



Vinculación Universidad-sociedad durante los estudios de investigación del Proyecto BIOREM: “Biorremediación de Sitios contaminados”

© Copyright 2019. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)
Todos los derechos reservados

Progress of the Sustainable Development Goals (SDGs) at Universities: UNAN-Managua case

Maybis López Hernández

Especialista en análisis de laboratorio
<https://orcid.org/0000-0002-4523-3129>
mlopezh@unan.edu.ni

Martha Lacayo Romero

Directora
<https://orci.org/0000-0002-6918-7796>
mlacayor@unan.edu.ni

Anielka Dávila López

Responsable de Laboratorio de Físico-química
<https://orcid.org/0000-0001-5033-4955>
adavila@unan.edu.ni

Fecha de recibido: 13/11/2019

Fecha de dictaminado: 22/11/2019

Resumen

El Laboratorio de Biotecnología, a través del proyecto BIOREM “Biorremediación de Sitios Contaminados” trabajó de la mano con la sociedad durante todo el desarrollo de los estudios de investigación, la Universidad aportó conocimientos científicos, analíticos y prácticos. El proyecto de investigación fue realizado en la zona minera de Santo Domingo y la Libertad, Chontales, donde la actividad minera artesanal se ha incrementado y ha venido deteriorando la calidad de los suelos y agua, sumado a esto la exposición directa a metales tóxicos como el mercurio que es utilizado en el proceso de extracción del oro mediante la amalgamación oro-mercurio. Durante la ejecución del proyecto BIOREM se realizaron diferentes actividades de interacción universidad-sociedad, tales como reuniones con las alcaldías de Santo Domingo y la Libertad, visitas al personal que trabaja en las rastras donde se extrae el oro, capacitaciones a dueños de rastras y trabajadores mineros sobre la protección adecuada durante el proceso de manipulación del mercurio y contaminación ambiental; además,

se capacitó a estudiantes de grado mediante su inclusión en los procesos experimentales, generando dos (2) tesis para optar al título de Licenciatura en Biología en la UNAN-Managua y dos (2) tesis para optar al título de Ingeniería en Calidad Ambiental de la UCA. La vinculación universidad-sociedad en el proyecto BIOREM fue exitoso puesto que se logró el acercamiento con el gremio minero artesanal, así como, la transferencia y adquisición de conocimientos teóricos y prácticos.

Palabras claves

Vinculación, alcaldía, capacitaciones, mineros, BIOREM.

Abstract

The Biotechnology Laboratory through the BIOREM project “Bioremediation of Contaminated Sites” linked the university with society throughout the development of research studies, where the university provided scientific, analytical and practical knowledge.

The research project was carried out in the mining area of Santo Domingo y la Libertad, Chontales, where mining activity has increased and has been deteriorating the quality of soils and water, added to this the effect of direct exposure to toxic metals such as mercury used in the gold extraction process through gold-mercury amalgamation. Different university-society interaction activities were carried out, such as meetings with representatives of the mayors of Santo Domingo and La Libertad, visits to the Rastras where gold is extracted, Rastras owners and mining workers on adequate protection during the process of mercury handling and environmental pollution; Also, postgraduate and graduate students were trained through their inclusion in the experimental processes, generating two (2) theses to opt for the Bachelor's Degree in Biology at UNAN-MANAGUA and two (2) theses to qualify for the Engineering degree in Environmental Quality of the UCA. The university-society link-up in the BIOREM project was successful since the approach with the artisanal mining was achieved, as well as the transfer and acquisition of theoretical and practical knowledge.

Keywords

Linking, mayor, training, miners, BIOREM

Introducción

La vinculación de la Universidad con la sociedad consiste en el conjunto de acciones y procesos académicos ejecutados por el personal de las unidades universitarias en conjunción con sectores externos a la Universidad, como el Estado, los gobiernos locales, los sectores productivos y la sociedad civil, orientados a resolver problemas y ejecutar programas y proyectos que tengan impactos positivos en la nación o en la esfera global (Padilla Merlin Ivania, Andino Janice, 2017). La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN-Managua a través del Laboratorio de Biotecnología ha venido trabajando en torno a la colaboración y vinculación con la sociedad en diferentes ámbitos y necesidades mediante proyectos de investigación, capacitaciones, talleres, entre otros.

