207.8	4.8	995.0	54.0

**Tabla 4** Propiedades antioxidantes de extractos secos de cáscara de *C. papaya L.* a diferentes tiempos de extracción

En las infusiones preparadas a partir de muestra deshidratada se observó que a 12 minutos de infusión se tuvo la mayor liberación de compuestos activos, con una actividad antioxidante de 54 % de inhibición de radicales libres, así como una mayor extracción de compuestos fenólicos (995 mg EAG/L) en comparación con los demás tiempos de extracción (5 y 8 min).

Esto resulta relevante, ya que los antioxidantes de muchos alimentos pueden ser significativamente inactivados como consecuencia del procesamiento (Jonsson, 1991).

### Conclusiones

Las mejores propiedades antioxidantes de *C. papaya L* se presentaron en cáscara deshidratada. Presentando las infusiones cáscara de *C. papaya L* un contenido de compuestos bioactivos como fuente natural de antioxidantes que pueden ser considerados como una opción viable para la formulación de productos naturales.

### Referencias

Arana P. A, Quijano M.F. (2012). Extracción, caracterización, y comparación de látex obtenido, en secado por aspersión, de tres variedades de papaya (*Carica papaya L.*). Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

Belandria D., Velandria V., Navarro C. (2010). Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya L.*) en las variedades Tailandia y Maradol. Producción Agropecuaria / Agroalimentaria. 3, 1, 45-49.

Brand Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LebensmittelWissenschaft and Technologie*, 28, 25-30.

Contreras C. J., Calderón J. L., Guerra H. E.Y GarciaV. B. (2010). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Reach International*. doi:10.1016/j.foodres.2010.11.003.

Fennema O. (2000). Química de los alimentos. (2da Ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.

Hernández J., Fernández V. y Sulbarán B. (2014). Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). *Observador del conocimiento*. 2:1, 195-201.

Hernández J., Fernández V., Sulbarán B., y Berrandre M. (2012). Actividad Antioxidante de Lámina Flexible de Lechosa (*Carica Papaya*). *Vitae* 3434-345.

Jonsson, L. (1991). Thermal degradation of carotenoids and influence on their physiological function. In *Nutritional and toxicological consequences of food processing* (pp. 75– 82). New York.

Manzoco, L. Anese, M., & Nicole, M. C. (1998). Antioxidant proerties of tea extracts as affected by processing. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 3, 694-698

Repo C. R y Encina Z. C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas. *Revista Sociedad Química de Perú*, 2, 108-124.

Reyes Munguía, A., Azúara Nieto, E., Beristain, C. I., Cruz Sosa, F. & Vernon Carter, E.J. (2009) Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeo discolor*) antioxidant properties, *CyTJournal of Food*, 7 (3), 209-216.

SAGARPA. (2013). Atlas Agroalimentario. . México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

SIAP. (22 de febrero de 2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <http://www.siap.gob.mx/>

Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folincioalceu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.

Toor, R.K., Savage, G.P., Lister, C.E. (2006). Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse-grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 19, pp. 1-10.

Zamora, J. D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista chilena de nutrición*.

## Síntesis y caracterización de perlas compuestas de nano-hidroxiapatita/quitosano por precipitación *in-situ*

MALDONADO-SAAVEDRA, Octavio<sup>\*†</sup>, DOMÍNGUEZ-SANTOS, Cristian Javier, RUBIÓ-ROSAS, Efraín<sup>''</sup> y PADILLA-FLORES, Juan Manuel

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

<sup>'</sup>Universidad Veracruzana

<sup>''</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Recibido Septiembre 17, 2015; Aceptado Febrero 01, 2016

### Resumen

La hidroxiapatita (HAp) se considera un material bioactivo que influye favorablemente en la adhesión, crecimiento y diferenciación osteogénica. Sin embargo, la pobre resistencia mecánica y la lenta cinética de reabsorción en comparación con el tejido circundante representan un gran inconveniente clínico. Por lo tanto, evitar la migración frecuente de las partículas de HAp del sitio del implante, disminuir la posibilidad de daños a los tejidos blandos próximos al implante, mejorar la biodegradabilidad, las propiedades de fraguado, la resistencia mecánica y la inyectabilidad de los biomateriales es una prioridad. Para contribuir al desarrollo tecnológico de la ingeniería de tejidos, en este trabajo se sintetizó un compuesto de hidroxiapatita / quitosano (HAp/CHI) en forma de perlas, para su potencial aplicación en el proceso de regeneración ósea. El método de precipitación fue utilizado para obtener HAp nanométrica. Se utilizó el método de precipitación *in-situ* para incorporar la HAp a la matriz de CHI. El material fue caracterizado por microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja y por análisis químico elemental. Los resultados obtenidos demuestran la presencia de cristales nanométricos (116 - 171 nm) de HAp incorporados en una matriz de CHI.

