



Instituto Universitario Politécnico
"Santiago Mariño"

Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

CITEIN

Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación



Monumento al Trabajador Petrolero

Balanzas Petroleras



Puente Genl. Rafael Urdaneta

Monumento Barroco II



Arrobato de Cabimas

Catedral Ntra. Sra. del Rosario

Objetivos

La Revista CITEIN es una publicación periódica venezolana, arbitrada y semestral, que se orienta al logro de los siguientes objetivos:

1. *Divulgar los resultados del quehacer investigativo adelantado por personal académico, estudiantes avanzados, egresados y profesionales del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, así como por integrantes de otras instituciones nacionales e internacionales en las áreas de Arquitectura e Ingeniería, y en otras ramas del saber cuya temática constituya un aporte significativo al respectivo sector del conocimiento.*

2. *Difundir innovaciones tecnológicas en Arquitectura, Ingeniería y otras áreas del conocimiento que sean de interés para los diferentes sectores productivos y de servicio social del país, así como de contextos externos a éste.*

3. *Estimular el estudio sistemático de problemas inherentes a la Arquitectura, Ingeniería y otras áreas del conocimiento, desde perspectivas teórico-prácticas diferentes.*

4. *Contribuir al esclarecimiento de diversos aspectos vinculados a las políticas de ciencia, tecnología e innovación, nacionales e internacionales, relacionadas con las diversas áreas del conocimiento que constituyen el centro de interés institucional.*

5. *Propiciar la confrontación de ideas respecto a problemas específicos de la Arquitectura y la Ingeniería, así como de otras áreas del conocimiento.*

6. *Divulgar documentos diversos e informaciones, nacionales e internacionales, sobre ciencia, tecnología e innovaciones que sean importantes para investigadores, profesionales y estudiantes de Arquitectura, Ingeniería, y otras áreas del conocimiento.*

7. *Estimular a miembros de la comunidad del IUPSM y de otras organizaciones que ejecutan actividades de docencia, investigación y extensión, a publicar los resultados de su quehacer.*

8. *Propiciar el intercambio y canje con otras publicaciones similares, a objeto de lograr la circulación de la Revista CITEIN, el ingreso a la base de datos, y la utilización por investigadores, profesionales y estudiantes.*

Portada: Maykol Galvis Suárez

CITEIN

Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación

**INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO “SANTIAGO MARIÑO”
EXTENSIÓN COSTA ORIENTAL DEL LAGO, SEDE CABIMAS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

Depósito legal PP: 200802DC2836

ISSN: 1856-8823

Cabimas, julio-diciembre de 2012, Año 5, N° 10

CITEIN es una revista semestral, publicada por el Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (IUPSM).

Las opiniones expresadas en los artículos publicados competen exclusivamente a sus autores.

Dirección de la Revista, Sede Nacional

Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”
Departamento de Investigación y Postgrado
Avenida Intercomunal “Jorge Rodríguez”, antes Andrés Bello
(frente a la pasarela de Boyacá), Barcelona, Estado Anzoátegui,
Venezuela
Teléfonos 0281-2759724/2759943

Dirección de la Revista, Sede Regional

Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”
Extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas
Departamento de Investigación y Postgrado
Calle Cumaná con Carabobo, a 500 metros de la Avenida Intercomunal,
Urb. Miraflores. Cabimas, Estado Zulia-Venezuela.
Teléfonos (0264) 3718350 - 3718351 - 3716875

ESTA REVISTA ES ARBITRADA MEDIANTE EL SISTEMA DOBLE CIEGO

CITEIN

Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación

**INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO “SANTIAGO MARIÑO”
EXTENSIÓN COSTA ORIENTAL DEL LAGO, SEDE CABIMAS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

Depósito legal PP: 200802DC2836

ISSN: 1856-8823

Cabimas, julio-diciembre de 2012, Año 5, N° 10

Consejo Editorial Nacional

Jorge Ramón Benítez (Presidente)

Clara Ruiz Manrique

Magaly Altuve Zambrano

Diana Caraballo Ch.

Alejo Sayago

Comité Editorial Regional

Edgar Córdova Jaimes

Maigualida Malavé Medero

Jakelin Molleda

Angélica María París

Victoria Romero de Ojeda

Directora-Editora: Maigualida Malavé Medero

Colaboradores en el Arbitraje de este Número

Magaly Altuve Zambrano

Juan C. Borjas

Jesús Castillo M.

Leda Galúe L.

Maigualida Malavé Medero

Jakelin Molleda

Edgar Quintero

Juvenal Rincón

Liria Rincones P.

José Vargas H.

Alberto Zabala

Personal Técnico

Traducciones

Darwin Medina

Transcripciones

Angélica Ma. París

Diseño, Diagramación y Montaje

Maigualida Malavé Medero - Maykol Galvis Suárez

Mildred C. Meza Chávez - Luis Eduardo Pérez Gutiérrez



INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO "SANTIAGO MARIÑO"

AUTORIDADES DIRECTIVAS

<i>Dr. Jorge Ramón Benítez</i>	Director
<i>Dr. Raúl Quero García</i>	Subdirector Académico
<i>Lic. Clara Ruíz Manrique</i>	Coordinadora de la Sede Principal Barcelona
<i>MSc. Saudith Ayala</i>	Coordinadora de la Extensión Barinas
<i>Lic. Merlyn Paeseani</i>	Coordinador de la Extensión Caracas
<i>Ing. Victoria Romero de Ojeda</i>	Coordinadora de la Extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas
<i>Ing. Flor Urribarri</i>	Coordinadora de la Extensión Costa Oriental del Lago, sede Ciudad Ojeda
<i>Ing. MSc. Marinés Capriles</i>	Coordinadora de la Extensión Maracay
<i>MSc. Nelson García</i>	Coordinador de la Extensión Maturín
<i>Ing. Esp. Teddy Milano</i>	Coordinador de la Extensión Porlamar
<i>Ing. Otto. Velásquez</i>	Coordinador de la Extensión Puerto Ordaz
<i>Ing. Tomás Devia</i>	Coordinador de la Extensión San Cristóbal
<i>Ing. Julio César Quero</i>	Coordinador de la Extensión Valencia
<i>Ing. Yilma Rubio</i>	Coordinadora de la Ampliación Maracaibo
<i>Geolog. José G. Rodríguez</i>	Coordinador de la Ampliación Mérida

AUTORIDADES DE LA EXTENSIÓN COSTA ORIENTAL DEL LAGO, SEDE CABIMAS

<i>Ing. Victoria Romero de Ojeda</i>	Coordinadora de la Ext. COL, sede Cabimas
<i>Ing. Wilfredo Inciarte, MSc.</i>	Coordinador Académico
<i>Ing. Maigualida Malavé, MSc.</i>	Jefe del Dpto. de Investigación y Postgrado
<i>Ing. Jairo Díaz</i>	Jefe del Dpto. de Ingeniería Química y Petróleo
<i>Ing. Javier Lara</i>	Jefe del Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
<i>Ing. Jenny Romero, MSc.</i>	Jefe del Dpto. de Arquitectura e Ingeniería Civil
<i>Ing. Lander García, Esp.</i>	Jefe del Dpto. de Ingeniería Eléctrica-Electrónica
<i>Ing. Peggy Roberts</i>	Jefe del Dpto. de Ingeniería Industrial

CONTENIDO

Editorial	7
<i>Maigualida Malavé Mederos</i>	

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

La Azotobacter sp como alternativa de fertilización en el rubro papa	13
<i>Lisbeth J. Díaz de García, Luz G. Pargas López y Yelinda M. Araujo Vergara</i>	
Comportamiento de la relación adsorción sodio (ras) en el biotratamiento de ripios y lodos de perforación petroleros	43
<i>Elizabeth Marín y Alberto Martín</i>	
Metodología para la evaluación de formaciones en el yacimiento Lagunillas inferior 05 a través de los perfiles de pozos	67
<i>Verónica Palomares y Luisa Túa</i>	

FORO CIENTÍFICO–TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN

Recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja: reflexiones preliminares.....	105
<i>María López</i>	
Sobre el vínculo docencia-investigación universitaria.....	121
<i>Alejo Sayago</i>	

DOCUMENTOS

Altuve Zambrano, Magaly. (2012). Reformas en la educación venezolana durante el siglo XX: de la Junta Revolucionaria de Gobierno a Marcos Pérez Jiménez. Caracas: grupo gráfico 5, 166 pp.	153
<i>Eduardo Rivas Casado</i>	
IV Jornadas del Laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Universidad del Zulia, núcleo Costa Oriental del Lago (LIANCOL).....	157
<i>Maigualida Malavé Medero</i>	

EDITORIAL

La producción científica universitaria de los últimos años se ha visto favorecida con la formulación de políticas de Estado, donde la innovación y la investigación constituyen un factor de vital importancia para el desarrollo socioeconómico del país. Iniciativas como el Programa de Estímulo a la Investigación y la Innovación (PEII) que reconoce y estimula la investigación y desarrollo, así como la innovación, han permitido la evolución de los procesos de socialización en los cuales las publicaciones científicas han fortalecido su participación como medio de difusión del quehacer investigativo local, regional, nacional e internacional.

