



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Universidad de Sonora
Campus Caborca

Volumen 15 No. 2 (Mayo-Agosto) 2020: 17-23

INVURNUS

"En busca del conocimiento"

ANÁLISIS

Estrategia socioeducativa de servicio social universitario en la comunidad costera de "Desemboque", Caborca, Sonora, México

Pastrana Corral, Susana Angélica¹, Matos Columbié, Zulema² de la Caridad, Socias Iglesias, Alexis³

¹ Universidad de Sonora, campus Caborca, Sonora, México

² Universidad de Guantánamo, Cuba.

³ Universidad de Guantánamo, Cuba

Resumen

Se abordan, los resultados de la investigación relacionada con el desarrollo del servicio social universitario en la comunidad costera Desemboque, del municipio Caborca, Sonora. México, considerado una tarea del proceso formativo de los profesionales, por eso, se deriva en un proceso pedagógico particular, que precisa de una organización metodológica que facilite la integración Universidad-Sociedad. Se realizó un estudio inicial y descriptivo para determinar las regularidades que caracterizan el proceso pedagógico de servicio social universitario que contempló la aplicación de entrevistas a estudiantes y miembros de esta comunidad, observación a las actividades que se realizan, llegándose a la conclusión de que existe una necesidad de organizar metodológicamente este proceso pedagógico en dicha comunidad. También se realizó una sistematización teórica para seleccionar los referentes teóricos que sirven de base a este trabajo y la experiencia de más 30 años en el desempeño profesional e investigativo en trabajo social universitario. Por estas razones se define como objetivo presentar una estrategia socioeducativa del proceso de servicio social universitario en Sonora, México.

Palabras clave: Proceso formativo, servicio social, organización metodológica

Socio-educational strategy of university social service in the coastal community of "Desemboque", Caborca, Sonora, Mexico

Abstract

We saw the results of the investigation related with the development of the University Social Service in the community of the Desemboque coast of the municipality of Caborca, Sonora, Mexico, considered as a task of the formative process of the professionals, that is why is derived in a particular pedagogic process, which precises to be a methodological organization to facilitate the integration of the University-Society.

An initial study was realized and also descriptive to determine the regulations which are characterized pedagogical proces of the Social University Service, that considered the application of the students interviews and also members of this community, observation of the activities realized, coming to the conclusion of which exists a need to organize methodologically this pedagogical process of the said community. It was also realized a theoretic sistematization to select the referred theories that will serve as a base of this task and the experience of the thirty years in the professional development and investigative in the social university work. For this reason is defined as an objective to present a social education strategy of the social university process in Sonora, Mexico.

Keywords: Formative Process, Social Service and Methodological Organization.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial (pregrado) y permanente (postgrado) de los profesionales es una tarea de mucha actualidad para la Educación Superior, el propio desarrollo científico-técnico y tecnológico exige a la universidad, que el proceso formativo sea mejor planificado, organizado, ejecutado y controlado, de manera que los futuros profesionistas egresen con los conocimientos, habilidades y valores a la altura de la universidad y la sociedad modernas, con especificidad de su espacio geográfico, cultural y socioeconómico, cobrando nuevas formas de vida la relación universidad-sociedad.

La universidad es reflejo de la sociedad a la que pertenece, ella en cada espacio geohistórico, es parte indisoluble del desarrollo cultural y científico de la comunidad y del país donde está enclavada, por eso, desde los impactos que ella genera contribuye al desarrollo local.

El servicio social universitario es una tarea del proceso formativo (S. Pastrana Corral y Z. Matos Columbie, 2019; 2020), tiene su génesis en la relación universidad-sociedad y muchos autores han destacado su importancia pedagógica. La Unidad Regional Norte de la Universidad de Sonora tiene una experiencia en servicio social universitario con una larga data de 30 años, en los cuales ha desarrollado disímiles acciones en ejidos y comunidades vulnerables del municipio, mediante el trabajo de las Brigadas Comunitarias, incluyendo este último año con la pandemia de Covid 19.

Sobre la base de estos antecedentes se decide trazar la estrategia que desde el punto de vista científico-pedagógico facilite una mejor organización del proceso de servicio social en la Unidad Regional Norte, Caborca.

La universidad actual se ve matizada por la frescura que ofrece la ciencia, la técnica y la tecnología para formar profesionales, sin alejarlos de aquellos valores y tradiciones socioculturales que ha caracterizado a la sociedad en cada momento histórico y, sobre todo, acercándolos a la comunidad de donde emergieron y donde regresan una vez graduados. Por estas razones se define como *objetivo* presentar una estrategia socioeducativa del proceso de servicio social universitario en Sonora, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recopilación de la información que se recabó para esta investigación, se realizó mediante un estudio de tipo descriptivo-exploratorio (R. Hernández Sampieri; et al, 2010), se dirigió a la búsqueda de un modelo teórico para organizar metodológicamente el proceso pedagógico de servicio social universitario con los profesionistas en formación de diferentes carreras de la URN-Caborca.

El estudio documental reveló la existencia de una variada literatura científica que aborda la temática, pero no con este enfoque pedagógico, de ahí su obligada consulta y selección para la fundamentación teórica de este tema. Así como sus bases legales que amparan estas actividades (Reglamento de Servicio social. Unison, 2014).