### Hidroxiapatita, quitosano, precipitación *in situ*

### Abstract

Hydroxyapatite (HAp) is considered as a bioactive material which influence on the adhesion, growth, and osteogenic differentiation. However, the poor mechanical strength and the slow kinetic resorption as compared with the surrounding tissue represent a major clinical problem. Therefore, avoid the frequent migration of HAp particles from site the implant, reducing the possibility of damage to soft tissue next to the implant, improving biodegradability, setting properties, the mechanical resistance and the injectivity of biomaterials is a priority. To contribute to the technological development of tissue engineering, this work will synthesize a composite of hydroxyapatite / Chitosan (HAp/CHI) in the form of pearls, for its potential application in the process of bone regeneration. The precipitation method was used to obtain HAp nanometer. *In situ* precipitation method was used to incorporate the HAp matrix of CHI. The material was characterized by scanning electron microscopy, x-ray diffraction, infrared spectroscopy and by elemental chemical analysis. The results obtained show the presence of crystals nanometric of HAp (116-171nm) embedded in a matrix of CHI

### Hydroxyapatite, chitosan, *in-situ* precipitation

**Citación:** MALDONADO-SAAVEDRA, Octavio, DOMÍNGUEZ-SANTOS, Cristian Javier, RUBIÓ-ROSAS, Efraín y PADILLA-FLORES, Juan Manuel. Síntesis y caracterización de perlas compuestas de nano-hidroxiapatita/quitosano por precipitación *in-situ*. Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-6: 50-57

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: andrea.mena@unach.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad los avances tecnológicos en el ámbito de salud, han permitido que la expectativa de vida incremente, las personas adultas representaran en las próximas décadas el grueso de la población, esta sobrevida implicara un aumento en las enfermedades asociadas a la fragilidad ósea. El desgaste del sistema óseo debido al envejecimiento es inevitable y por más que nuestras prácticas lleven al fortalecimiento de nuestras estructuras óseas, aun no se ha podido prolongar su función con el paso del tiempo Rachner et al. (2011).

Durante muchos años se han investigado materiales que sin importar la etiología de la disfunción ósea, ayuden al sistema a corregir las afecciones que comprometen su integridad, materiales que debido a sus propiedades pueden acoplarse al cuerpo y participar en conjunto con la actividad regenerativa del individuo.

La ciencia médica tiene el reto de respaldar las condiciones de salud para que los individuos continúen viviendo de la mejor manera posible. Los accidentes y algunas patologías óseas como la osteoporosis, cáncer de hueso, son algunas de las enfermedades habituales a los que se enfrenta la medicina. Debido a esto, surge la necesidad de crear materiales que ayuden a la reconstrucción de tejido óseo y que además se adapten a él. El biomaterial que se pretenda usar, debe de cumplir ciertas especificaciones que aseguren la salud del tejido: tiene que ser biocompatible, que imite el tejido que se está tratando, debe de proveer resistencia, funcionalización y debe ser inocuo Bryers et al. (2012). Actualmente los materiales (metales, polímeros, cerámicas o materiales compuestos) utilizados en la ingeniería de tejidos tienen diversas limitaciones, por ejemplo, el titanio (Ti) no sufre oxidación al estar inmerso en un ambiente agresivo como el cuerpo humano, pero no es reabsorbible Rios et al. (2013).

En el caso de los biopolímeros poseen baja osteoinductividad pero con mejores propiedades mecánicas y de degradación. Los materiales cerámicos poseen excelentes propiedades osteoinductivas, sin embargo, tienen baja degradación, baja resistencia mecánica y es difícil de moldear para adaptarse a los requisitos físicos y geométricos del sitio dado o defecto óseo. Por lo tanto, los compuestos de fosfato de calcio como la HAp a base de biopolímeros permiten la incorporación de propiedades ventajosas de los dos tipos de componentes Oglivie et al. (1987).

El CHI es utilizado con mayor frecuencia para preparar materiales compuestos de fosfato de calcio, debido a su biocompatibilidad, biodegradación e inocuidad Rios et al. (2013). Este biopolímero promueve la adhesión celular y es reabsorbido por medio de la hidrólisis enzimática, además, cuenta con propiedades curativas, hemostáticas y es flexible, lo cual la hace un excelente candidato para participar en la regeneración ósea Venkatesan y Kim (2010).