En *CITEIN* Nro. 10, Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación; publicación periódica del Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, se presenta la producción intelectual de miembros de la comunidad universitaria que hacen vida en el IUPSM y en casas de estudio hermanas.

En la sección de **Artículos de Investigación** se exponen los resultados de los siguientes estudios: 1) *La Azotobacter sp como alternativa de fertilización en el rubro papa*, cuya autoría corresponde Lisbeth J. Díaz de García, Luz G. Pargas López y Yelinda M. Araujo Vergara, que permitió verificar como el uso del biofertilizante a base de *Azotobacter sp* es una alternativa agroecológica que puede contribuir con el desarrollo sustentable de los agroecosistemas tropicales, pues posibilita una reducción considerable de los costos de producción así como obtener un rendimiento del cultivo de papa que está dentro del promedio encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional. 2) *Comportamiento de la relación adsorción sodio (ras) en el biotratamiento de rípios y lodos de perforación petroleros*, realizado por Elizabeth Marín y Alberto Martín, quienes determinaron, a través del análisis químico de las fosas de la empresa CETRAPECA, el grado de incidencia de las

condiciones del suelo donde se realiza el biotratamiento de los lodos de perforación; la influencia que tiene el tipo de desechos según su origen y su formulación en la evolución del biotratamiento; las consecuencias del empleo de horas máquina en la mezcla de los desechos, así como la aplicación del fertilizante triple 15 para enmendar los suelos. 3) *Metodología para la evaluación de formaciones en el yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los perfiles de pozos*, siendo los autores Verónica Palomares y Luisa Túa. El resultado de la gestión investigativa adelantada fue la propuesta de una metodología para la evaluación de formaciones que mejorará la estimación petrofísica a través de los estudios de perfiles de pozos.

Dos artículos han sido incluidos en la sección **Foro Científico-Tecnológico y de Innovación**: el primero corresponde a la autora María López quien aborda el *Recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja*, donde se propone de manera introductoria el desarrollo de una ruta metodológica para vincular gestión, construcción y aplicación de conocimiento con el paradigma complejo, que permita el logro del conocimiento científico y tecnológico al servicio del desarrollo socioambiental, sostenible y sustentable en el tiempo. El segundo artículo, sobre el *vínculo docencia-investigación universitaria*, su autor Alejo Sayago, expone algunas consideraciones referidas a la necesidad de que las funciones de docencia e investigación se estrechen eficazmente, para así contribuir a mejorar la práctica docente y elevar el nivel de formación de los educandos.

Finalmente, en la sección denominada **Documentos** se incluye el análisis realizado por Eduardo Rivas Casado al libro *Reformas en la educación venezolana durante el siglo XX: De la Junta Revolucionaria de Gobierno a Marcos Pérez Jiménez* de Magaly Altuve Zambrano, quien presenta una visión histórica de aspectos fundamentales del sistema educativo venezolano, específicamente

de las reformas realizadas entre los años 1.945 y 1.958 que se tradujeron en cambios muy importantes para la mejora de la educación en el país. Asimismo, se describen aspectos relevantes de las *IV Jornadas de Investigación* que en el marco del XIX Aniversario del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia, llevó a cabo el Laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Costa Oriental del Lago (LIANCOL) adscrito a dicho núcleo. En estas Jornadas celebradas del 18 al 20 de mayo del 2011 y bajo el lema “Construyendo ciencia con conciencia planetaria”, LIANCOL logró divulgar los resultados de investigaciones realizadas en el área ambiental, concienciar a los participantes sobre el deterioro ambiental y dar a conocer alternativas para el mejoramiento de la calidad ambiental en las presentes y futuras generaciones.

El Consejo Editorial Nacional y el Comité Editorial Regional de *CITEIN* extienden su agradecimiento a los articulistas que aportaron sus trabajos para hacer realidad la publicación del presente número, e invita a la comunidad científica santiaguista y a miembros de las instituciones universitarias nacionales e internacionales para utilizarla como un medio que contribuya a la promoción y divulgación del conocimiento científico tecnológico, fortalecer la función de investigación, y consolidar la cultura de la innovación en pro del desarrollo sostenible y sustentable del país. Igualmente agradece al equipo multidisciplinario de árbitros y al personal técnico, su contribución a la edición y publicación de la Revista.

Maigualida Malavé Mederos
Directora-Editora

Artículos de Investigación

LA AZOTOBACTER SP COMO ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN EN EL RUBRO PAPA

Lisbeth J. Díaz de García¹

Luz G. Pargas López²

Yelinda M. Araujo Vergara³

¹Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida. ²Universidad de los Andes.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida (INIA)

lisbethjane@gmail.com

Resumen

El cultivo tradicional de papa *Solanum tuberosum* L. en los andes venezolanos es altamente demandante de gallinaza (10-30 t/ha), insumo utilizado como enmienda orgánica que, mezclado con fertilizantes químicos, provee al mismo de los nutrientes requeridos, principalmente de Nitrógeno (N). Su uso excesivo y frecuente ha generado diversos problemas que atañen al contexto social, económico y ecológico, comprobándose que es el sustrato ideal para el desarrollo de moscas domésticas, las cuales transmiten diversas enfermedades al ser humano, deteriorando su salud integral; se aúna a esto las pocas alternativas viables y económicas que sustituyan su uso. Tal situación llevó a las autoras del presente artículo a realizar una investigación para evaluar el efecto de la bacteria fijadora de nitrógeno *Azotobacter sp* como alternativa de fertilización en el rubro papa, en una finca del municipio Libertador del estado Mérida, Venezuela. La hipótesis a comprobar fue la siguiente: si el uso del biofertilizante a base de dicha bacteria afecta el desarrollo del cultivo de la papa, este debería influenciar positivamente sobre las características químicas del suelo y su rendimiento, logrando una reducción en los costos de producción. A objeto de alcanzar el objetivo general de la investigación y comprobar la hipótesis respectiva, se realizó un ensayo basado en el diseño experimental de bloques al azar con tres replicas para cada tratamiento de fertilización usado (T1: testigo, T2: biofertilizante; T3: gallinaza mezclada con fertilizante químico), el cual posibilitó disponer de información sobre las propiedades químicas del suelo y los rendimientos del cultivo; así mismo se aplicó la técnica de la entrevista para estimar los costos de producción y la obtención de beneficios adicionales producto del uso de *Azotobacter sp*. De manera general, los resultados obtenidos permiten afirmar que la aplicación del biofertilizante: (a) incrementa el contenido de Amonio y de materia orgánica en el suelo, pudiendo ser una fuente de reserva de Nitrógeno disponible; (b) permite obtener un rendimiento del cultivo de papa que está dentro del promedio encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25 – 30 t/ha); (c) posibilita una reducción considerable de los costos de producción; (d) aporta beneficios adicionales palpables en el medio ambiente, en la salud, en la relación hombre – planta – medio ambiente. Significando tales resultados que el uso del biofertilizante a base *Azotobacter sp* es una alternativa agroecológica para contribuir con el desarrollo sustentable de los agroecosistemas tropicales.

Palabras clave: Azotobacter sp, biofertilización, costos de producción, cultivo de papa, fertilización, gallinaza, rendimiento, suelo.

THE AZOTOBACTER SP ALTERNATIVE AS FERTILIZATION IN POTATO CROP

Abstract

Traditional cultivation of potato *Solanum tuberosum* L. in the Venezuelan Andes is highly demanding of chicken dung (10-30 t/ha), input used as organic amendment, mixed with chemical fertilizers, it provides the required nutrients, mainly nitrogen (N). Excessive and frequent use has generated various problems concerning the social, economic and ecological context and found to be ideal for the development of houseflies substrate, which transmit various diseases to humans, impairing their overall health; this is coupled with few viable economic alternatives and substitute use. Such problem led the authors of this article to conduct research to evaluate the effect of nitrogen-fixing bacterium *sp Azotobacter* alternative fertilization in potato category, on a farm in the municipality of Libertador Mérida, Venezuela. The hypothesis to be tested was the following: if the use of biofertilizer based bacteria that affects the development of potato cultivation, this should have a positive influence on soil chemical characteristics and performance, achieving a reduction in production costs. In order to achieve the overall objective of the research and test the respective hypothesis, based on the experimental randomized block design with three replicates for each fertilization treatment used (T1: control, T2: biofertilizer; T3: chicken dung mixed with chemical fertilizer), which allowed to have information on chemical soil properties and crop yields; likewise the interview technique was applied to estimate production costs and additional benefits resulting from the use of *sp Azotobacter*. Overall, the results confirm that the application of biofertilizer: (a) increases the content of ammonium and organic matter in the soil and can be a source of nitrogen available reserves; (b) leads to a yield of potato crop is inside the average found in the study area with traditional fertilization (25-30 t / ha); (c) allows for a considerable reduction in production costs ; (d) provides additional tangible benefits the environment, on health, on the relationship man - plant - environment. Meaning these results that the use of biofertilizer based *sp Azotobacter* is an agroecological alternative to contribute to sustainable development of tropical agroecosystems.

Key words: Azotobacter sp, biofertilization, production costs, potato crop, fertilization, chicken dung, performance, soil.