Durante el desarrollo del Proyecto BIOREM - Biorremediación de sitios contaminados: Investigación y Educación, el Laboratorio de Biotecnología realizó diferentes estudios de investigación en la zona minera de Santo Domingo y La Libertad, municipios del departamento de Chontales, con el propósito

de evaluar el grado de contaminación y buscar una alternativa biotecnológica viable que pudiera disminuir la concentración de los contaminantes en los sitios estudiados. Para este fin se integró la sociedad mediante fuentes de intercambio de aprendizajes teórico-prácticos entre los investigadores del Laboratorio, estudiantes y distintos sectores involucrados, entre ellos, la alcaldía y trabajadores de las mineras artesanales.

El intercambio de experiencias y conocimientos entre Universidad-Sociedad fue posible gracias a las buenas relaciones entre la UNAN-Managua, Universidad Centroamericana (UCA) y gobiernos locales. La ejecución del proyecto fue llevada a cabo por el Instituto de Geología y Geofísica (IGG-CIGEO) y el Laboratorio de Biotecnología de la UNAN-Managua, con la colaboración de las alcaldías de los municipios de Santo Domingo y La Libertad y la participación de docentes y estudiantes de la UCA y la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la UNAN-Managua.

El proyecto permitió crear espacios de aprendizajes entre docentes investigadores, estudiantes, pobladores, mineros artesanales y autoridades locales para la transferencia de conocimientos científicos, técnicos y empíricos, todos dirigidos a la necesidad de conocer más acerca de la contaminación de los sitios por minería y las fuentes de contaminación que podrían provocar el deterioro de los suelos y aguas de la zona minera.

Esta integración permitió la creación de antecedentes a través de la generación de información científica de la zona de estudio, la diversificación las formas de difusión del conocimiento y el fortalecimiento del quehacer del Laboratorio de Biotecnología.

Antecedentes

La UNAN-Managua dentro de su misión promueve programas de extensión y proyección social, esto ha motivado a crear espacios de vinculación entre universidad-sociedad en los proyectos de investigación (UNAN-Managua, 2017).

En el 2016 Máximo Andrés Rodríguez Pérez estudiante de doctorado de la universidad del Zulia de la República Bolivariana de Venezuela, realizó su tesis doctoral bajo

el nombre de "Políticas y estrategias para la vinculación Universidad- Empresa-Estado aplicables en Nicaragua" donde expresa explícitamente que la UNAN-Managua

tiene una conciencia de la necesidad de la vinculación y está teóricamente definida y plasmado en los documentos oficiales, ahora queda impulsar esta política hasta hacerla realidad para que genere los cambios esperados. (Rodríguez Pérez M., 2016).

En el 2017 Docentes de la Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa de la UNAN-Managua (FAREM Matagalpa) publicaron un artículo nombrado, “Vínculo entre la FAREM Matagalpa - UNAN Managua, instituciones del estado y empresa privada”, en el que hacen mención sobre las relaciones, convenios, proyectos nacionales e internacionales donde han realizado conexiones con las instituciones del estado y empresa privada. Ellos expresa, que dicha conexión se ha establecido mediante convenios de prácticas profesionales, asignaturas con trabajo de curso y las formas de graduación. (Martínez Ramos G., Rodríguez Pérez M., 2017).

Marco teórico

La UNAN-Managua posee valores que orientan el quehacer de la universidad tales como el compromiso y responsabilidad social e institucional (UNAN-Managua, 2019). En base a esto, el Laboratorio de Biotecnología ha involucrado a la sociedad dentro de los estudios de investigación, tal es el caso del proyecto BIOREM, en el cual se trabajó en conjunto con la University of Vienna (UNIVIE) de Austria, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) de Perú y UNAN-Managua.