Se realizó un estudio fáctico en la comunidad "Desemboque", de Caborca, Sonora. México, a partir de las experiencias comunitarias e investigativas de los estudiantes de la URN-de la Unison. Se elaboró una guía de observación a actividades formativas del servicio social universitario en la comunidad objeto de estudio (Tabla 1), así como también, una entrevista a miembros de la comunidad (Tabla 2) una entrevista a estudiantes

Si bien el servicio social universitario es una vertiente importante del proceso formativa, las actuales condiciones de las comunidades a raíz de los disímiles problemas que presentan, exigen de transformación que impacte desde la ciencia a partir de la contextualización geográfica y las características físico-geográficas, medioambientales, socioeconómicas y culturales de ellas. (S. Pastrana Corral y Z. Matos Columbié, 2019)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos a la guía de observación a actividades formativas del servicio social universitario en la comunidad. La Actividad observada: juego de roles con los niños; conversatorio con las madres y mujeres emprendedoras

Sobre la base de los resultados obtenidos se dio paso a la configuración de la estrategia se asumen las concepciones de A. Valle Lima (2012: 312) quien señala que "(...) *la estrategia es un conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas, que partiendo de un estado inicial (dado por el diagnóstico).* La elaboración de la estrategia socioeducativa tendrá diferentes momentos entre los que se distinguieron:

1-. *Búsqueda de los referentes teóricos que sustentan el servicio social universitario en la actualidad.* Están configurados de manera que parten de aspectos filosóficos, sociológicos, psicológicos y pedagógicos asumidas y sistematizadas para el proceso pedagógico de servicio social.

2-. *Diseño general de la metodología de investigación para caracterizar el objeto de estudio.* Ello incluye: el momento inicial, que contempla el diagnóstico del estado actual del servicio social universitario. Debe desembocar en la determinación de un Banco de Problemas que facilitará diseñar la estrategia socioeducativa. El momento final, es decir la validación, se realiza primero mediante la

Tabla 1. los resultados obtenidos a la guía de observación a actividades formativas del servicio social universitario en la comunidad

Aspectos observados	Participantes	Calidad del trabajo
1-. Duración de la actividad	25	Buena. Se relacionan con los niños, adolescentes, jóvenes en las 4 horas que dura la actividad un domingo
2- Dominio del contenido de la actividad a realizar	1 profesor 25 estudiantes	Buena. Primeramente se organizan para recibir orientaciones método-lógicas concretas sobre contenidos y formas de lo que se debe hacer
3-. Orientaciones del profesor	1 profesor	Buena. Explica, orienta, dirige y controla el proceso de inicio a fin. Demuestra qué y cómo hacer.
4-. Trabajo individual y en equipo	25 estudiantes	Regular. Hay tendencia al trabajo individualizado,
5-. Implicación de los miembros de la comunidad	15 niños 10 adolescentes 8 madres	Regular. No todos se implican en la actividad, muchos permanecen aún como observadores. Destacan las mujeres emprendedoras, otros líderes comunitarios

Tabla 2. Se muestran los Resultados de la entrevista a los miembros de la comunidad

Aspectos	Resultados
1-. Valoración de la necesidad del trabajo de los estudiantes en la comunidad Desemboque	Fueron entrevistados 35 sujetos que representa el 100 %. Consideraron que los estudiantes realizan un buen trabajo en su comunidad. Que es muy necesario para ayudarlos en disímiles acciones comunitarias que requieren asesoría y ayuda, destacando: salud, educación general y sexualidad; emprendedorismo, negocios, entre otras
II-. Necesidades ms sentidas de la comunidad.	El 100% se considera insatisfecho referente a sus necesidades: Materiales: 35 -100%. Se destacan las relacionadas con condiciones materiales de vivienda y para desarrollar su trabajo. Carencia de un médico en la comunidad. Inseguridad ciudadana
III-. Principales sugerencias	100% ayudar a la comunidad en el trabajo que vienen haciendo con las Mujeres Emprendedoras, el Festival del Marisco. Ayudar a la escuela, al maestro, los niños. Seguir haciendo actividades de conversatorios, socioculturales.

determinación del tipo de intervención comunitaria que se realizará y los métodos mediante los cuales será validada (pre experimento; estudio de casos colectivos, método etnográfico, etnometodológico, otros).

3-. *Elaboración de la estrategia socioeducativa propiamente dicha, a partir de la ciencia.* Se toma en consideración que

esta *estrategia socioeducativa* contiene acciones secuenciales e interrelacionadas para el accionar en diferentes áreas clave de desarrollo local como son: Educación medioambiental; Educación integral; Educación familiar; Educación en valores y ciudadana, Educación para la sexualidad y el rol de género y; la educación sociocultural. En sentido general se ofrece la esencia de los diferentes componentes:

Misión: contribuir al perfeccionamiento del servicio social comunitario para el desarrollo social sostenible de comunidad costera Desemboque en Caborca, Sonora, México.

Objetivo general. Perfeccionar el proceso pedagógico de servicio social universitario de los estudiantes para incidir en la transformación de la comunidad como expresión de su desarrollo social sostenible.

Tabla 3. Objetivos específicos por plazos

Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Caracterizar a los profesores y estudiantes que participan en el proceso de servicio social	Propiciar la preparación de los estudiantes para el diagnóstico e intervención comunitaria	Perfeccionar el desempeño preprofesional de estudiantes sobre la base de la actualización y profundización en los conocimientos-habilidades-valores de servicio social universitario.
Diagnosticar integralmente las comunidades	Superación de forma diferenciada	
Desarrollar actividades metodológicas que contribuyan al tratamiento de los contenidos de servicio social comunitario en las Brigadas Multidisciplinarias estudiantiles y colectivos pedagógicos	Diseñar la estrategia socioeducativa de servicio social a partir de los resultados del diagnóstico con la participación de todos los implicados. Implementar la estrategia a partir de la planificación realizada	Contribuir a la transformación y la mejora de las comunidades en las áreas clave determinadas para incidir en el desarrollo local
Superar a los profesores		
Capacitar a los líderes comunitarios		

Acciones e instrumentación metodológica por etapas

El sistema de acciones está estructurado de la siguiente manera: Etapas, con sus respectivos contenidos hacia su interior.