Introducción

La principal actividad económica, social y cultural del estado Mérida está representada por la actividad agrícola, siendo la papa *Solanum Tuberosum* L. uno de los rubros principales y más demandados a nivel nacional y en el ámbito internacional, por ser considerado un producto de alto valor nutritivo que contribuye de manera significativa a solucionar problemas de hambre en el mundo, y forma parte fundamental en la dieta diaria del venezolano. Aunado a esto, el producto posee un alto valor agregado, pudiendo ser aprovechado de diversas maneras: asadas, sancochadas, fritas, entre otras.

De acuerdo con datos aportados por el Ministerio para el Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT, 2010) y por los productores del estado Mérida, entre ellos los del sector Las Cuadras, parroquia Gonzalo Picón, municipio Libertador, en la producción de papa actualmente se emplean grandes cantidades de estiércol de gallina (gallinaza) por unidad de superficie (entre 10 y 30 t/ha/año) en cada ciclo del cultivo, lo cual ha generado diversos problemas que atañen a la salud integral de los pobladores. El uso excesivo de la gallinaza trae como consecuencia la generación de moscas, afecta las aguas, los suelos y el ambiente, convirtiéndose en un problema de salud pública que incide de manera considerable en el deterioro del ambiente, así como en el incremento de los costos de producción del cultivo de la papa. Esta problemática deriva de la aplicación del esquema del manejo agronómico tradicional, y a las pocas alternativas viables y económicas que sustituyan el uso de la gallinaza. Actualmente el Estado venezolano está promocionando la utilización de tecnologías que permitan la sustentabilidad del agroecosistema. El empleo del biofertilizante a base de la bacteria *Azotobacter sp*, pretende dar respuesta a la problemática anteriormente planteada.

Considerando esto último, se estimó procedente realizar una investigación que posibilitara el logro de los objetivos especificados seguidamente.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la bacteria fijadora de Nitrógeno *Azotobacter sp* como alternativa de fertilización en el rubro papa, en una finca del municipio Libertador del estado Mérida.

Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto del *Azotobacter sp* sobre las características químicas del suelo bajo el cultivo de papa en El Valle, municipio Libertador del estado Mérida.
2. Evaluar el efecto del *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo de papa en un suelo de El Valle, municipio Libertador del estado Mérida.
3. Estimar los costos de producción del cultivo de papa con el uso del *Azotobacter sp*, así como algunos beneficios.

En el presente artículo, además del marco referencial que sirvió de base a la investigación realizada, se expone el marco metodológico propuesto para llevar a cabo la indagación y responder al problema planteado, así como los resultados obtenidos, las conclusiones a que se llegó y las recomendaciones sugeridas por las autoras.

Marco Referencial

Antecedentes (síntesis)

Según Ojeda (citado en Martínez *et al*, 2004) en la década de los 70 en la República de Cuba se realizan los primeros estudios sobre microorganismos tales como el *Azotobacter chroococcum* en el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT).

Por su parte, Quintero y Acevedo (en Martínez *ob.cit*) refieren que en Colombia, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

inició en la década de los 80 los trabajos de investigación en *micorrizas*, evaluando su efectividad agronómica en cultivos tropicales como yuca y algunas pasturas.

En Perú, De la Peña (1994) afirma que los agricultores están aceptando cada vez más las ventajas comparativas de los microorganismos (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Micorrizas*, *Azolla*, entre otros) para mejorar la fertilidad biológica del suelo. Y en Venezuela, Toro (1997) afirma que cerca del 70% de las tierras cultivables poseen limitaciones por acidez y baja fertilidad natural, y para 2010 se tiene una red de laboratorios de producción de biofertilizantes.

Respecto a la papa *S. Tuberosum L.* Del Castillo y Montes de Oca (1994) estudiaron el efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo (P) y fijadores de N₂ sobre el rendimiento de este cultivo en las variedades Atlantic y Desirée, obteniendo los mejores rendimientos al combinar el 100% del fertilizante mineral con ambos biopreparados, con incrementos entre 4 y 5 t ha⁻¹.

Los trabajos mencionados se han efectuado a nivel experimental en laboratorios y otros en el campo, usando otro tipo de agentes biológicos diferentes al *Azotobacter sp*, lo que hace interesante la presente investigación ya que fue realizada a campo abierto y para el momento de su ejecución en Venezuela existían trece laboratorios de producción de biofertilizantes a cargo del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), anterior Servicio Autónomo de Salud Agropecuaria (SASA), productores de las diferentes dosis de biofertilizantes para todo el país. Otras instituciones como el Instituto Universitario Tecnológico de Ejido (IUTE), también los producen con fines de investigación y educacional.

Sobre la base de este aparte del marco referencial, a continuación se presenta el Cuadro 1 en el que se compara la agricultura convencional y la sustentable a fin de sopesar las ventajas y desventajas que conlleva el desarrollo de una respecto a la otra, y a su vez encamina hacia la concientización de una agricultura más cónsona con el medio ambiente,

en donde se logre aprovechar al máximo las potencialidades naturales y agrícolas, así como la gran biodiversidad presente en nuestros agroecosistemas.

Cuadro 1

Comparación entre la agricultura convencional y la agricultura sustentable

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Valor biológico del alimento producido	Menor. Incluye residuos tóxicos sensoriales	Mayor	Mejorar la salud
Salud	Generación de enfermedades por el consumo de alimentos y los procesos tecnológicos	Prevención y mejoramiento de la salud derivada principalmente de la nutrición	Control y regulación de enfermedades
Genética	Modificaciones de genes con el riesgo de desaparición de otros cultivos	Evolución genética	Incrementar la diversidad genética
Rentabilidad	Más a corto plazo	Más a largo plazo	Aumentar el poder adquisitivo de la gente o mejorar los salarios
Insumos	Altamente mecanizado e intensivo, y predominancia en agroquímicos.	Abonos naturales reciclaje, control integrado de insectos, preparados biológicos	Ahorro energético y de recursos

Cuadro 1 (Continuación)

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Tecnología	Dura, costosa, guacal negro, altos insumos, obsolescencia rápida, necesidad de especialitas y expertos	Blanda, popular, barata, guacal blanco socialmente aceptable, pocos insumos, mayores posibilidades de innovación	Reforzar valores culturales de los productores y el aumento del conocimiento
Producción	Rendimiento / Ha	Eficiencia energética, productividad agroecológica, biológica	Variedad de productos de diversos usos para el consumo y comercialización
Relaciones entre factores de la producción	Causa – efecto	Multifuncional. Implica red alimentaria, sinergia, reciclaje de nutrientes y socialmente justa	Preservación de los agro-ecosistemas
Financiamiento	Mega financiamiento	Financiamientos alternos, flexibilidad de requisitos e intereses blandos	Solvencia económica
Ecología	Deterioro de los ecosistemas y desertización, contaminación de agua, aire y cielo. Desaparición de flora y fauna	Preservación general del medio natural, incrementando recuperación del suelo	Preservación de los agro-ecosistemas

Cuadro 1 (Continuación)

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Adaptabilidad	Modifica el medio productivo	Se integra a las capacidades y potencialidades agrícolas	Incremento de las potencialidades agrícolas
Espacialidad	Cultivos a gran escala	Cultivos variados a pequeñas y medianas escalas	Diversificar el espacio geográfico
Enfoque Metodológico	Principalmente analítico	Predominantemente holístico	Aumento de la comprensión de la realidad y ubicación en ella
Activos sociales	Reducidos. Sustituidos por la tecnología	Mayor participación social	Reducción de la pobreza y exclusión social
Organización Social de la Producción	Mínima	Alta, con arraigo cultural	Contraloría social de la producción y aumento de la reproducción social
Tenencia de la tierra	Provee y mantiene latifundios	Facilita la distribución de la tierra	Reducción de conflictos sociales

Fuente: Núñez Rodríguez (2004).

La fertilización es una de las prácticas principales del proceso productivo (Hetier y Pargas, 2001). Al estudiarla se percibe que los agricultores articulan tanto el trabajo práctico (regar, sembrar, fertilizar, recolectar, etc.) con los procesos subjetivos o prácticas relativas a un

utillaje mental propio de los seres humanos. Encontramos en el trabajo citado, una forma de acceder a esta articulación en los términos de lo que se conoce como las “Representaciones Sociales” de fertilidad y fertilización de suelos en los llanos occidentales de Venezuela, lo que permitió después de un estudio de suelos durante 10 años en una parcela de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), emprender el estudio de la dimensión socio-simbólica e intersubjetiva debido a que no obstante existir múltiples y valiosas investigaciones sobre la cuestión agrícola, esta información solo se queda en un estrato técnico-científico, en especial las recomendaciones de aprovechar los suelos de mejores condiciones para el cultivo, los fertilizantes adecuados, las prácticas menos drásticas a fin de preservar estos suelos y el ecosistema para beneficio de las futuras generaciones. Se observó que la transmisión de este conocimiento científico se enfrentaba con otro conocimiento: el sentido común de los agricultores al observar, por ejemplo, cómo se aplicaban las fórmulas recomendadas en un porcentaje de aceptación, al combinar las proporciones de elementos químicos con elementos ya familiarmente conocidos y preservados por generaciones.