Los diferentes métodos de síntesis para la obtención de HAp proporcionan al material, distintas propiedades y características dependientes del tamaño. Por ejemplo, las partículas a escala nanométrica tienen la capacidad de mimetizarse en el tejido implantado, poseen un área superficial extensa, alta relación en tamaño y aspecto, propiedades físico-químicas y biológicas que son evidentes únicamente a esta escala Lechuga y Martínez (2006); Liu y Webster (2007). Sin duda, explorar las propiedades de la HAp a escala nanométrica representa un sinnúmero de oportunidades para la ingeniería de tejidos y otras áreas, lo cual justifica nuestro proyecto.

En este trabajo se recurrió a la precipitación *in situ* de HAp sobre CHI con el objetivo de controlar la arquitectura interna y la composición química de los materiales resultantes.

Este procedimiento se basa en la obtención de materiales compuestos nanoestructurados y cristalinos de un componente biológicamente activo (en nuestro caso HAp), homogéneamente dispersos en la matriz polimérica (por ejemplo CHI) para imitar la apatita biológica del tejido óseo. La síntesis de este compuesto de acuerdo a estudios similares, teóricamente debería ser biocompatible, regenerativo y absorbible por el tejido óseo Manjubala et al. (2005); Kong et al. (2007).

El objetivo de este proyecto fue sintetizar un material constituido por HAp nanométrica y CHI para su potencial aplicación en el proceso de regeneración ósea. Los resultados obtenidos se limitan a las pruebas biológicas y de biocompatibilidad, las cuales están contempladas como expectativas de la segunda etapa de este proyecto.

### **Materiales y métodos**

Para la preparación del compuesto de HAp y CHI se utilizó CHI de camarón marca Sigma 75% de desacetilación, ácido acético glacial marca Alyt con pureza de 99.94%, fosfato de amonio monobásico en cristales marca J. T. Baker con pureza del 99.5%, nitrato de calcio marca Fermont con pureza de 101.9%, hidróxido de sodio en escamas marca J. T. Baker con pureza de 97%, Metanol marca J. T. Baker con pureza de 99.9%, agua destilada marca J. T. Baker con grado de pureza del 99%.

### **Síntesis de HAp nanométrica**

Se montó el sistema de precipitación y se colocó una cuba con aceite para baño María, colocando un matraz de 3 bocas acoplado a un refrigerante conectado a una bomba de reflujo para llenar con agua el refrigerante.

El aceite se calentó a 90°C, posteriormente se adicionó 250 ml de la solución de nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) 0.042M en agitación constante y posteriormente se agregó 250ml de la solución de fosfato de amonio  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  0.025M en agitación constante con un intervalo de 5 ml por minuto. Al término de agregar los 250ml de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  se adiciona hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) en una cantidad suficiente para establecer un pH de 10.5 el cual se dejó en agitación constante a 90°C durante 3 hrs. Posteriormente se dejó enfriar y se filtró la HAp precipitada. Finalmente se secó la HAp en una estufa a 40°C durante 12 hrs. Una vez transcurrido el tiempo de secado se procede a recolectar la HAp.

### **Síntesis de la película de CHI**

La película de CHI se sintetizó diluyendo 1g de CHI en una solución de ácido acético ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) al 1%, la cual se dejó en agitación hasta su homogeneidad. Posteriormente se depositó en una caja de Petri y se puso a reposar en la campana de extracción para formar la película.

### **Síntesis del compuesto de CHI/HAp nanométrica**

Para la síntesis se preparó una solución pH de 6.4 de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0.5 M, utilizando 2.95 g en 25 ml de agua destilada. Posteriormente se preparó una solución pH de 4.2 de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  0.3 M, utilizando 0.86 g en 25 ml de agua destilada. Se preparó un gel de quitosano al 2% utilizando 50 ml de solución de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  de CHI. Se utilizó una solución al 1% de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  para diluir el CHI, para la cual se utilizaron 0.5 ml de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  grado glacial en 50 ml de agua destilada. Al gel de CHI pH de 4.2, se dejó en agitación hasta su homogeneidad. Posteriormente se añadió la solución de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (en agitación constante) y se dejó en agitación por 30 minutos.