Las actividades, e instrumentación metodológica para aplicarlas en cada una de sus etapas y las Formas de evaluación), en las que se refleja la estructura y funcionamiento de manera ordenada para cumplir con la finalidad para la que fueron creadas. (S. Pastrana Corral; et al. 2020).

Tabla 4. Etapa 1. Diagnóstico inicial

Acciones	Instrumentación metodológica	Evaluación
1-. Caracterizar el estado actual de preparación del colectivo pedagógico para dirigir el proceso de servicio social comunitario	Se debe comenzar por la determinación del estado actual de preparación teórico-metodológica que posee el colectivo pedagógico para desarrollar acciones de servicio social comunitario con los estudiantes de las Brigadas Multidisciplinarias mediante la aplicación de los métodos que permiten evaluar la acción y están descritos. Derivado de lo anterior se da paso al desarrollo algunas acciones metodológicas de preparación teórico-metodológica con los profesores del colectivo pedagógico que se insertarán en las acciones de servicio social.	Mediante Instrumentos investigativos tales como: Entrevistas, Encuestas, Grupos focales, observación participante
2. Caracterizar la preparación de los estudiantes en servicio social comunitario	Es muy necesario determinar el estado actual de preparación que poseen los estudiantes para desarrollar acciones de servicio social comunitario mediante las Brigadas Multi-disciplinarias. Esta acción se realizará mediante la aplicación de diferentes instrumentos investigativos tales como: Entrevistas, Encuestas, Grupos focales, observación participante.	Mediante diferentes instrumentos tales como: Entrevistas, Encuestas, Grupos focales, observación participante
3. Caracterizar las comunidades	Primeramente, se determina la comunidad donde se va a intervenir. Luego se determinan las variables a estudiar mediante el proceso de operacionalización y parametrización. mediante la aplicación de métodos tales como Entrevista, Encuesta, Análisis de documentos, Método cartográfico, Grupos focales, Estadística descriptiva, observación participante. Se elabora un informe final que contenga información que demuestre el estado actual de la comunidad y revele las regularidades que las caracterizan.	Método etnográfico Entrevista Encuesta Análisis de documentos Método cartográfico Grupos focales Estadística descriptiva,

Tabla 5. Etapa II-. Planeación

Acciones	Instrumentación metodológica	Evaluación																					
1. Determinar las áreas clave de incidencia en las comunidades	1. Según la caracterización las áreas clave en que se incidirán son: educación higiénico-sanitaria; educación ambiental, educación para la sexualidad y el rol de género, educación formal, educación de la personalidad de niños y adolescentes; vínculo escuela-familia-comunidad; educación socio-cultural (cultura, deporte, recreación tradicionales),	Mediante diferentes Entrevistas, Encuestas, Grupos focales																					
2. Diseñar el plan de acciones ordenado en un plan de trabajo	<p>Ha de cuidarse que contemple los siguientes componentes.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Área clave</th> <th>Acciones</th> <th>Objetivo</th> <th>Metodología</th> <th>Fecha</th> <th>Responsable</th> <th>Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>De lo que se trata es que cada acción sea diseñada de manera que cumpla los estándares necesarios para el proceso formativo del profesional y se vayan desarrollando habilidades para la planeación estratégica de intervención comunitaria mediante el servicio social, se sugiere que se trabaje por equipo, por ejemplo, un equipo para cada área clave, al frente un profesor que dirija el proceso. Bajo ningún concepto se planea acción alguna si no hay participación de los líderes y miembros de la comunidad.</p>	Área clave	Acciones	Objetivo	Metodología	Fecha	Responsable	Evaluación															Mediante diferentes instrumentos investigativos tales como: Entrevistas, Encuestas, Grupos focales, observación participante
Área clave	Acciones	Objetivo	Metodología	Fecha	Responsable	Evaluación																	

Tabla 6. Etapa III. Ejecución

Acciones	Instrumentación metodológica	Evaluación
1. Garantizar las condiciones organizativas y materiales necesarias para implementar el plan de acción y su sostenibilidad	Es necesario que estén garantizadas las condiciones materiales necesarias para el traslado de los estudiantes a las comunidades, así como las condiciones que necesiten para desempeñarse en el servicio social comunitario. Cuando se establezcan vínculos con otras organizaciones, organismos, empresas que participen o colaboren con el desarrollo de las acciones diseñadas deben estar previamente colegiadas y no deben apartarse de los objetivos formativos que asume el servicio social comunitario.	Entrevista Análisis de documentos Observación participante
2. Ejecutar el plan de acción	Se ejecuta o desarrolla el plan de acción determinada para cada área. Es muy importante atribuir responsabilidades individuales y grupales, pero otorgando una evaluación cualitativa a las mismas. Es necesario que cada equipo lleve un Registro de Sistematización donde recoja las principales incidencias tanto positivas como negativas, y al final de cada acción desarrollada se impone un taller de debate científico para socializar, intercambiar y otorgar una evaluación	Entrevista Análisis de documentos Observación participante Registro de sistematización
3. Elaboración del informe final del trabajo realizado	Al terminar el semestre se rendirá un informe final por parte de los estudiantes que participaron en el servicio social comunitario de cada comunidad. Puede concretarse una matriz FODA final. Deben establecerse las comparaciones entre el estado inicial y final, así como el desempeño de cada estudiante en este proceso. Sería un buen momento para proyectar las ponencias y trabajos que se presentaran en los foros de servicio social u otros eventos donde se aborden temáticas sociales y comunitarias.	Entrevista Análisis de documentos Observación Encuesta Registro de sistematización
4-. Diseño de la introducción y socialización de resultados	Con los profesores: Reunión metodológica final para valorar el trabajo realizado y establecer desde el punto de vista pedagógico el plan de mejoras necesario para la reingeniería del plan de acciones que deberá aplicarse nuevamente. Con los estudiantes: Una jornada científica, un Foro, un Evento que permita mediante el trabajo en equipo socializar los resultados, para lo cual deberá invitarse a líderes y miembros de la comunidad, donde se relaten las experiencias y se ofrezca la estrategia pedagógica para llegar a contribución y transformación comunitaria	Registro de sistematización Entrevista Análisis de documentos Análisis de los productos de la actividad.