Uno de los principales objetivos del proyecto BIOREM fue la transferencia de conocimientos de los docentes de las universidades UNIVIE y UNASAM hacia los docentes investigadores de la UNAN-Managua. Además, se implementó un diplomado en Caracterización y Biorremediación de Sitios Contaminados donde participaron técnicos de instituciones gubernamentales y de la Universidad. Paralelamente, la formación analítica a los estudiantes de grado, así como capacitaciones a los mineros para explicar técnicas del uso del mercurio en el proceso de extracción de oro en las rastras.

La vinculación universidad-sociedad fue un proceso integrador que pudo describirse como un aprendizaje participativo y de investigación práctica, donde el conocimiento se desarrolló a través de la reflexión crítica y el aprendizaje experimental. (University of Vienna , s.f.).

Materiales y Métodos

El estudio de investigación se llevó a cabo en la zona minera de Santo Domingo y La Libertad del departamento de Chontales que limita al Norte con Boaco, al Sur con Río San Juan, al Este con la Región de la Costa Caribe Norte y al Oeste con el Lago de Nicaragua o Cocibolca. (Mendieta Webster Carla María, Taisigüe López Katherine Migreni, 2015) (Figura 1).

La actividad minera a escala artesanal en esta zona, implica la extracción del oro utilizando mercurio y en algunas ocasiones para una mejor extracción adicionando cianuro a la mezcla, generando así, un impacto negativo al ambiente y a la salud humana. Estas prácticas se realizan sin ninguna protección adecuada en la manipulación de los reactivos químicos y en muchas ocasiones, las extracciones se realizan en los hogares de los mineros exponiendo de esta manera a los otros miembros de la familia, entre ellos menores de edad (Figura 2), lo que evidenciaba la falta de conocimiento sobre las afectaciones a la salud que provoca la exposición a este metal pesado a corto y largo plazo.

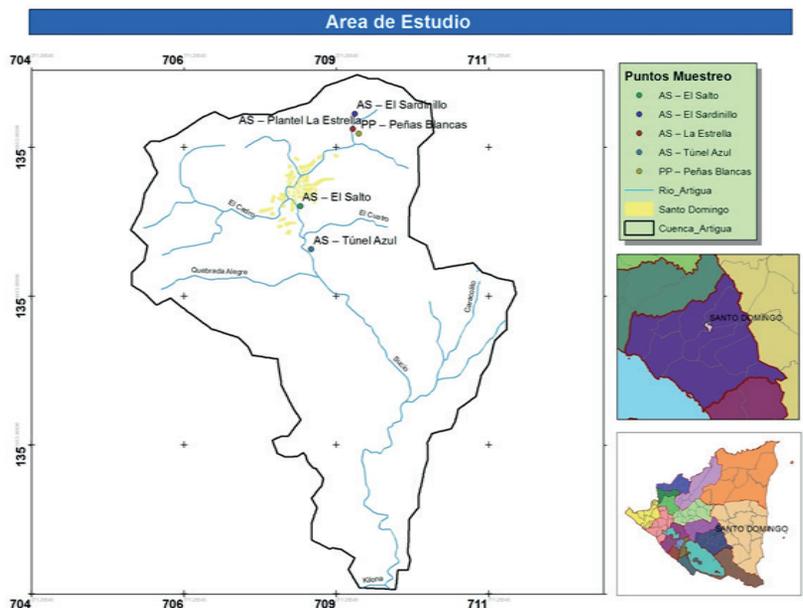


Figura 1

Área de estudio. Fuente: (Vallecillo Galeano F., 2016)



Figura 2. Rastras ubicadas en viviendas en Santo Domingo, 2012.

Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Un factor positivo para la comunicación y colaboración de las autoridades municipales de Santo Domingo y La Libertad fue el interés de las alcaldías por buscar una solución al problema del sustento familiar,

la exposición a contaminantes tóxicos y el impacto ambiental de la actividad minera en los recursos hídricos. La vinculación universidad-sociedad era de vital importancia dentro del proyecto BIOREM debido a la necesidad de capacitar a los mineros artesanales directamente expuestos a contaminantes y la sensibilización sobre los efectos adversos que provoca la minería artesanal en las fuentes hídricas y el suelo, así como buscar una solución viable para reducir las concentraciones de los contaminantes.