A continuación se añadió la solución de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  gota a gota en la solución en agitación constante, posteriormente se dejó en agitación vigorosa por 2 hrs. hasta su homogeneidad. Posteriormente se dejó gotear el gel de CHI/HAp en la solución pH 13 de NaOH 1.5 % para formar perlas y se deja reposar toda la noche. Finalmente se separan las perlas de la solución por decantación y se lavaron 4 veces con agua fría y caliente alternadamente para remover todos los restos de NaOH y se dejó secar.

### Caracterización

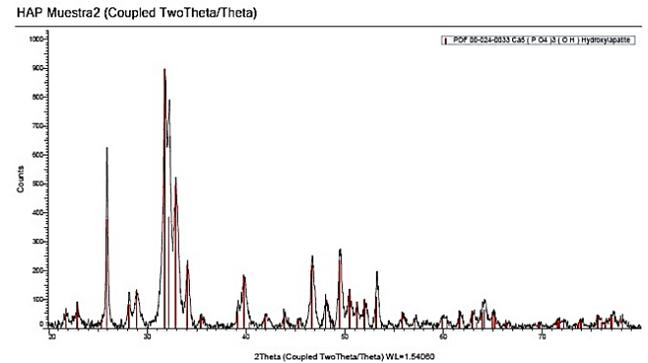
La estructura cristalográfica fue analizada por difracción de rayos X (DRX) modelo Bruker D8 Discover con radiación CuK $\alpha$ . La morfología y el tamaño de partícula se determinaron por medio de espectroscopía electrónica de barrido (SEM). Adicionalmente, se realizó un análisis por espectroscopia infrarroja (IR) y un químico elemental (EDS) para identificar y cuantificar la composición elemental del compuesto.

### Resultados y discusiones

#### Caracterización y análisis comparativo de las muestras

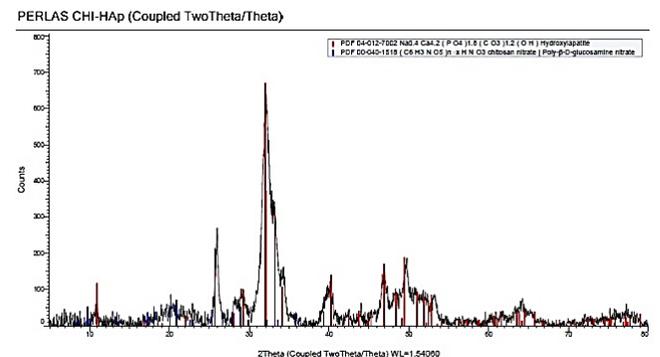
En el Gráfico 1 se observa picos característicos (líneas rojas) de la HAp, que se encuentra en  $2\theta = 31.7, 32.2$  y  $33$ . También es posible observar algunos picos secundarios de menor intensidad ubicada en  $2\theta = 26, 40, 46.5,$  y  $49$  y otros menos intenso localizado en  $2\theta = 29$  y  $53.2$ , que corroboran la existencia de HAp. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Rivera et al. en 2010.

Obsérvese que los picos del difractograma de la muestra corresponden con el patrón de difracción de referencia, además son picos anchos y bien definidos los cuales son representativos de cristales a escala nanométrica.



**Gráfico 1** DRX de HAp comercial vs HAp sintetizada por precipitación

En el Gráfico 2 se puede observar además de los picos característicos de HAp (bandas rojas), dos picos característicos de CHI (bandas azules)  $2\theta = 9.5$  y  $18.5$ . Estos resultados concuerdan con lo descrito por Yen et al. en 2009. Obsérvese que los picos del difractograma de la muestra de CHI y HAp son correspondientes a sus respectivos patrones de difracción de referencia.