Bases Teóricas

Los biofertilizantes son preparaciones de células vivas o latentes que cumplen la función de fijar de manera biológica el Nitrógeno (N), solubilizan el Fósforo (P), producen hormonas promotoras del crecimiento, entre otros aspectos (Jiménez, 2007). Ellos se han convertido en uno de los puntales de la agricultura orgánica, y actualmente su producción comercial se ha extendido considerablemente, existiendo una amplia gama de productos (Socorro, 2008).

De acuerdo a Herrera (citado en INIA, 2005), los biofertilizantes de origen bacteriano y de uso agrícola, pueden ser a base de microorganismos fijadores de nitrógeno, los cuales se clasifican en: simbióticos (ejemplo: *Rhizobium sp* y *Bradyrhizobium sp*) y no simbióticos (ejemplo: *Azotobacter chroococum* y *Azospirillum brasilense*).

De acuerdo a González y Lluch (1992), la morfología de *Azotobacter* ha sido y es uno de los apartados de estudio más atractivo de este género bacteriano. Así, la citología de estas bacterias no solo se altera por las condiciones ambientales, sino que más bien varía de una forma extrema.

Este género comprende bacterias grandes, levaduriformes, aerobias estrictas, no esporógenas y Gram Negativas; son mesófilas y su temperatura óptima de desarrollo es de 30°C (Martínez-Viera, 1986). De acuerdo a Jiménez (2007), la clasificación taxonómica de las bacterias de *Azotobacter* es la siguiente: Familia: *Azotobacteraceae*; Subclase: Gamma; Género: *Azotobacter*; Especies: *chroococcum*, *vinelandii*, *beije rinckii*, *paspali armeniacus* y *nigricans* y *salinestris*.

De acuerdo con la estructura molecular de *Azotobacter sp*, estas son bacterias de forma bacilar que reaccionan a la tinción de Gram, como Gram Negativas, miden aproximadamente entre de 2 y 6 μ micronanómetros de diámetro (Moreno, 2006).

En otro orden de ideas, los abonos orgánicos son usados ampliamente por los productores agrícolas, pues representan una fuente de N y demás nutrientes de fácil asequibilidad. Así mismo, mediante el proceso de descomposición realizada por los microorganismos habitantes del suelo (bacterias, hongos, entre otros) se producen compuestos inorgánicos, especialmente humus, un residuo orgánico estable que favorece la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Según estos últimos autores, algunas ventajas en el uso de abonos orgánicos son las siguientes:

- Disposición de macro y micronutrientes para las plantas.
- Aumento en capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Aumento de materia orgánica (MO), que ayuda a la capacidad amortiguadora de los suelos, atenuando cambios químicos y biológicos.

- Formación y estabilización de agregados en el suelo.
- Retención de agua y aireación de los suelos.
- Regulación de temperatura del suelo e incremento de la población de macro y microorganismos.
- Protección de erosión del suelo.

En el Cuadro 2 puede observarse la cantidad de nutrientes presentes en diversas fuentes de Materia Orgánica (MO), siendo la gallinaza el material que aporta las mayores cantidades de N, P y K por cada 1000 kg de abono orgánico, en contraste con las otras fuentes de materiales orgánicos cuyos aportes en nutrientes son menores a excepción del elemento Mg, el cual está presente en mayor cantidad en el estiércol de vaca.

Cuadro 2

Cantidad de nutrientes presentes en diversas fuentes de Materia Orgánica (MO)

Materiales Orgánicos	N	P₂O₅	K₂O	MgO
	Kg de elemento/1000 kg de abono orgánico			
Vaca	20	13	20	12
Oveja	40	20	35	4
Cerdo	20	14	18	5
Gallinaza	25-50	20	50	6
Humus de composta	10	10	10	7
Humus de lombriz	4	5	2	2
Desecho de flores	13	10	3	8

Fuente: Pumisacho y Sherwood (2002)

El uso de altas cantidades de abonos orgánicos como la gallinaza por unidad de superficie (> a 10 t/ha), ha traído efectos negativos en los

recursos naturales, tales como: acumulación de nitratos en aguas freáticas, toxicidad en las plantas por la presencia de altos niveles de Nitrito (NO₂) en los suelos, contribuyendo a la muerte de la biota del suelo, lo que ha ocasionado desequilibrios en los procesos naturales, que se traducen en un alto costo económico, social y ecológico.

Sistema de Hipótesis y Variables

Hipótesis de la investigación

Si el uso del biofertilizante a base de la bacteria fijadora de Nitrógeno *Azotobacter sp* afecta el desarrollo del cultivo de la papa, éste debería influenciar de manera positiva sobre las características químicas del suelo, sobre su rendimiento y por ende lograr una reducción en los costos de producción.

Variable independiente

Tipo de fertilización bajo experimentación: a) gallinaza + fertilizante químico; b) biofertilizante (*Azotobacter sp*); c) sin fertilización.

Variable dependiente

Rendimiento obtenido al final del experimento expresado en kg/ha; características químicas del suelo (ppm de nutrientes); y costos de producción.

Marco Metodológico

A objeto de lograr los objetivos de la investigación y comprobar la hipótesis formulada, la metodología utilizada se expone seguidamente.

Para determinar el efecto *Azotobacter sp* sobre las características del suelo bajo el cultivo de papa, así como en el rendimiento de dicho cultivo,

se realizó un ensayo de campo que implicó la toma de muestras de suelos antes y después de la cosecha del cultivo de papa en la finca productora seleccionada, ubicada en El Valle, municipio Libertador del estado Mérida, para establecer el nivel de fertilidad inicial y residual del suelo. La finca se caracteriza por tener tradición papera, abarcar una superficie de 2 has (20.000 m²), y a los fines de la presente investigación se tomó un área total de 81 m², dividiéndose en nueve (9) subparcelas de 9m² cada una. De esta manera al inicio y al final del ensayo se trabajó con nueve submuestras de suelos.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres replicas para cada uno de los tratamientos. Inicialmente se efectuó, con ayuda de estacas y una cinta métrica, el trazado de las subparcelas contentivas de cinco (5) hileras de 10 semillas de papa variedad Granola F2 cada una, separadas a una distancia de 0,6 m entre surcos y a una distancia de 0,50 entre plantas (450 plantas de papa en total). Se aplicaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

1. Tratamiento 1 (T1): testigo, no se realizó aplicación de fertilizante químico ni orgánico.

2. Tratamiento 2 (T2): biofertilizante a base de *Azotobacter sp.* empleando la dosis comercial (2 Litros/ha).

3. Tratamiento 3 (T3): 15 t/ha de gallinaza + 45 kg/ha de N- 25 kg/ha de P₂O₅-25 kg/ha de K₂O (aproximadamente es la mitad de la dosis de fertilizante químico que aplican normalmente los productores de la zona). Sin embargo, en base a los análisis realizados al suelo se usó la mitad de la dosis de fertilizante químico de la fórmula 12-12-17/2 sp (190 kg/ha) fraccionada en dos partes, 95 kg al momento de la siembra y los 95 kg restantes al momento del aporque, debido a que el suelo mostró altos contenidos de nutrientes.

En el ensayo se empleó gallinaza comercial seca y empacada, denominada fertipollo. Para los análisis químicos se tomaron porciones

al azar en 5 sacos diferentes y se mezclaron para formar una muestra compuesta. La cantidad de fertilizante químico utilizada en el ensayo corresponde a la mitad de la dosis de fertilizante que aplican normalmente los productores de la zona, debido a que en este tratamiento también se pone una dosis de 15 t/ha de gallinaza. Se usó la fórmula completa 12-12-17/2 sp, realizando la aplicación fraccionada en dos partes, la mitad al momento de la siembra y la otra mitad en el aporque.

Los tratamientos de fertilización química y orgánica se colocaron al fondo del surco, antes de la siembra, tapándolos con tierra. El biofertilizante también fue aplicado al fondo del surco y al inicio de la mañana, por ser una de las horas más frescas del día, ya que la efectividad del producto puede ser afectada por las altas temperaturas y la radiación solar.

En el ensayo se realizaron las labores de manejo agronómico usuales del cultivo. Se llevaron a cabo aplicaciones de fungicidas e insecticidas de forma preventiva, pues el clima en la zona no fue el más apropiado para el desarrollo óptimo del cultivo (altas temperaturas diurnas, bajas temperaturas en la noche, con presencia de neblina). A pesar del control químico se observaron plantas afectadas con marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), las cuales fueron eliminadas del ensayo, aplicando cal agrícola en el fondo del hoyo de la planta para evitar la diseminación de la enfermedad.

Transcurridos 49 días después de la siembra se realizó el aporque de las plantas, aplicando nuevamente los tratamientos de biofertilizante y la dosis restante del fertilizante químico en el tratamiento de gallinaza.

Al finalizar el ciclo del cultivo (104 días) se efectuó la cosecha de los tubérculos, con el propósito de evaluar el efecto de *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo de papa en un suelo de El Valle, municipio Libertador, estado Mérida.