Extensión universitaria



Figura 3. Reunión con autoridades de la alcaldía de Santo Domingo y docentes de la UNAN-Managua, 2012. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Al inicio del proyecto BIOREM, el Laboratorio de Biotecnología se contactó con los alcaldes y autoridades ambientales de la alcaldía de Santo Domingo y La Libertad para presentar los objetivos y alcances del proyecto. Los representantes de las alcaldías aceptaron colaborar con la UNAN-Managua para poder trabajar con los mineros artesanales y dar acompañamiento durante las jornadas de muestreo.

Las actividades desarrolladas durante el proyecto involucraron a docentes investigadores, estudiantes, personal de las alcaldías y trabajadores mineros entre las cuales estaban:

- **Coordinación de actividades con representantes de la alcaldía**



Figura 4. Visitas por parte de docentes del Laboratorio de Biotecnología a Rastras de la Libertad, Chontales, 2012. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Se realizaron diversas reuniones para planificar las visitas a los sitios de deposición de los residuos mineros (botaderos), a las rastras, y las capacitaciones de sensibilización a dueños y trabajadores de rastras (Figura 3).

La mayoría de los mineros fueron amables y explicaban a los docentes investigadores el procedimiento de extracción que aplicaban, no obstante, algunos mineros dudaban de la imparcialidad de la Universidad al grado de negar el ingreso del personal del Laboratorio, alegando “Nosotros no contaminamos tanto como la minería industrial”. En cada rastra, se les explicó de forma personalizada a los dueños y trabajadores los efectos adversos a corto y largo plazo que provoca el mercurio, la importancia de utilizar protección adecuada para su manipulación, así como el impacto que provoca la minería artesanal al ambiente.

Muchos de los mineros no estaban conscientes del daño que causa el mercurio en la salud humana y que inclusive puede ser mutagénico y carcinogénico, no obstante, estaban enterados del impacto negativo que causaban al agua y al suelo (Figura 5).



Figura 5. Minero durante extracción de amalgama mercurio-oro en Rastras de Santo Domingo, Chontales, 2012. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

• Giras de reconocimiento

En conjunto con la alcaldía se realizaron giras de reconocimiento en diferentes sitios contaminados para evaluar el grado de contaminación tanto aguas arriba como aguas abajo, así como se visitó el plantel fuera de uso, La Estrella que era un lugar donde se depositaba todo el residuo de minería conocido popularmente como lama.

Las giras de reconocimiento fueron realizadas con el propósito de establecer antecedentes de las plantas y hongos que se han adaptado a las condiciones de estrés por la contaminación proveniente de los residuos mineros y que pudieran tener potencial para la biorremediación de metales pesados.



Figura 6. Colecta de muestra de agua en pozo perforado, Santo Domingo. Fuente: (Vallecillo Galeano F., 2016)

• Colecta de muestras

Después de la gira de reconocimiento, con la colaboración de las alcaldías de Santo Domingo y La Libertad, se realizaron colectas de muestras de residuos mineros en rastras y planteles para la caracterización físico-química y microbiológica. Se seleccionó el Plantel La Estrella ubicado en Santo Domingo por presentar mayor diversidad de hongo para los próximos estudios.

Con la participación de estudiantes de grado se realizaron, cinco campañas de colecta de muestras de agua (Figura 6), dos para el análisis de plantas con sus suelos rizosférico, dos de residuos mineros. En cada campaña se comparó las concentraciones encontradas en las matrices ambientales de los sitios contaminados con el de referencia, seleccionados por la ausencia de actividad minera.



• Capacitaciones

Figura 7. Docente del Laboratorio de Biotecnología y estudiante realizando ensayos de biolixiviación, 2014. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Se atendieron a investigadores y estudiantes de UNIVIE y UNASAN. Durante su visita, se recibió asesoría técnica de los investigadores para la interpretación de resultados y metodologías utilizadas en los ensayos de laboratorio enfocados en biorremediación.