La evaluación de la **estrategia socioeducativa** no se realiza al final de la misma, sino, que se prevé en cada una de las acciones con métodos específicos, de manera que pueda garantizarse también la retroalimentación del sistema, como vía a su vez de buscar la sostenibilidad de las acciones determinadas.

Tabla 7. Etapa IV. Evaluación.

Acciones	Instrumentación metodológica	Evaluación
1 Aplicar la estrategia de validación diseñada	Utilización del sistema de dimensiones e indicadores que se determinaron en el diagnóstico inicial. Elaborar un resumen. Proponer el plan de mejoras a cada acción, remodelarla, retroalimentarla especificar donde debe incidirse en el nuevo ciclo. Divulgar los resultados mediante diferentes vías: los medios de información, redes sociales, publicaciones de artículos científicos, elaboración de ponencias para presentarlas en eventos científicos de diferente naturaleza.	Registro de sistematización Entrevistas Encuestas Análisis de documento

Tabla 8. Algunas acciones desarrolladas en las comunidades tomadas como muestra Ejido El Coyote y Desemboque

Área clave	Comunidad "Ejido el Coyote"	"Desemboque"
Educación socio-cultural	Mediante actividades lúdicas se les enseña a las niñas y niños la convivencia libre de violencia, basado en los valores y los derechos humanos, hacemos hincapié que toda relación parte del respeto, asimismo, se trabaja con expresiones artísticas como el baile.	Desarrollo de variadas actividades con niños, adolescentes, jóvenes y adultos, entre los que destacan: juegos de futbeis Desarrollo del Festival del Marisco
Educación para la salud, la sexualidad y el rol de género	Pláticas integrales, con la participación de toda la familia, sobre todo con la presencia de la madre de los niños y niñas que acuden a las pláticas. Entre las pláticas están, la Prevención del Cáncer cervicouterino y de mama, prevención de embarazos no deseados en adolescentes, prevención de consumo de drogas.	Se desarrollarlo 3 acciones de higienización de la comunidad. Se ofrecieron 2 conferencias sobre la necesidad de la higienización para mantener la salud y prevenir enfermedades. Se realizaron conversatorios con las jóvenes y las mujeres adultas sobre rol de género, maternidad responsable, enfrentamiento a la violencia doméstica
Educación ambiental	Como parte del cuidado del medio ambiente y el amor por la tierra madre, se les enseñó a cultivar sus propias hortalizas mediante un huerto comunitario de los propios niños y niñas que estuvieron al cuidado de la siembra y su debida cosecha, manteniendo los espacios limpios.	Se ofrecieron dos talleres sobre la necesidad de protección del medio ambiente. Se valoró la situación de la playa aquejada por desechos de plástico, basura, restos de petróleo y aceites que desprenden los carros que se estacionan en la duna
Desarrollo comunitario	Se identifica las potencialidades para incidir en el desarrollo local, mediante entrevistas y conversatorios sobre las necesidades propias de la comunidad, aquí es de suma importancia la detección de los líderes educativos, Se ha proyectado la necesidad de una estancia infantil, ya que la mayoría de las mujeres trabajan en el campo al igual que sus parejas, las que lo tienen, quedando los niños en casas de amistades u otro familiar, sin las condiciones apropiadas.	De conjunto con la Empresa Minera "", se recibió una donación de mesas que se ofrecieron a las mujeres para desarrollar su trabajo de limpieza de los productos de la pesca, y que sirven también para ofrecer su arte culinario a los comensales.

CONCLUSIONES

El servicio social es una tarea del proceso formativo de los universitarios, que pone a relieve la relación universidad-sociedad y facilita la formación de valores éticos tales como: humanismo, responsabilidad, pertinencia. La posibilidad de emprender un trabajo comunitario con eficiencia depende en gran medida de la capacitación que tengan las personas que lo emprendan, esto facilitaría la aplicación de una estrategia socioeducativa que promueva la sensibilización de los implicados y un mayor nivel de compromiso con el servicio social comunitario.

La estrategia socioeducativa parte de concepciones pedagógicas innovadoras tona con las actuales exigencias del servicio social y su intervencionalidad con los objetivos del Milenio de la Agenda 2030. El trabajo desplegado en la comunidad "Desemboque" mostraron la pertinencia de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEANUEVA FERNÁNDEZ, I., Y BENAVIDES VELASCO, C. Á. 2012. La dimensión social de la educación superior: universidades socialmente responsables. Boletín económico de ICE, 30 (24), pp.51-58.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI R.; ET AL. 2010. Metodología de la Investigación. México. Editorial Mc Grill Education. 6^a Edición.
- MARTÍNEZ DE CARRASQUERO, C. 2008. La responsabilidad social universitaria como estrategia de vinculación con su entorno social. Frónesis: Revista de Filosofía Jurídica, Social y Política, 15(3), pp.81-103.
- MATOS COLUMBIÉ, Z. 2003. Modelo pedagógico para la orientación profesional en el preuniversitario. Tesis de Doctorado. Universidad de Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba
- PASTRANA CORRAL, S. A., Y LÓPEZ BAÑUELOS, I. 2010. El servicio social en México: ¿evocación histórica o necesidad en la formación integral para ser pertinentes? Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- PASTRANA CORRAL, S. A y Z. MATOS COLUMBIE. 2019. El desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes para realizar el servicio social universitario. Revista Electrónica Edusol. Pp: 300-311. Universidad de Guantánamo, Cuba. Recuperado de <http://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/issue/view/72>
- PASTRANA CORRAL, S. A; et AL. 2020. El servicio social en la formación universitaria. Recuperado de <https://www.morebooks.de/store/es/book/el-servicio-social-en-la-formaci-universitaria/isbn/978-620-0-42594-2>
- PASTRANA CORRAL, SUSANA ANGÉLICA; MATOS COLUMBIÉ, ZULEMA Y GRAJEDA GRAJEDA, REBECA PATRICIA. 2020. Retos pedagógicos y estrategias del