Para la recolección de los datos se utilizó una planilla de evaluación en la cual se registró toda la información obtenida en el campo. Esta planilla poseía un ítem de observaciones donde se registraba cualquier

eventualidad como la posible muerte de una planta, o daños a las mismas ocasionados por los rigores del clima e incidencia de plagas. También contenía fecha de observación y evaluación, de igual manera se mantuvo un seguimiento quincenal del rubro así como de todas las tareas realizadas en el mismo.

Con la información obtenida en el campo y en el laboratorio se logró disponer de información sobre las propiedades químicas del suelo (al inicio y al final del ensayo), y los rendimientos del cultivo de papa. Para el estudio de los resultados se aplicó el análisis de varianza de una Vía. Las diferencias entre las medias de las variables se evaluaron utilizando la prueba de Tukey. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el Programa STATISTICA 6.0.

A propósito de estimar los costos de producción del cultivo de papa, así como la obtención de algunos beneficios, se empleó la técnica de la entrevista que es definida por Aguirre (1995) como un intercambio de información que se efectúa cara a cara; es un canal de comunicación entre el analista y la organización, y sirve para obtener información acerca de las necesidades y la manera de satisfacerlas, como también para lograr la comprensión (por parte del usuario) de toda idea o método nuevos. Por otra parte, la entrevista ofrece al analista una excelente oportunidad para establecer una corriente de simpatía con el personal usuario, lo cual es fundamental en el transcurso del estudio, y la ocurrencia del hablar en situación de interlocución, acto que se desarrolla en tres momentos de abstracción creciente: selección de elementos, organización de tales elementos y la organización argumentativa. Los dos primeros momentos se dan antes de que la persona ponga en acto su discurso; el tercero corresponde al acto de tomar la palabra y desarrollar el discurso, e implica una actividad cognitiva. A los fines consiguientes, se realizaron entrevistas para recabar información de forma verbal a través de un cuestionario (instrumento técnico) diseñado con preguntas abiertas, para familiarizar al entrevistado con los temas objeto de consulta, así como también con preguntas de evocación que requieren concentración,

reflexión y tiempo. El cuestionario diseñado para realizar las entrevistas contenía ocho preguntas muy puntuales dirigidas a conocer los costos de producción en que incurren los productores de la zona, en contraste con la información suministrada por el ente oficial (MPPAT), y así poder establecer posibles beneficios en el uso de alternativas de fertilización diferentes a la convencional. Para su análisis se empleó la técnica de la hermenéutica, y los resultados fueron plasmados en cuadros descriptivos.

Resultados

Efecto del Azotobacter SP sobre las Características Químicas del Suelo bajo el Cultivo de Papa

En cuanto a las condiciones químicas del suelo se puede decir, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, que es apto para el cultivo de papa, posee altos contenidos de nutrientes esenciales: fósforo y potasio (P y K) necesarios para el crecimiento y buen desarrollo del cultivo, es rico en materia orgánica favoreciendo la absorción de nutrientes por parte de las plantas. En líneas generales, el suelo no requirió de enmiendas pues tenía condiciones favorables para el desarrollo del cultivo. Al inicio del ensayo este contaba con elementos como: P (271,5 ppm), K (507 ppm), y Ca (803 ppm) en cantidades altas y Mg (71,5 ppm) en cantidades medias. Después de la cosecha del cultivo de papa se obtuvo una reducción de casi la mitad del elemento P (117 ppm), mientras que para los elementos K (445,5 ppm), Ca (663 ppm) hubo una reducción pero no tan marcada como en el caso del P, debido a que la gallinaza empleada tenía contenidos muy altos de estos elementos. Además de la gallinaza también se adicionó fertilizante químico, práctica usual de los productores de papa de la zona, a través de la Fórmula Completa: 12-12-17/2 sp, la cual contiene Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg) en formas rápidamente disponibles por las plantas; esto enriqueció aún más la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo que, en el caso del Mg, se incrementó con respecto al inicio del ensayo (91,92 ppm).

Al finalizar el ciclo del cultivo papa se encontró, en las parcelas con aplicación del biofertilizante *Azotobacter sp* y del testigo, una disminución en los contenidos de P, K, Ca y Mg disponibles en el suelo, debido a la extracción de nutrientes para el desarrollo de las plantas de papa, quedando en el suelo una reserva de dichos elementos, que pudiera ser utilizada por otro cultivo.

En relación al tratamiento con biofertilizante, se observaron comportamientos similares al tratamiento con la adición de gallinaza, con respecto al P (de 220 ppm se redujo a 95 ppm), mientras que para el K (530,5 ppm) y Ca (894 ppm), hubo una mayor pérdida tanto de K (297 ppm), como de Ca (567 ppm). Es necesario acotar que el biofertilizante *Azotobacter* solo proporciona el elemento Nitrógeno, pues los microorganismos pueden fijar entre 50-70 por ciento del Nitrógeno atmosférico y de 30 a 50 por ciento del N orgánico. En tanto la gallinaza aporta grandes cantidades de otros nutrientes, además del nitrógeno, tales como Calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), entre otros.

Los resultados sugieren que el cultivo de papa extrajo las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo requeridos para su desarrollo, dejando cantidades suficientes de reserva que podrían ser aprovechados por otros cultivos. En el tratamiento de gallinaza y fertilizante químico se realizó un gran aporte del elemento Mg, tanto que las plantas de papa tomaron lo que necesitaron y quedó un excedente de este elemento en el suelo.

Con respecto al tratamiento testigo, se observaron resultados muy parecidos a los anteriores, disminución en todos los niveles de P (de 220 ppm a 95 ppm), K (de 534 ppm a 317,5 ppm), Ca (de 834 ppm a 612 ppm) y Mg (de 80,5 ppm a 68 ppm). Esto pudo deberse a la extracción de nutrientes presentes en el suelo para el desarrollo de las plantas de papa, quedando en el suelo una reserva que pudiera ser utilizada en otro cultivo.

En cuanto a la concentración de las diferentes formas de N, se observó que en el tratamiento testigo hubo una pequeña disminución de los contenidos de Nitrógeno total (de 0,66 a 0,59 por ciento) y Amonio

(de 0,50 a 0,43 por ciento respectivamente), mientras el contenido de Nitrato aumentó (de 0,12 a 0,16 por ciento respectivamente). Esto se debió a la existencia de una cantidad alta del mismo al inicio del ensayo y durante el período de duración del experimento la planta tomó lo que requería, quedando un excedente en el suelo. Existe la posibilidad de que el Nitrato sea lavado en el perfil del suelo por las lluvias o el agua de riego y pueda contaminar las aguas subterráneas. Mientras que el N disponible en la forma de Amonio actúa como un elemento mineral de reserva que a posteriori se transformaría en Nitrato, cuya forma es de más fácil absorción por parte de las plantas.

Al final del ensayo hubo una disminución de los contenidos de nitrógeno (N) total (de 0,62 a 0,54 por ciento) y de nitrato (de 0,27 a 0,05 por ciento) del suelo del tratamiento de biofertilizante, a diferencia del contenido de Amonio que se incrementó (de 0,35 a 0,50 por ciento respectivamente). Posiblemente la acción de los microorganismos del *Azotobacter* pudo favorecer la absorción de N por parte de las plantas de papa, debido a una reducción significativa en los niveles de Nitrato, mientras que el incremento en el contenido de Amonio constituye una fuente de reserva de N en el suelo. Es importante referir que el N orgánico debe pasar por un proceso de mineralización a fin de que pueda estar disponible para las plantas, por lo que se requiere de la actuación de microorganismos que faciliten su transformación de Amonio, a Nitrito y, por último, a Nitrato.

Con el tratamiento de gallinaza + fertilizante químico se observó, como era de esperarse, un incremento en los niveles de N total (de 0,59 a 0,60 por ciento) de Nitrato (de 0,09 a 0,12 por ciento) y una muy pequeña pérdida de Amonio (de 0,49 a 0,48 por ciento), debido a que al inicio del ensayo dichos elementos se encontraban en altas concentraciones. Sin embargo, siguiendo el manejo tradicional del cultivo por parte de los productores de la zona se le adicionó gallinaza rica en estos nutrientes, más una fórmula completa de fertilizante químico, lo cual aportó los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo y dejó un excedente en el suelo.

Desde el punto de vista socioeconómico, el mantenimiento de estas

cantidades de N se hace insostenible debido a los altos costos que acarrear la adquisición y posterior incorporación de la gallinaza al suelo que, de no usarse de manera adecuada, podría traer consecuencias adversas sobre la salud, ya que la misma es una fuente rica para la reproducción de moscas (*Musca domestica* L) capaces de acarrear cerca de 100 enfermedades patógenas como: fiebre tifoidea, cólera, salmonella, disentería, tuberculosis, ántrax, y otras. Las moscas, en las áreas con poco o nada de higiene, son portadoras de enfermedades y patógenos diversos, y algunas variedades empiezan a ser inmunes a insecticidas.

Sobre los porcentajes de materia orgánica, se apreció que hubo un incremento de ésta al final del ensayo, principalmente en los tratamientos con la adición de gallinaza y del biofertilizante. En cuanto al parámetro de pH del suelo, en el tratamiento con gallinaza + fertilizante químico la reducción en el nivel de pH de 0,2, es decir, aumentó la acidez del suelo, mientras que para los tratamientos restantes, el biofertilizante y el testigo se produjo un incremento en el pH de 0,2 y 0,4 respectivamente. Significa que tanto en uno y otro se tendió a estabilizar los niveles de acidez de suelo más hacia lo neutralidad (ph = 7), lo cual es apropiado para el crecimiento de los cultivos.