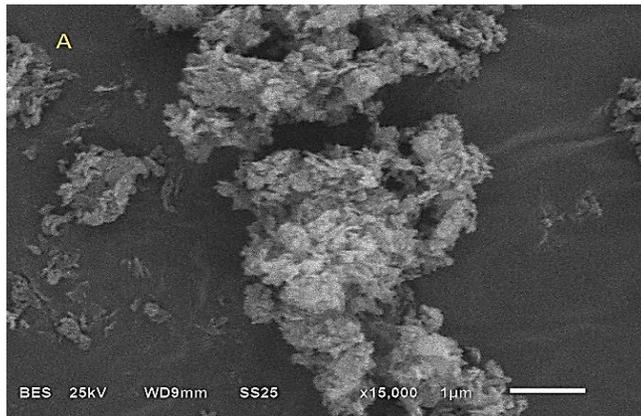


**Gráfico 2** DRX del compuesto Nano-HAp/CHI

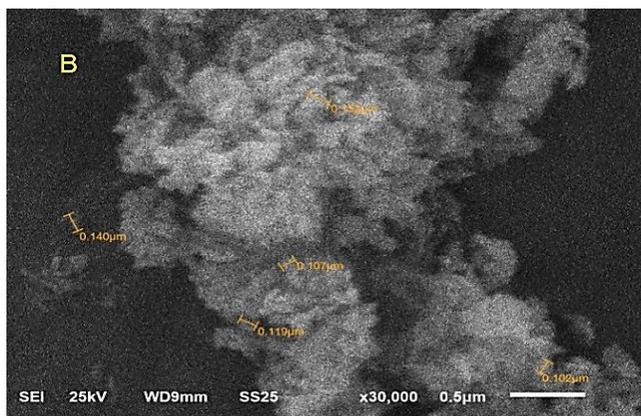
### Caracterización morfológica

Las muestras de CHI y del compuesto HAp/CHI se analizaron en un SEM (marca Jeol JSM-6610-LV), en las micrografías se observan partículas abundantes y aglomeradas las cuales eran difusas por su tamaño nanométrico que oscilaba entre 116 - 171 nm (Figura 1 15000 y 2 30000 X).

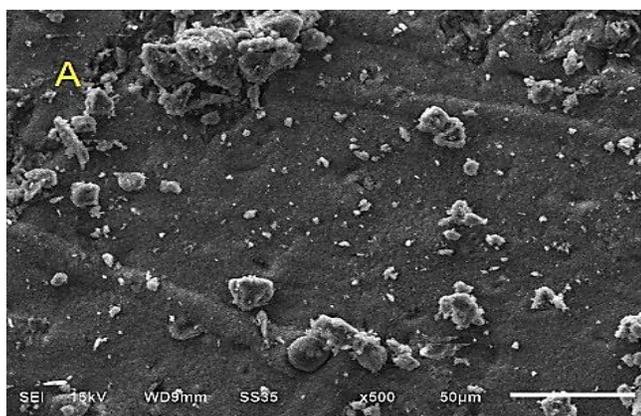
En las micrografías de las figura 3 y 4, 500 y 1000 X respectivamente, se observan aglomeraciones de HAp nanométrica expuestas de manera superficial sobre la matriz de CHI.



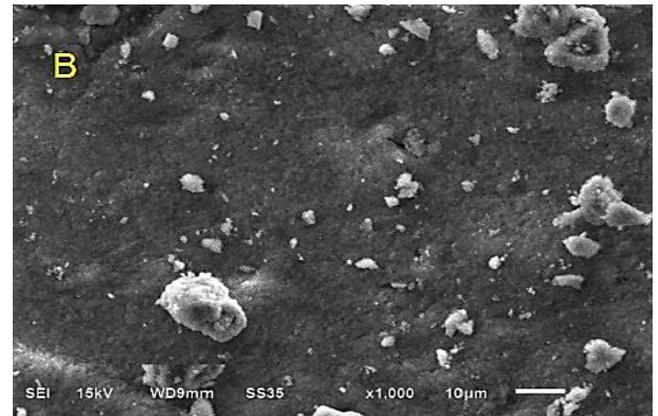
**Figura 1** Micrografías a 15000 X de HAp por SEM



**Figura 2** Micrografías a 30000 X de HAp por SEM



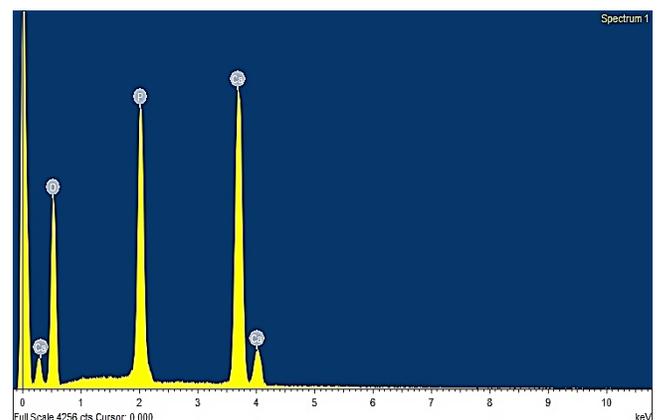
**Figura 3** Micrografías a 500 X del compuesto HAp/CHI por SEM