Se realizaron capacitaciones a estudiantes de grado de las carreras de Biología de la UNAN-Managua e Ingeniería en calidad ambiental de UCA que realizaban sus monografías como parte de las investigaciones desarrolladas dentro del Proyecto BIORREM (Figura



7). Las capacitaciones estaban enfocadas en colectas de muestras, ensayos experimentales, cálculos e interpretación de resultados.

Figura 8. Capacitación a autoridades locales y mineros, Santo Domingo, Chontales, 2012. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Además, se realizaron capacitaciones a representantes de las alcaldías, a dueños de rastras y trabajadores mineros sobre los riesgos a la salud por la exposición a metales pesados y la contaminación ambiental que generan las minerías artesanales, para la sensibilización sobre los daños a los recursos agua y el suelo (Figura 8). Asimismo, se sugirió la posibilidad de implementar el reciclaje del agua en sus procesos de extracción, medida practicada únicamente por una rastra. Estas capacitaciones fueron de utilidad para las autoridades de las alcaldías y para los mineros, puesto que estaban



dirigidas a la sensibilización sobre el impacto negativo a la salud humana y al ambiente provocado por las prácticas de extracción y manipulación empleadas.

Figura 9. Graduación del diplomado en Caracterización y Biorremediación de sitios contaminados, 2015. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Se impartió un diplomado en “Caracterización y Biorremediación de Sitios Contaminados” en el que se capacitó a dos (2) técnicos del IGG- CIGEO, dos (2) técnicos del Laboratorio de Biotecnología, a siete (7) técnicos de Autoridad Nacional del Agua (ANA) y uno (1) de Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL) y dos (2) técnico de la empresa privada para un total de once (11) graduados y tres (3) participantes (Figura 9).

- **Divulgación de los resultados**

Se realizó reunión con la alcaldía de Santo Domingo, dueños de rastras y trabajadores mineros para presentar y difundir los hallazgos de los ensayos experimentales realizados para fitorremediación y biolixiviación como alternativas de bajo costo y viables para la remediación de los suelos y del residuo de minerales para la extracción del oro realizados durante los cuatro (4) años de duración del proyecto

En el marco del Proyecto BIOREM, se realizó el seminario “Biorremediación de Sitios Contaminados” en el cual se participaron como ponentes estudiantes realizando sus trabajos monográficos dentro de las investigaciones del proyecto, investigaciones de los docentes de UNIVIE y UNASAM. El seminario tuvo



más de 80 participantes entre docentes, estudiantes, técnicos de instituciones gubernamentales y privadas (Figura 9).

Figura 10. Seminario en Biorremediación de sitios contaminados, Managua 2014. Fuente. Archivo Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

Los resultados del proyecto se continúan difundiendo por medio de eventos académicos nacionales e internacionales, tales como el Congreso del CNU y el Congreso Centroamericano de Ciencias de la Tierra y el Mar realizado en Costa Rica, conferencias a técnicos de instituciones gubernamentales y charlas abiertas a estudiantes.

Análisis y discusión de resultados

- Durante las reuniones que se realizaron con las alcaldías se logró articular la comunicación entre la Universidad y gobiernos locales, de vital importancia para el desarrollo de las actividades tales como, visitas de reconocimientos, colectas de muestras y capacitación.
- Las capacitaciones a los estudiantes en colectas de muestras, metodologías analíticas, cálculos e interpretación de resultados contribuyó para el desarrollo habilidades técnicas-científicas. Cabe señalar que, los estudiantes iniciaron desde los conocimientos analíticos básicos, como el nombre de la cristalería hasta la interpretación de resultados, de manera tal que los estudiantes lograron ser capaces de realizar metodologías de forma independiente en el laboratorio.
- La capacitación a los mineros eran una necesidad puesto que no tenían conocimientos de los riesgos a la salud por la exposición al mercurio a tal punto que algunas rastras estaban establecidas en los hogares de las personas exponiendo así a los miembros de las familias. Las capacitaciones no solo ayudaron a aportar conocimientos, sino también a sensibilizar a los dueños de las rastras a invertir en protección adecuada y a no exponer a ningún miembro de la familia a contaminantes tóxicos. Además, las capacitaciones sobre el impacto ambiental, aunque ellos están conscientes del daño que provocan al ambiente era necesario explicarles cuanto es el daño que están generando con los procesos de extracción del oro y que los recursos como el agua y el suelo están siendo destruidos y que llegará un momento que no podremos retroceder por todo el daño ocasionado.
- Las divulgaciones de los resultados obtenidos en los diferentes estudios en el marco del Proyecto BIOREM han sido aceptadas por el público en los diferentes congresos y en algunas ocasiones