- servicio social universitario en el contexto comunitario ante la pandemia Covid 19. Ponencia. 37 congreso nacional y 11 congreso internacional de servicio social y voluntariado y IV coloquio Iberoamericano sobre voluntariado universitario. Puebla. México
- REGLAMENTO DE SERVICIO SOCIAL. 2014. Universidad de Sonora. Recuperado de <https://serviciosocial.uson.mx/>
- VALLAEYS F. (2007) “La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización”. Revista Iberoamericana de Educación Superior E-ISSN: 2007-2872. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de México. En línea: <https://www.redalyc.org/pdf/2991/299129977006.pdf>
- VALLE, ALBERTO. 2012. La investigación pedagógica. Otra mirada. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Universidad de Sonora
campus Hermosillo

Volumen 15 No. 2 (Mayo-Agosto) 2020: 24-29

INVURNUS

"En busca del conocimiento"

INVESTIGACIÓN

Control biológico de compuestos bioactivos a partir de hongos endófitos contra plagas de insectos

Ortega-Enriquez, Judith Zullim*

* Universidad de Sonora, campus Hermosillo.

Resumen

En el artículo se presenta una revisión bibliográfica sobre las investigaciones que se han realizado en el tema de hongos endófitos para el combate de insectos de plaga. Los hongos endófitos habitan dentro de la planta sin causarle daño alguno. La relación que tiene la planta con el hongo es de suma importancia, ya que el hongo es capaz de producir compuestos bioactivos que le confieren protección a su hospedera frente al ataque de patógenos e insectos de plagas, además les concede tolerancia frente a las sequías, incrementa la biomasa de la planta, entre otros beneficios. En los últimos años para el control de plagas, se han utilizado microorganismos como bacterias, nematodos, hongos y virus en función del control biológico debido a su efectividad y su menor daño al medio ambiente, reduciéndose así el uso de productos químicos como son los insecticidas. En el control de insectos de plagas se utilizan los hongos entomopatógenos, gracias a que estos son capaces de causarle enfermedad al insecto y causar posteriormente su muerte.

Palabras clave: Endófito, compuestos bioactivos, control biológico

Biological control of bioactive compounds from endophytic fungi against insect pests

Abstract

This article presents a bibliographic review on the investigations that have been carried out on the subject of endophytic fungi for the combat of plague insects. Endophytic fungi inhabit the plant without causing any damage. The relationship between the plant and the fungus is of utmost importance, since the fungus is capable of producing bioactive compounds that confer protection to its host against pathogens and pest insects attacks, it grants the plant tolerance against droughts, increases the biomass of the plant, among other benefits. In recent years for pest control, microorganisms such as bacteria, fungi, nematode and viruses have been used as a function of biological control due to their effectiveness and less damage to the environment than chemical products. Entomopathogenic fungi are used in the control of pest insects, since they are capable of causing disease to the insect and subsequently causing its death.

Keywords: Endophyte, bioactive compounds, biological control.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de todas las plantas vasculares estudiadas a la fecha presentan organismos endófitos asociados; la planta provee al microorganismo alimento, hospedaje y protección. Los hongos endófitos se definen como microorganismos que pasan la mayor parte o todo su ciclo de vida colonizando los tejidos de la planta hospedera, sin causar un daño evidente (Sánchez y Col. 2013).

Estudios realizados por Sánchez y col. (2013) demuestran la enorme capacidad que tienen los hongos endófitos para producir compuestos bioactivos que le confieren protección a su hospedera contra el ataque de patógenos y herbívoros, estos compuestos bioactivos se definen como componentes de los alimentos que influyen en las actividades celulares y fisiológicas, obteniendo tras su ingesta, un efecto beneficioso para la salud. Desde el punto de vista químico estos compuestos son de origen diverso y actúan a través de diferentes mecanismos de acción, existiendo así carotenoides, polifenoles, terpenos, compuestos organosulfurados, saponinas, etc., los cuales están en estudio para la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón, entre otras (De Muñoz-Victoria, 2015).

Vega (2017) refiere que una plaga es cualquier agente biótico que interfiere de forma perjudicial y con carácter agresivo en el desarrollo normal de un cultivo agrícola o forestal causando pérdidas a nivel económico. Por su importancia destacan los insectos y ácaros, específicamente esta revisión se enfocará en los insectos de plaga, los cuales se caracterizan por agrupar animales invertebrados y según su morfología se clasifican en: Masticadores, estos cuentan con dos mandíbulas y un labio como piezas de la boca que les ayudan a romper, masticar o triturar a las plantas, por ejemplo, saltamontes y escarabajos. La otra clasificación son los insectos chupadores, cuyas piezas bucales se adaptan formando una especie de pico, que sirve para perforar la epidermis de la planta, por ejemplo, los dípteros (moscas). Las enfermedades vegetales que estos insectos plaga producen son: pudriciones de raíz, manchas, chancros y tizones (Vega, 2017).