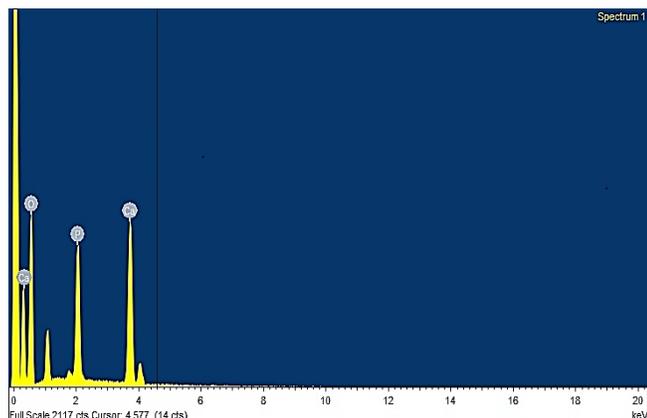
**Figura 4** Micrografías a 1000 X del compuesto HAp/CHI por SEM

Se analizaron las muestras de HAp y del compuesto HAp/CHI mediante un microanálisis químico a nivel de partícula por EDS, para conocer la concentración porcentual de los elementos que conforman la muestra, siendo el peso porcentual del oxígeno del 50%, fósforo 16% y calcio 32% para HAp (Gráfico 3).

En la gráfico 4 se observa la composición porcentual de los elementos que componen el compuesto HAp/CHI, siendo el peso porcentual del 60% para el oxígeno, 13% para el fósforo y 26% para el calcio.

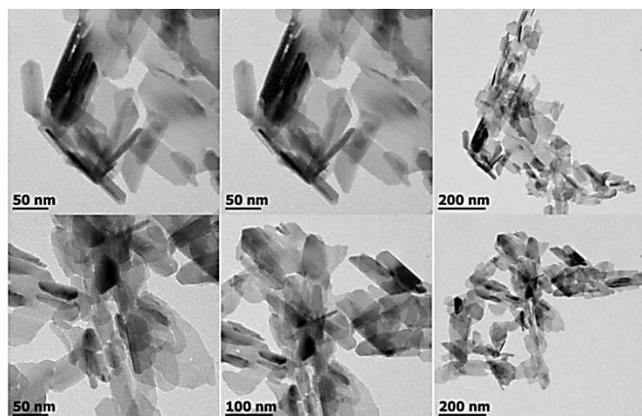


**Gráfico 3** Análisis semicuantitativo de HAp por EDS



**Gráfico 4** Análisis semicuantitativo del compuesto HAp/CHI por EDS

Se obtuvieron imágenes de microscopía de transmisión, donde se aprecian claramente las nanobarras formando aglomerados. El tamaño de las nanobarras de HAp fueron de aproximadamente de 120 nm de largo y 60 nm de ancho (Figura 5).

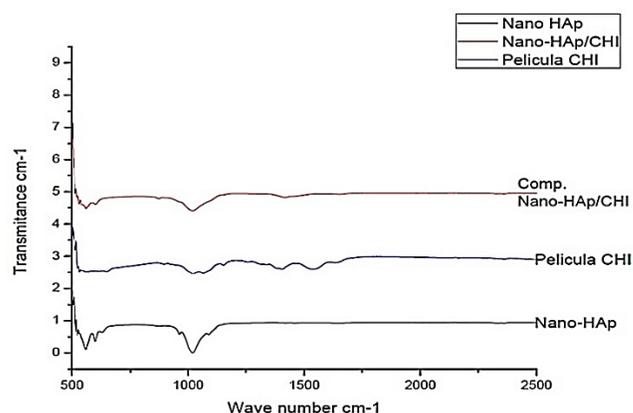


**Figura 5** Micrografías por MET de HAp

En el gráfico 5 se presentan los espectros de infrarrojo de las muestras de HAp, CHI y el compuesto HAp/CHI (banda negra, azul y roja respectivamente).

Las bandas observadas coinciden con las bandas de HAp reportadas por Liu et al. En 2003. Las bandas características del grupo fosfato a 1036, 604 y 565  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a HAp.