Efecto del Azotobacter SP en el Rendimiento del Cultivo de Papa

Concluido el ciclo del cultivo de papa (104 días), variedad Granola, se realizó la cosecha de los tubérculos con el propósito de evaluar el efecto de *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo en referencia, en un suelo de El Valle, municipio Libertador del estado Mérida. También se procedió a pesar los tubérculos correspondientes a cada subparcela.

El rendimiento de tubérculos en peso fresco presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de fertilización. En promedio, el mayor rendimiento se dio en el tratamiento con gallinaza y fertilización química; sin embargo, el rendimiento obtenido con el biofertilizante *Azotobacter sp.*, resultó 33 por ciento más alto que el testigo.

Cuadro 3

Rendimiento de papa de la variedad Granola obtenido con los tratamientos de gallinaza y *Azotobacter sp* en suelos de El Valle, municipio Libertador, estado Mérida.

Tratamiento de Fertilización	Rendimiento
Gallinaza (15 ton/ ha)	47,0 (8,4) a
Biofertilizante (2 l/ ha)	33,1 (10,8) b
Testigo	25,0 (2,4) b

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas (n = 6, Tukey, p <0,05)

Es importante resaltar que el rendimiento obtenido con el tratamiento del biofertilizante a base de *Azotobacter sp* arrojó resultados positivos, en el sentido de que los mismos se asemejan a los promedios de producción obtenidos en la zona (entre 25 a 30 t/ ha).

Ensayos similares con papa de la variedad Idiafrit, fueron realizados en el Campo Experimental de Mucuchíes del INIA, ubicado en el municipio Rangel del estado Mérida, durante 3 años consecutivos (2000 – 2003), en donde se incorporó gallinaza y Vermicompost. Los resultados arrojaron un incremento del rendimiento promedio superior al 10 por ciento al uno y otro material. El número de tubérculos se incrementa en un 8,32 por ciento al abonar con gallinaza y 15,14 por ciento al abonar con Vermicompost.

El análisis de fritura realizado por la empresa de procesamiento de la Snacks Americana Latina, ubicada en La Grita, estado Táchira, demostró que los lotes donde se usó gallinaza resultaron no aptos para agroindustria, mientras que las muestras de parcela abonadas con Vermicompost resultaron aptas. Esto indica que la gallinaza afecta la calidad culinaria del tubérculo; así mismo, algunas pruebas mostraron que los extractos de gallinaza contienen Metabolitos que son tóxicos para las plantas (Zambrano, González, Villamizar y Acevedo, 2004).

En el año 2005, Araujo, Díaz, Rodríguez y Varela (2005) también

evaluaron el uso de gallinaza en suelos de El Valle, estado Mérida, a diferentes dosis, desde cero (0) para el tratamiento testigo hasta siete (7) t/ha, que corresponde a la mitad de la dosis que normalmente usan los productores de la zona, y no encontraron diferencias significativas en los rendimientos de papa en los tratamientos (promedios de 19 a 21.000 kg/ha). La explicación dada por los autores es que el área bajo estudio presentó niveles altos de materia orgánica, por la aplicación de gallinaza en altas dosis y en ciclos repetidos. Es por ello que no se hace necesario la aplicación de estos abonos orgánicos en cada ciclo del cultivo papa (como es usual en la zona), pues existe cierto contenido de N disponible para el cultivo. Así mismo, las cantidades de gallinaza y fertilizantes nitrogenados aplicados en la zona, para mantener la productividad en términos de cosecha, generalmente son bastante altas.

González, *et al* (1996) obtuvieron respuestas del cultivo de papa a la aplicación de diferentes dosis de gallinaza al momento del porqué, obteniendo los mejores resultados al aplicar entre 10.000 y 13.500 kg/ha, con rendimientos promedios de producción de papa de 25 a 30.000 kg/ha. Sin embargo, se comprobaron también efectos negativos sobre la biota del suelo.

Procede acotar que, si bien los estudios mencionados se realizaron en zonas con altitudes diferentes (municipios Rangel y Libertador del estado Mérida), los rendimientos obtenidos en ambos casos, se asimilan a los normalmente logrados en estas zonas.

En relación al uso del biofertilizante puede referirse que, a pesar de que los rendimientos alcanzados fueron menores a los obtenidos con la gallinaza, existen diversos beneficios no medibles estadísticamente, pero si palpables en el medio ambiente, en la salud, y en el aspecto económico de los productores, que hacen de esta fertilización un fuerte aliado para el desarrollo de una agricultura sustentable. Por otra parte, el empleo de *Azotobacter sp* contribuirá al fortalecimiento de la relación hombre – planta – medio ambiente, pues es una tecnología basada en principios agroecológicos. Tales afirmaciones pueden formularse al considerar las

respuestas aportadas por los productores de papa en cuanto al uso de nuevas opciones de fertilización y sus beneficios, así como la reducción de los costos de producción logrados. Sobre estos aspectos, en el próximo aparte se hará referencia a los mismos.

Costos de Producción del Cultivo de Papa con el Uso de Azotobacter SP y otros Beneficios

Mediante la aplicación de la metodología adoptada se logró obtener información sobre la cantidad de gallinaza usada (expresada en t/ha) y costo, uso de fertilizante diferente a la gallinaza y resultado obtenido, evocación referente a la palabra biofertilizante, rendimiento obtenido al momento de cosechar la papa, significado de ganancia, cifras oficiales del costo de producción de la papa y opinión de los productores, uso de nuevas alternativas de fertilizantes que contribuyan a la sustentabilidad, y prácticas agrícolas y costos.

Cantidad de gallinaza usada (T/ha y costo)

En promedio los productores usan entre 13 y 14 t/ha de gallinaza, con un costo promedio de 4.000 Bs. F. Esto indica que los productores invierten una importante cantidad de dinero en tal tipo de fertilización orgánica, lo cual aumenta considerablemente los costos de producción de papa, pudiendo ser llevados a una mínima expresión usando el Biofertilizante propuesto en la presente investigación. Además, también los productores manifestaron que últimamente se ha dificultado la adquisición de gallinaza para uso como abono, pues está siendo utilizado con otros fines, como suplemento alimenticio para animales.

Uso de otros fertilizantes diferentes a la gallinaza y resultado obtenido

Se evidenció que solo el 25 por ciento de los entrevistados han utilizado una alternativa diferente a la gallinaza. De las tres experiencias

comentadas, el humus de lombriz dio buenos resultados, pero se dificulta su obtención y es bastante costoso. El productor que probó el biofertilizante a base de *Azotobacter sp* obtuvo un 20 por ciento menos de rendimiento, y refirió que el producto fue de fácil manejo, representando una alternativa diferente al uso de gallinaza. En cuanto al entrevistado que usó la cachaza de caña de azúcar, especificó que obtuvo pérdidas, por tener rendimientos muy bajos.

Evocación referente a la palabra Biofertilizante

Al preguntarle a los productores sobre ¿qué se le viene a la mente cuando oye la palabra biofertilizante?, el 80 por ciento la asoció con fertilizante, alimento y natural, mientras que el 20 por ciento restante lo hizo con alimentación. Esto significa que los productores están conscientes de la necesidad de emplear productos que contribuyan con la nutrición del cultivo. Con respecto a la segunda parte de la pregunta relacionada con el beneficio, el 100 por ciento de los entrevistados coincidió en que usar productos naturales o biofertilizantes es positivo, no solo para el cultivo y el suelo, sino también para el medio ambiente.

Rendimiento obtenido al momento de cosechar la papa

Al analizar la información aportada por los productores, el 33 por ciento de los entrevistados manifestaron que el rendimiento promedio oscila entre 25 a 30.000 kg/ha; un 25 por ciento coincidió entre 30 a 35.000 kg/ha; en tanto el resto de los entrevistados, 42 por ciento, opinaron de la siguiente manera: de 28 a 30.000 kg/ha, 30.000 kg/ha, 30 a 40.000 kg/ha y de 40 a 45.000 kg/ha. Es decir, que en promedio los productores de la zona obtienen rendimientos aproximados de 30.000 kg/ha.

Significado de ganancia

Para el 100 por ciento de los productores la palabra “ganancia” solo tiene

un valor monetario; sin embargo, 58 por ciento opinó que simplemente era la obtención de dinero por encima de los costos de producción sin valorar si el ingreso es alto o bajo, mientras que 33 por ciento manifestaron que la verdadera ganancia estaba representada en ganar el doble o más de lo invertido. Un productor (9 por ciento) la definió de manera breve y clara, así: “*Mientras más entre y menos salga*”. Es importante acotar que otros elementos fundamentales en el proceso agroproductivo como la dimensión humana y ambiental no tuvieron preponderancia en sus respuestas debido, quizás, a que la concepción economicista forma parte del arraigo cultural de los pueblos donde se privilegia la obtención de lucro por encima del beneficio ecológico y humano.