Los hongos entomopatógenos son agentes de control biológico en todo el mundo y han sido objeto de intensa investigación desde hace más de 100 años. La mayoría de las investigaciones con respecto al uso de estos hongos se han centrado en el desarrollo de métodos inundativos, mediante la aplicación masiva con el propósito de que produzcan un efecto inmediato en las poblaciones plaga (Russo, 2017). Cuando las esporas de los hongos entran en contacto con la cutícula de insectos susceptibles, germinan y crecen directamente a través de ella hacia el interior del cuerpo de su hospedero. Por lo tanto, el hongo prolifera a

través del cuerpo del insecto, produce toxinas y consume los nutrientes del insecto, y eventualmente lo destruye. Al inicio de la infección pueden o no observarse síntomas, pero el insecto comienza a perder movilidad y apetito. Al cabo de siete a diez días muere debido a la deficiencia nutricional (Pacheco y col. 2019).

El control de plagas utilizando patógenos, es una rama del control biológico conocida como control microbiano y hace referencia al uso de microorganismos como agentes de control, tales como bacterias, nematodos, virus, y hongos entomopatógenos. Dentro de este grupo de microorganismos, los hongos entomopatógenos son los que han recibido mayor atención por la gran variedad de especies y amplio rango de hospederos (Russo, 2017).

Clasificación de los hongos endófitos

La mayoría de los hongos endófitos pertenecen al *phylum Ascomycota*, aunque también se han encontrado en los *Basidiomycota*, *Zygomycota* y *Oomycota*. Existen dos clasificaciones, la clase 1 son los endófitos clavicipitáceos que se obtienen de algunas gramíneas (plantas herbáceas, las más destacadas cañas de azúcar, trigo, arroz y maíz). Y la clase 2 los endófitos no clavicipitáceos que se recuperan de tejidos asintomáticos de plantas no vasculares, helechos, coníferas y angiospermas (Sánchez y col. 2013). Esta clasificación se explica con más detalle en la Tabla 1.

Beneficios de los hongos endófitos y mecanismo de acción

Los microorganismos endófitos pueden inducir la expresión de genes en las plantas para la producción de metabolitos secundarios en estas o en el medio donde se desarrollan,

Tabla 1. Clases de hongos endófitos.

Criterio	Clavicipitáceos Clase 1	No Clavicipitáceos Clase 2
Tejidos que colonizan	Tallo y rizomas	Tallos, hojas, rizomas, raíces, flores y frutos
Transmisión Función ecológica	Vertical y horizontal Incrementan la biomasa de la planta, confieren tolerancia a la sequía y producen metabolitos secundarios tóxicos para los herbívoros	Vertical y horizontal Incrementan la biomasa de la planta, confieren tolerancia a la sequía y producen metabolitos secundarios tóxicos para los herbívoros. Incrementan la biomasa de la planta, confieren tolerancia al estrés biótico y abiótico, protegen contra hongos patógenos por acción de metabolitos secundarios e inducen resistencia a las enfermedades.

Fuente: Sánchez y col. (2013)

los cuales pueden ser extraídos para diferentes propósitos. Algunos beneficios de los hongos endófitos en sus plantas hospedadoras son: emisión de compuestos antiherbivoría, incremento en la biomasa de la planta y de su productividad, fuente de metabolitos secundarios, acceso a nutrientes limitados en el suelo y tolerancia al estrés abiótico (Aragón y Beltrán, 2018).

Cuando se encuentran frente a un insecto plaga o un patógeno en específico, los endófitos pueden presentar uno o más mecanismos de acción, estos se encuentran relacionados con su capacidad como agentes de control biológico. Estos mecanismos se agrupan en: químicos o indirectos, los cuales se dan por la producción de metabolitos primarios, secundarios, enzimas o por compuestos orgánicos volátiles (VOCs) que limitan e inhiben a un patógeno en específico u otros hongos endófitos competidores. Algunos de los VOCs identificados son: octano, 2-pentilfurano, cariofileno, derivados del naftaleno, entre otros que son producidos por el hongo endófito *Muscodor yucatanensis* aislado de *Bursera simaruba* (Burseraceae) (Sánchez y col. 2013), un árbol nativo de regiones de los estados de Chiapas, Tamaulipas, Veracruz y Tabasco (Figura 1).

El segundo grupo son los mecanismos físicos o directos que se generan por las interacciones de contacto entre hifas y células. Este mecanismo es evidenciado mediante la investigación realizada por Waller y col. (2005), donde demostraron que la resistencia en la cebada (*Hordeum*



Figura 1. Palo Mulato (*Bursera simaruba*).
Fuente: Viveros de biodiversidad Coatepec, Veracruz.

vulgare, Poaceae) al ataque de microorganismos patógenos es debida a la colonización de las raíces por el endófito *Piriformospora indica*. Los efectos positivos observados están relacionados con la inducción de niveles más altos del antioxidante ascorbato, presente en las raíces y mediado por acción del endófito *P. indica*. Este antioxidante puede proteger a la hospedadora de la muerte celular (Sánchez y col. 2013) (Figura 2).

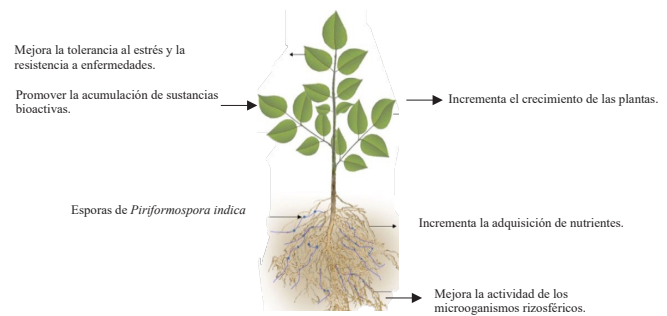


Figura 2. Efectos positivos de *Piriformospora indica* en plantas.
Fuente: Yang y col. (2020)

Metabolitos secundarios derivados de hongos endófitos y su aplicación.