Se observan bandas correspondientes a CHI en 1654  $\text{cm}^{-1}$  que se le atribuye a la presencia de grupos  $-\text{NH}$  de aminas primarias, asociados a restos de grupos de acetamida después de su desacetilación, una banda a 1582  $\text{cm}^{-1}$  es característica del grupo  $-\text{NH}_2$ , a 1420  $\text{cm}^{-1}$  corresponde al grupo  $\text{CH}_2$ , en 1381  $\text{cm}^{-1}$  corresponden a  $-\text{CH}$  y deformación de  $\text{C}-\text{CH}_3$ , a 1154  $\text{cm}^{-1}$  es característica de la tensión antisimétrica del grupo  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ , a 1036  $\text{cm}^{-1}$  y 1082  $\text{cm}^{-1}$  que de acuerdo a Maza y col en 2007, corresponden a las vibraciones del esqueleto propias de la estructura del CHI [14]. La banda más representativa correspondiente al compuesto HAp/CHI se encuentra aproximadamente a 1010  $\text{cm}^{-1}$ .



**Gráfico 5** Espectros de IF de las muestras de HAp, CHI y del compuesto HAp/CHI

Finalmente se logró obtener las perlas de HAp nanométrica soportadas en CHI, en la figura 6 se puede observar la formación de este compuesto en el vaso de precipitado. Como se mencionó anteriormente, nuestra expectativa es realizar las pruebas biológicas para determinar su funcionalidad como material de regeneración y remplazo en cavidades óseas.



**Figura 6** Formación de perlas de HAp nanométrica/CHI

## Conclusiones

De acuerdo a la literatura, la síntesis del material obtenido reúne todas las características tanto químicas como biológicas para su potencial uso para la mineralización del tejido óseo dañado.

El composito sintetizado mediante precipitación *in situ*, posee varias ventajas comparando a la síntesis convencional ya que se logró disminuir los costos y el tiempo de síntesis en 48 hrs, siendo lo habitual 96 hrs. Además se obtuvo relativamente de una manera más sencilla y estable durante la síntesis.

La precipitación *in-situ* permitió que se pudiera sintetizar ambos materiales en un mismo día y empezar a formar el composito al día siguiente. Aunado a esto, tiene la ventaja de no necesitar altas temperaturas para precipitar la HAp.

Se comprobó que la morfología del composito es dependiente de la cantidad de HAp incorporada en la matriz de CHI, a mayor concentración de CHI y menor HAp, la morfología de la muestra será esférica, si lo inverso ocurre, el crecimiento y orientación de los cristales de HAp será en forma de escamas u hojuelas como lo reportado habitualmente.

## Referencias

Bryers, J., Giachelli, C., Ratner, B. (2012). Engineering Biomaterials to Integrate and Heal: The Biocompatibility Paradigm Shifts. *Biotechnol Bioeng* 109(8): 1898–1911

Im, O., Li, J., Wang, M., Zhang, L., Keidar, M. (2012). Biomimetic three-dimensional nanocrystalline hydroxyapatite and magnetically synthesized single-walled carbon nanotube chitosan nanocomposite for bone regeneration. *Int J Nanomedicine* (7): 2087–2099.

Kong L, Ao Q, Wang A, Gong K, Wang X, Lu G, et al. (2007). Preparation and characterization of a multilayer biomimetic scaffold for bone tissue engineering. *J Biomater Appl* 22(3):223-39.

Lechuga, L., Martínez, A. (2006). Nanobiotecnología: Avances Diagnósticos y Terapéuticos. *Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología* 35: 12-24.

Liu H, Webster TJ. (2007). Nanomedicine for implants: A review of studies and necessary experimental tools. *Biomaterials* 28(2):354–369.

Liu, J., Ye, x., Wang, H., Zhu, M., Wang, B., Yan, H., (2003). "The influence of pH and temperature on the morphology of hydroxyapatite synthesized by hydrothermal method". *Ceramics International* 29; 629-633.

M. Yen, J. Yang, J. Mau (2009). "Physicochemical characterization of chitin and chitosan from crab shells". *Carbohydr Polym* 75: 5-21.

Manjubala I, Woesz A, Pilz C, Rumppler M, Fratzl-Zelman N, Roschger P, et al. (2005). Biomimetic mineral-organic composite scaffolds with controlled internal architecture. *J Mater Sci Mater Med* 16(12):1111-9.

Maza, I y Hernández, CH. (2007). Caracterización fisicoquímica del quitosano para su aplicación como bioabsorbente de metales. REVCUNI 11(1) 1-5.

Oglivie, A., Frank, R., Benque, E., Gineste, M., Heughebaert, M., Hemmerle, J. (1987). "The biocompatibility of hydroxyapatite implanted in the human periodontum". Journal of Periodontal Research (22): 270-283.