Cifras Oficiales del costo de producción de la papa y opinión de los productores

Para el momento de la ejecución de la presente investigación el Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierra (MPPAT) estimaba que producir una ha. de papa costaba Bs. F 22.348,31. Pero al entrevistar a los productores, el 100 por ciento expresó que para producir tal cantidad de papa “gasta más” que lo pautado por el mencionado organismo oficial. De ellos, el 30 por ciento coincidieron que gastan 40.000 Bs. F. o más; 25 por ciento entre 35.000 y 40.000 Bs. F.; 25 por ciento entre 30.000 y 35.000 Bs. F.; 8 por ciento el doble de lo indicado por el Ministerio; otro 8% lo que corresponde al doble o más; otro 8 por ciento dijo que entre 38.000 a 40.000 Bs.F. y el 4 por ciento restante aseveró que gasta 40.000 Bs. F. En conclusión puede decirse que producir 1 ha. de papa está por el orden de los 40.000 Bs. F. cultivando bajo el esquema tradicional.

Uso de nuevas alternativas de fertilizantes que contribuyan a la sustentabilidad

El 100% de los entrevistados coincidió en que les gustaría probar un producto biológico (biofertilizante) que con el transcurso del tiempo

garantice la sustentabilidad de la sociedad. Las respuestas estuvieron dirigidas a proteger la familia, a ser solidarios con ellos mismos y con el prójimo; también se mostraron interesados en proteger el ambiente y la salud, elementos primordiales para el avance de una sociedad sustentable. Por lo demás, las respuestas indican que los productores poseen cierto grado de concientización, y buscan no solo el beneficio individual sino el colectivo.

Prácticas agrícolas que realizan los productores y costos de producción de la papa

Los productores entrevistados coincidieron en el pago del jornal fijo, el cual está en el orden de 60 Bs. F. diarios, mientras que los temporeros varían de acuerdo a la tarea asignada (este monto es de 80 Bs. F. o más). Al momento de la cosecha se pagan 10 Bs. F. por saco de papa recogido. Siendo así, el salario de un jornal fijo es de 960 Bs. F. al mes. Es importante resaltar que durante todo el ciclo del cultivo emplean aproximadamente 177 jornales, lo que ocasiona un incremento significativo en los costos de producción, representando un 31 por ciento de los gastos totales; un 28 por ciento de lo invertido se gasta en adquirir fertilizantes químicos y orgánicos, es decir, 59 por ciento de los costos en que se incurre para producir papa se invierten en pago de jornales y fertilizantes, el 41 por ciento restante se usa para la preparación de la tierra, adquisición de semilla e insumos varios (herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematocidas), así como para otros gastos (sacos, herramientas, entre otros).

Los resultados obtenidos indican que existe una reducción significativa en los costos de producción, al utilizar la alternativa planteada en la presente investigación. Al restar el costo de la aplicación de la gallinaza (3.996 Bs. F.), al costo de producción obtenido en las respuestas de los entrevistados, obtenemos como resultado un costo total de 35.087 Bs. F.

De la misma manera existiría una reducción en los costos de producción en cuanto a la cantidad de los fertilizantes utilizados, pues durante el

ensayo se usó la mitad de la dosis que normalmente emplea el productor de la zona (3.521 Bs. F.), ahorrando un 50 por ciento en fertilización.

En cuanto a la cantidad de jornales también existe una reducción considerable de los costos, pasando de 26 jornales a cuatro, que corresponderían a dos en el momento de la siembra, para aplicar el biofertilizante y los dos restantes al momento del aporque. Esto representaría una reducción en los costos de producción de 1.781 Bs. F., es decir del 5 por ciento, quedando un costo total en 28.739 Bs. F., con un ahorro de 27 por ciento sobre el gasto actual. También, es importante señalar el beneficio ecológico, que trasciende al económico, debido a que el biofertilizante es una alternativa socio-tecnológica sustentable.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron formular las siguientes conclusiones.

1. La aplicación del biofertilizante *Azotobacter sp* permitió incrementar el contenido de Amonio y materia orgánica en el suelo, que podría ser una fuente de reserva de Nitrógeno disponible.

2. El rendimiento del cultivo de papa obtenido en el ensayo usando el biofertilizante *Azotobacter sp* (33.1 kg/ha), a pesar de ser inferior (30 por ciento menos) al obtenido con la gallinaza y el fertilizante químico (47 kg/ha), está dentro del promedio de rendimiento de este cultivo encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25 – 30 t/ha).

3. El uso de *Azotobacter sp* representa una alternativa agroecológica para contribuir con el desarrollo sustentable de los agroecosistemas tropicales enmarcada en la Constitución Bolivariana de Venezuela (CBV), así como en los tratados internacionales suscritos a nivel mundial para proteger el planeta.

4. Existen un conjunto de beneficios no medibles estadísticamente, pero sí palpables en el medio ambiente, en la salud, y en el aspecto económico de los productores, que hacen de esta alternativa de fertilización un fuerte aliado para el desarrollo de una agricultura sustentable.

5. El uso del biofertilizante *Azotobacter sp* contribuirá con el fortalecimiento de la relación hombre – planta – medio ambiente, debido a que es una tecnología basada en principios agroecológicos (sustentables).

6. Se evidenció una buena aceptación por parte de los productores agrícolas en cuanto al uso de otras alternativas de fertilización, diferentes a la gallinaza, como es el caso del biofertilizante a base de *Azotobacter sp*.

7. Se constató que 59 por ciento de los costos de producción de papa se invierten en pago de jornales y fertilizantes, el 41 por ciento restante se usa para preparar la tierra, adquisición de semilla, insumos varios (herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematicidas), así como, en otros gastos (sacos, herramientas, entre otros).

8. El 100 por ciento de los entrevistados coincidieron en que les gustaría probar un producto biológico (biofertilizante) que con el transcurso del tiempo le garantice preservar el ambiente, su salud y la de sus hijos, nietos y descendientes (sustentabilidad) y mostraron preocupación en cuanto a temas como el ambiente, la salud, la solidaridad entre otros, lo cual lleva a pensar que están conscientes y sensibles a temas tan importantes como el abordado en la presente investigación.

9. El uso del biofertilizante reduce en un 27 por ciento los costos de producción actuales de la producción de papa siendo un monto considerable, pues los Bs. F. 10.344 ahorrados producto del empleo de la nueva alternativa podrían ser invertidos o utilizados para otros fines como el ahorro, la educación, la vivienda, y los alimentos.

Recomendaciones

1. Hay necesidad de continuar experimentando con el biofertilizante, a

fin de conseguir las dosis adecuadas para el cultivo de la papa y disminuir el uso de la gallinaza y los fertilizantes químicos en este cultivo, dados los beneficios mostrados en los resultados

2. Continuar brindando apoyo a las tecnologías de bajo costo e impacto ambiental que permitan mantener al agroecosistema papero en equilibrio.

3. Sembrar en las generaciones futuras el deseo de utilizar alternativas de fertilización más cónsonas con el medio ambiente.

4. Difundir el uso y beneficios de los biofertilizantes debido a que los mismos no ocasionan efectos adversos a la salud o al medio ambiente.

5. Sincerar los costos actuales de producción de papa a fin de mejorar la financiación del rubro.

6. Introducir la alternativa de biofertilización dentro de los costos de producción para el fortalecimiento de tecnologías que conlleven a una agricultura agroecológica sustentable.

Referencias

- Araujo, Y.; Díaz, L.; Rodríguez F.; Varela R. (2005). Evaluación del uso de la gallinaza en suelos del Valle, estado Mérida. En *Informe del Proyecto Coordinado Gobernación -Fundacite-INIA*. Mérida, Venezuela.
- Aguirre, A. (1995). *Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural*. México: Alfaomega.
- De la Peña. G. (1994). Manejo ecológico del suelo. *Documento de trabajo de la Red de Acción de Agricultura Alternativa (RAAA)*. Perú, Lima.
- Del Castillo, P. y Montes de Oca, F. (1994). Efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo y fijadoras de nitrógeno sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*). En II Taller sobre Biofertilización en los Trópicos. *Cultivos Tropicales*, 15 (3), 67. Cuba, La Habana.
- González, C.; Benítez, M.; y Álvarez, C. (1996). *Respuesta de la papa a la aplicación de distintas dosis de gallinaza en el momento del aporque*. En II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. España:

Pamplona-Iruña.