Los compuestos de origen fúngico comprenden una gran variedad de sustancias químicas de diversa complejidad y con estructuras muy variadas, dando lugar a un amplio rango de actividades biológicas. Por ejemplo, existen los alcaloides lolina y sus derivados, que comprenden una familia de compuestos pirrolizidínicos, estos han sido aislados de los hongos *Epichloë* sp., endófitos simbiotes de los pastos *Lolium cuneatum*, *Lolium temulentum* y *Festuca arundinacea* (Poaceae) Sánchez y col. (2013). (Figura 3).

Existen también los alcaloides del ergot tipo ergotamina (Figura 4) y ergopeptina que son potentes toxinas que se encuentran en el centeno y trigo, que constituyen metabolitos secundarios biológicamente activos exclusivos de hongos endófitos clavicipitáceos (clase 1) (Aragón y Beltrán 2018). Estos alcaloides del ergot poseen el anillo tetracíclico ergolina del que deriva el ácido lisérgico. De éste derivan amidas simples y alcaloides peptídicos (Fabbiani y col. 2017).

Gracias a investigaciones realizadas se encuentran reportados compuestos de origen policétido, donde muchos consisten en diversos compuestos aromáticos como bencenos, naftalenos, antracenos, piranos, furanos y benzofuranos (Aragón y Beltrán, 2018).

Los hongos endófitos también producen metabolitos secundarios con estructuras terpénicas. Los chokoles A-K son compuestos que presentan un esqueleto monoterpénico

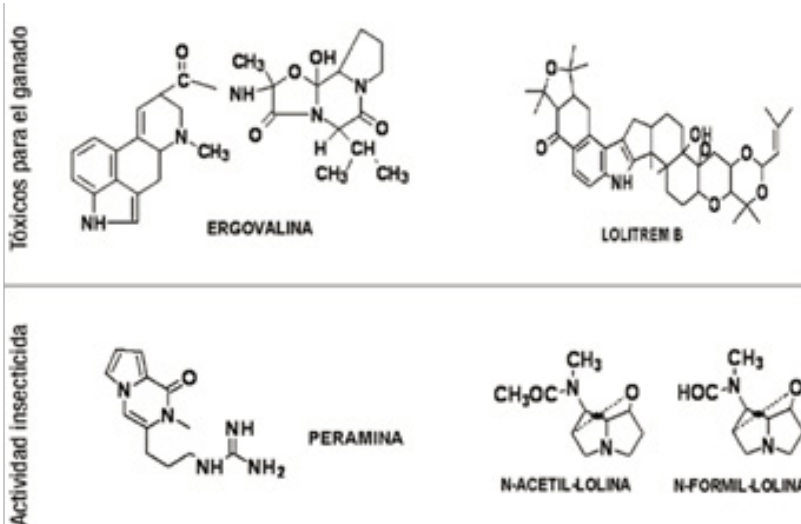


Figura 3. Hongo endófito *Epichloë* y estructuras de alcaloides encontrados en gramíneas infectadas por endófitos *Epichloë*. Fuente: Vázquez y col. (2015).

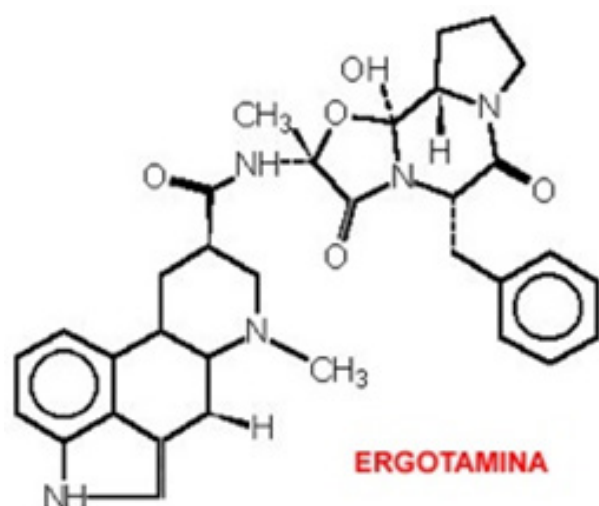


Figura 4. Ergotamina: Alcaloide peptídico, derivada del cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea*). Fuente: Fabbiani y col. (2017).

de ciclofarnesano. El guanacastano tiene un esqueleto base tricíclico de los compuestos denominados guanacastepenos (Figura 5), ambos compuestos son exclusivos de hongos endófitos, donde su actividad biológica es antibacterial contra *S. aureus* y *Enterococcus faecium* (Sánchez y col. 2013).

Algunos de estos compuestos son antibióticos con propiedades antifúngicas, antibacteriales e insecticidas, los cuales pueden inhibir eficazmente el desarrollo de otros microorganismos. Estas propiedades hacen que la bioprospección de microorganismos endófitos haya tomado fuerza en los últimos años, dado su potencial de manejo dual de insectos plaga y de enfermedades, así como los diferentes mecanismos de acción que permiten obtener

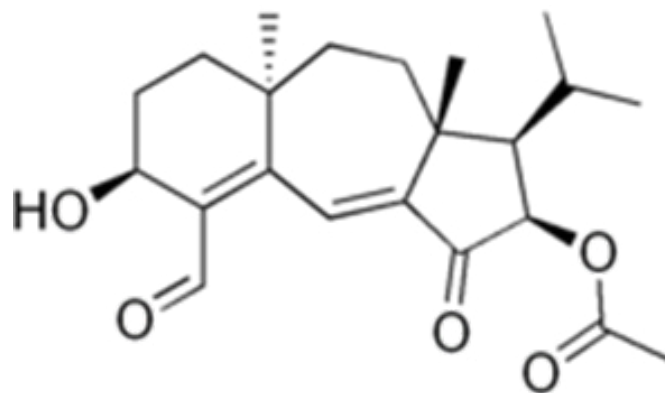


Figura 5. Estructura de guanacastepeno. Fuente: Sánchez y col. (2013).

plantas con mayor producción de biomasa gracias a la promoción de crecimiento que confieren algunos de estos microorganismos (Sánchez y col. 2013).