Rachner, T., Khosla, S., Hofbauer, L. (2011). New Horizons in Osteoporosis. Lancet.9; 377(9773): 1276–1287

Rios, T., López, M., Franco, A. (2013). Biomateriales compuestos de matriz polimérica con refuerzo de cerámico bioactivo usados en sistemas de fijación ósea, revisión del estado del arte. Revista Colombiana de Materiales (5): 270-276.

Rivera, J., Fetter, G., Bosch, P. (2010). Efecto del pH en la síntesis de hidroxiapatita en presencia de microondas. Matéria 5 (4): 506-515.

Venkatesan, J., Kim, SK. (2010). Chitosan Composites for Bone Tissue Engineering—An Overview. Mar Drugs 8(8): 2252–2266.

**[Título en Times New Roman y Negritas No.14]**

Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor

*Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva*

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

**Resumen**

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

**Abstract**

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

**Keyword**

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.11**

---

Citación: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor. Título del Paper. Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

---

---

† Investigador contribuyendo como primer auto

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

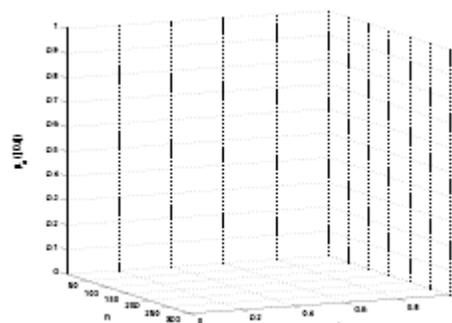
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

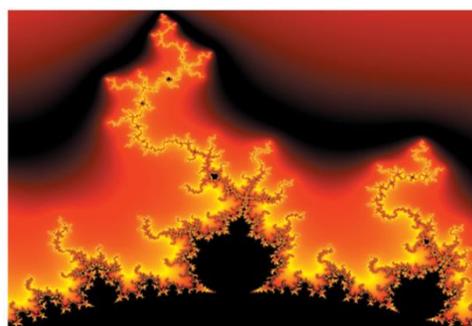
En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

## Instrucciones para autores

---

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

### Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

### Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

### Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

### Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos las posibilidades de mejora.

### Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

### Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencia.

**Formato de Originalidad**



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

---

Firma (Signature):

---

Nombre (Name)

## Formato de Autorización



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Ciencias de la Salud

Actividad electroencefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina  
Campus Durango de la UJED

**MORALES-PARRA, Larizza Noemí, RÍOS-VALLES, José Alejandro,  
HERNÁNDEZ-TINOCO, Jesús y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Patricia**

*Universidad Juárez del Estado de Durango*

Derecho educativo en hospitales, un acercamiento a historias de vida

**MENA-ÁLVAREZ, Andrea**

*Universidad Autónoma de Chiapas*

Desarrollo de un sistema receptor y de almacenamiento de consultas hospitalarias

**VELASCO-AREVALO, José Alfredo, QUIJANO-NAJERA, Cintia Jhoana,  
LABASTIDA-CHÁVEZ, Aranza, ORDOÑEZ-LOZANO, Itzcoatl**

*Universidad Politécnica de Pachuca*

Efecto antagónico de *Bacillus subtilis* Q11 contra el hongo fitopatógeno *Sclerotium rolfsii*

**HERNÁNDEZ-GÓMEZ, María de los Ángeles, MALAGÓN-SÁNCHEZ, Ana  
Karen y PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro**

Evaluación del efecto antioxidante y antibacteriano de extractos de *Costus pulverulentus* en modelos *in vitro*

**FLORES-MONTOYA, Asdrúbal, OLVERA-GONZÁLEZ, Vicente, REYES-  
MUNGÍA, Abigail y LEÓN-BUITIMEA, Ángel**

*Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca-Universidad Autónoma de  
San Luis Potosí*

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

*Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco,  
Unidad Sureste*

Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de *C. papaya* L

**REYES-MUNGUÍA, Abigail, ALANÍS-CAMPOS Luzma Gabriela,  
VÁZQUEZ-ELORZA Ariel y CARRILLO-INUNGARAY, Ma. Luisa**

Síntesis y caracterización de perlas compuestas de nano-hidroxiapatita/quitosano por precipitación *in-situ*

**MALDONADO-SAAVEDRA, Octavio, DOMÍNGUEZ-SANTOS, Cristian  
Javier, RUBIÓ-ROSAS, Efraín y PADILLA-FLORES, Juan Manuel**

*Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz*

*Universidad Veracruzana*

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*