han solicitado al Laboratorio de Biotecnología trabajar en conjunto en la continuidad de las investigaciones realizadas.

Conclusiones y recomendaciones

- Por medio del proyecto BIOREM se logró la vinculación universidad-sociedad mediante la interacción de la población minera, representantes de las alcaldías, docentes investigadores y estudiantes a través de las diferentes actividades realizadas por el Laboratorio de Biotecnología.
- Se establecieron relaciones con la alcaldía de Santo Domingo y La Libertad del departamento de Chontales y el interés a seguir trabajando con el Laboratorio de Biotecnología en futuras investigaciones.
- El Laboratorio de Biotecnología capacitó a siete (7) estudiantes de los cuales realizaron sus trabajos monográficos de alta calidad técnica para optar al grado de Licenciados en Biología e Ingenieros en calidad ambiental habiendo incluido un total de cuatro (4) estudiantes de la UNAN-Managua y tres (3) estudiantes de la Universidad Centroamericana (UCA).
- Los residuos que estaban depositados en el Plantel La Estrella fueron comprados por empresas privadas que pretenden extraer el oro que con los procesos artesanales no se lograron extraer a través de metodologías de mayor eficiencia.
- En los próximos proyectos de investigación será de mucha utilidad la continuidad de la vinculación universidad-sociedad aún después de finalizado el estudio.
- Implementar en futuros proyectos de investigación la difusión de resultados y las capacitaciones personalizadas con la población vinculada al estudio.

- Es necesario en futuras investigaciones involucrar a la comunidad médica para tener mayor énfasis en la sensibilización sobre daños a la salud humana.

Referencias Bibliográficas

1. Martínez Ramos G., Rodríguez Pérez M. (2017). VÍNCULO Vínculo entre la FAREM Matagalpa - UNAN Managua, instituciones del estado y empresa privada. Revista Multi-Ensayos, Pág. 121-129.
2. Mendieta Webster Carla María, Taisigüe López Katherine Migreni. (2015). Acumulación y traslocación de metales, metaloides y no metales en plantas de la zona minera de Chontales: Implicaciones para el potencial de fitoremediación.
3. Padilla Merlin Ivania, Andino Janice. (2017). La vinculación Universidad- Sociedad y el compromiso social con el desarrollo de Honduras en el marco de la reforma de la UNAH, periodo 2007- 2016. Revista UNAH Sociedad, 93-109.
4. Rodríguez Pérez M. (2016). Políticas y estrategias para la vinculación Universidad- Empresa-Estado aplicables en Nicaragua. Managua.
5. UNAN-Managua. (2017). Misión y visión. Obtenido de <http://www.unan.edu.ni/index.php/>
6. UNAN-Managua. (2019). ESTATUTOS DE LA UNAN-MANAGUA CON SU REFORMA. Managua: Editorial Universitaria UNAN-Managua.
7. University of Vienna . (s.f.). BIOREM - Bioremediation of contaminated sites. Obtenido de Universität Wien: <https://biorem.univie.ac.at/home/>
8. Vallecillo Galeano F. (2016). Calidad físico-química de fuentes de agua subterránea y superficial en la zona minera de Santo Domingo, Chontales: análisis de riesgo a la salud humana y ambiental. Managua.