Asociada a la diversidad estructural de los metabolitos secundarios biosintetizados a partir de hongos endófitos, proviene su diversidad funcional y aplicación, se manifiesta sobretodo en la fabricación de antibióticos, vitaminas y hormonas (López-Gresa, 2008). Un ejemplo claro esta representado por el taxol, un diterpeno aislado del Tejo del Pacífico (*Taxus brevifolia*, *Taxaceae*) que es utilizado en el tratamiento de cáncer de ovario, de mama, pulmón, próstata e hígado. Este compuesto sirve también como una medida de protección o mecanismo de defensa de la planta de tipo fungicida contra el ataque de hongos ficomicetos tales como *Pythium* y *Phytophthora*, los cuales causan grandes problemas en las raíces de algunas especies de plantas y compiten con los hongos endófitos por el mismo nicho ecológico (Barrales-Cureño, 2017).

Control biológico de insectos de plaga

El control biológico es un método de control de plagas racional y amigable al medio ambiente. Este depende en gran medida de las condiciones climáticas, etapa fenológica del cultivo y de la interacción entre las plagas y el hospedero (Hernández-Trejo y col. 2019).

En el caso de los metabolitos tóxicos producidos por hongos endófitos se encuentran los emitidos por *Epicloë* spp. y *Neotyphodium* spp, los cuales, cuando colonizan pasturas de importancia agronómica, contribuyen en la reducción de poblaciones de insectos asociados, mejorando así la aptitud ecológica de la planta y reduciendo la del insecto. Uno de los compuestos producidos por el hongo *Epicloë*, es la pernamina, actúa como un disuasivo de insectos, por lo tanto, las plantas inoculadas con este hongo cuentan con una protección frente a la herbivoría (Aragón y Beltrán, 2018).

Entre los hongos entomopatógenos, más estudiados se encuentran *Metarhizium* spp., *Lecanicillium* spp., *Isaria* spp., *Sporothrix* spp., *Hirsutella* spp., *Aschersonia* spp., *Paecilomyces* spp., *Tolypocladium* spp., *Nomuraea* spp. y *B. bassiana* cada uno de los cuales produce una serie de metabolitos secundarios que presentan amplia variedad de actividades biológicas contra mamíferos, insectos, microorganismos y células vegetales (Aragón y Beltrán, 2018). *Beauveria bassiana* es considerado uno de los hongos entomopatógenos más empleados para el manejo de poblaciones de insectos plaga, estudios recientes han demostrado la aplicación que tiene este hongo en las plantas de alfalfa, tomate y melón que conducen a una colonización endófito transitoria de los tejidos de las plantas tratadas. Este endofitismo causa un incremento en las tasas de mortalidad de las larvas del gusano soldado Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*). Al evaluar las mismas cepas de *B. bassiana* en hojas de plantas de melón, se observó una mortalidad adicional en ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Garrido-Jurado y col. 2017).

En un estudio realizado por Berlanga y col. (2018) en huertas comerciales de cítricos en zonas urbanas del estado de Colima, México, se realizó la búsqueda de hongos entomopatógenos como fuentes de control biológico contra el insecto psílido asiático (*Diaphorina citri*) cuya mayor importancia radica en ser transmisor de bacterias del género *Candidatus*, causantes del Huanglongbing. Se aislaron 30 cepas de hongos del orden Hypocreales: *Hirsutella citrifomis*, *Isaria javanica*, *Beauveria bassiana* y *Simplicillium lanosoniveum*.

El suelo es el hábitat para una gran diversidad de microorganismos y muchos de estos poseen la particularidad

de ser agentes naturales contra plagas y enfermedades que atacan a los cultivos. Esto se demostró en una investigación que se realizó por Huerta (2019) en el municipio de Epitacio Huerta, Michoacán, donde se colocaron larvas de polilla de la cera (*Galleria mellonella*) en 5 suelos donde normalmente se cultiva maíz, para el trampeo de los hongos entomopatógenos y se encontró la presencia de *Beauveria* sp. y *Metarhizium* sp, demostrando así el control biológico que ejercen estos hongos contra los insectos de plaga:

En el cultivo del café, *Monalonion velezangeli* se conoce como "La chinche de la chamusquina del café". El insecto ataca los brotes nuevos de las plantas y necrosa los tejidos cuando se alimenta, el ataque induce a la planta a una producción continua de follaje y escasa formación de producto, como consecuencia disminuye de tamaño repercutiendo en la reducción de las floraciones. Las plantas cercanas por este insecto, presenta retrasos en su crecimiento, reducción en la productividad debido al desequilibrio que tiene como respuesta al daño. Debido a esto se realizó una investigación en Colombia, por Góngora y col. (2020) donde se evaluó la actividad del hongo *Beauveria bassiana* contra las plagas del insecto en cultivos de café. Para evaluar el efecto del hongo en condiciones controladas, se sembraron plantas de *C. verticillata* en materos y luego de cuatro meses de su establecimiento, se infestaron con ninfas (insectos inmaduros) y adultos de *M. velezangeli*. Los individuos de *M. velezangelise* se recolectaron en campo sobre plantas de café, posteriormente se aplicó la solución de *B. bassiana* a cierta concentración, demostrando que la cepa de este hongo es patogénica y altamente virulenta sobre *M. velezangeli* (Góngora y col. 2020). (Figura 6).



Figura 6. Individuos de *Monalonion velezangeli* infectados con *Beauveria bassiana* cepa B. A) Ninfa. B) Adulto. Fuente (Góngora y col. 2020).

CONCLUSIONES

Los hongos representan un papel muy importante en el control biológico ya que de esta manera se evita la utilización de insecticidas. Con los ejemplos presentados en la presente revisión de diferentes compuestos bioactivos a partir de hongos endófitos, se evidencia su importancia en