- González, J. y Lluch, C. (1992). *Biología del Nitrógeno. Interacción planta-microorganismo*. Madrid: Rueda.
- Hetier, L. y Pargas, L., (2001). Informe final. Proyecto Interdisciplinario CE:TS3 – T91 – 0 003 (CE-CSIC-ULA-ORSTHOM-CNRS-KUL-UNELLEZ-LUZ): “*Influence of cultivation on organic nitrogen status in tropical soils. Adjustment of a mathematical model to nitrogen fertility*”. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre las reservas de nitrógeno orgánico en los suelos de los llanos occidentales de Venezuela”. Interlocutores: M.Banchs (UCV), M. Hernández (USB), M. Herlich (INRA,CNRS, Francia), Laboratorio ORSTHOM-ULA. Tarsy Carballas, (Unión Europea). PALMAVEN. Publicación ORSTOM´CEE-Alianza Francesa. Edición en francés e inglés, 1997. La edición en español, CDCHT (2001) *Representaciones sociales de prácticas agrícolas*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, 2005). Producción de semilla de papa en Venezuela. *Manuales de Cultivo*, 5. Mérida, Venezuela: Producciones Karol.
- Jiménez, D. (2007). *Caracterización molecular de cepas nativas colombianas de Azotobacter sp mediante el análisis de restricción del DNA Ribosomal 16s*. Tesis de la Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas - Microbiología Industrial. Bogotá, Colombia.
- Martínez, R.; Dibut, B.; Tejada, G. y García, R. (2004). Reducción de la fertilización nitrogenada en distintos cultivos económicos mediante la aplicación de biofertilizantes. En *Memorias del Congreso “Trópico 2004”*, Cuba, La Habana.
- Martínez, R.; López, M.; Brossard, M.; Tejada, G.; Pereira, H.; Parra, C.; Rodríguez, J.; Alba, A. (2006) *Procedimientos para el estudio y fabricación de biofertilizantes bacterianos*. (Serie B N° 11) Maracay, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Martínez-Viera, R. (1986). *Ciclo biológico del nitrógeno*. Cap. I y II. Cuba, La Habana: Ed. Científico Técnica.
- Ministerio para el Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT, 2010).

Costos de producción y estadísticas nacionales y regionales del rubro papa. Mérida, Venezuela: División de Circuitos Agroproductivos y Agroalimentarios.

- Moreno, L. (2006). *Caracterización por técnicas convencionales y biología molecular de Azotobacter sp y otras bacterias diazótropicas para su posible uso como biofertilizantes.* Tesis de post-grado, Universidad de Los Andes (ULA). Mérida, Venezuela.
- Núñez, M. y Rodríguez, J. (2004). *Agricultura sustentable.* Venezuela: Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical (IPIAT).
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador.* Maracay-Venezuela/Quito-Ecuador: Editorial del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y del Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Socorro Castro, Alejandro R. (2008) *Modelo alternativo para la racionalidad agrícola* [Libro en línea]. Manejo Agroecológico de suelos y nutrición vegetal. Disponible: en http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2005840/lecciones/cap09/Lec9_1.htm. [Consulta: 2008, marzo 06].
- Toro, M. (1997). *Biofertilizantes microbianos en Venezuela.* En: investigaciones recientes Laboratorio de Estudios Ambientales, Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47.258, Caracas 1041-A, Venezuela.
- Zambrano, A.; González, L.; Villamizar, E. y Acevedo, E. (2004). Evaluación de la incorporación de la gallinaza y vermicom post sobre el sedimento y calidad comercial de la variedad de papa Idiafrit. *Memorias del XXII Congreso de la ALAP.* Mérida, Venezuela: INIA.

COMPORTAMIENTO DE LA RELACIÓN ADSORCIÓN SODIO (RAS) EN EL BIOTRATAMIENTO DE RIPIOS Y LODOS DE PERFORACIÓN PETROLEROS

Elizabeth Marín¹, Alberto Martín²

^{1,2}Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”,
Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas
investigación@psmcabimas.edu.ve

Resumen

En las operaciones de perforación de la industria petrolera es necesario el tratamiento de los desechos generados para evitar la contaminación ambiental. Una de las técnicas empleadas es el biotratamiento, proceso en el que intervienen una serie de variables que necesitan ser controladas para que los parámetros físico-químicos en los suelos mezclados con desechos cumplan con los límites establecidos por la normativa del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en su Decreto 2635. En el desarrollo de esta investigación se evaluó el comportamiento del RAS durante el proceso de biotratamiento efectuado en CETRAPECA, siendo necesario acudir a la información histórica del control de las variables del proceso así como a los análisis de los muestreos realizados a las parcelas. La investigación se tipificó de campo y descriptiva; la información recopilada se constituyó como la población de estudio, mientras que la muestra fue de tipo variable en función de los objetivos propuestos al inicio de la investigación. La evaluación del comportamiento del RAS generó resultados concretos que evidenciaron el grado de incidencia de las condiciones del suelo donde se realiza el biotratamiento, así como la influencia que tiene el tipo de desechos según su origen y su formulación en la evolución del biotratamiento, y se estudiaron las consecuencias del empleo de horas máquina en la mezcla de los desechos, como la aplicación del fertilizante triple 15 para enmendar los suelos.

Palabras clave: ambiente, biorremediación, biotratamiento, lodos, Relación Adsorción Sodio (RAS), ripios, salinidad, sodicidad, suelos.

BEHAVIOR OF SODIUM ADSORPTION RATIO (RAS) IN BIOTREATMENT CUTTINGS AND DRILLING MUD OIL

Abstract

In the drilling of the oil industry treatment of waste generated is necessary to prevent environmental pollution, one of the techniques used is the biotreatment, this process involves a number of variables that need to be controlled to physicochemical parameters chemicals in soil mixed with waste comply with the limits dictated by the rules of his decree MPPAMB in 2635. In developing this research RAS behavior was evaluated during biotreatment made in CETRAPECA was necessary to apply to historical information control of process variables as well as the analysis of samples taken to the plots, research and descriptive typified field. The information collected is constituted as the study population while the sample was variable rate depending on the objectives proposed at the beginning of the investigation. The assessment of the behavior of RAS generated concrete results where the degree of incidence of soil conditions where biotreatment is performed is detected and the influence of the type of waste according to its origin and development in the evolution of bioprocessing, and the consequences of the use of machine hours in the mixture of waste and the implementation of triple fertilizer 15 to amend the soils studied.

Key words: environment, bioremediation, biotreatment, mud, Sodium Adsorption Ratio (SAR), soil salinity, sodicity, gravel.

Introducción

En el contexto mundial la industria de la explotación de los hidrocarburos juega un papel determinante para las actividades productivas de los seres vivos; la misma es la principal fuente de recursos energéticos y económicos para muchos países. Está conformada por un conjunto de elementos que al unirse de manera coordinada permiten la producción del crudo de manera comercial, identificando básicamente las actividades de exploración, perforación, producción, manufactura y mercadeo.

La búsqueda de evidencias demuestra que el ambiente no es inerte a la explotación de los hidrocarburos; al contrario, este en oportunidades se ve afectado por dichas actividades debido a la generación de desechos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas. Por consiguiente se producen efectos desfavorables en el ambiente, alterando las condiciones iniciales del mismo.

Cabe destacar que la actividad que mayormente contribuye a generar desechos es la perforación, compuesta por cinco sistemas fundamentales: levantamiento, potencia, seguridad, rotación y circulación. Este último está integrado por equipos que permiten el flujo de los fluidos utilizados durante las operaciones, e incluye los fluidos de control y los lodos de perforación.

En este marco de ideas es necesario exponer que los fluidos de perforación poseen funciones indispensables en el proceso, mencionando la lubricación de la mecha, la generación de una columna hidráulica capaz de contener los fluidos de formación, la transmisión de potencia hidráulica y el enfriamiento a la mecha, además la remoción y levantamiento de los cortes de formación, entre otras.

El levantamiento de los ripios, cuyo buen desempeño produce una ventaja muy importante al proceso de perforación, a su vez, es el principal causante de la generación de desechos. Si bien es cierto, que esta mezcla lodo-ripios puede ser tratada constantemente mediante el uso de sistemas

de control de sólidos, llega un momento en el cual el lodo pierde sus propiedades sin poder recircularse al pozo, originando un problema en cuanto a la disposición de estos desechos. Durante la formulación de los fluidos se agregan aditivos cuyos componentes orgánicos e inorgánicos generan efectos no deseados en el ecosistema.

Actualmente la contaminación ambiental afecta el planeta, por lo que se han creado leyes, normas, procedimientos, reglamentos y restricciones, para minimizar el grado contaminante de los residuos generados por las actividades petroleras. También se han realizado estudios e investigaciones cuyo propósito principal es el tratamiento de los mismos, para que estos puedan ser reincorporados al ambiente sin que dañen las condiciones de vida existentes.

Por tal motivo, una de las técnicas utilizadas es el biotratamiento de desechos que consiste en la exposición de los mismos a microorganismos que, mediante su proceso metabólico, degraden los componentes contaminantes convirtiéndolos en dióxido de carbono, el cual es un gas que no ataca el entorno. Partiendo de esta técnica se han formulado un conjunto de métodos de tratamiento entre los cuales se pueden mencionar la bioremediación, landfarming, compostaje, biopiling, fitorremediación, entre otros.

Es necesario acotar que durante el proceso de biotratamiento es imprescindible controlar variables que inciden directamente en el tratamiento de los desechos, entre estas se tienen: el contenido de humedad mediante la aplicación de agua, el control de la temperatura, la oxigenación del suelo a través de la aireación de la mezcla suelo-desechos utilizando maquinaria de rastra, el contenido de nutrientes por la aplicación de fertilizantes como enmiendas del suelo, la presencia de microorganismos, las concentraciones de compuestos orgánicos y de metales pesados, el pH, el clima, la flora y la fauna.

Por otro lado, también es oportuno indicar que el control de las variables nombradas en el proceso de biotratamiento se realiza para evaluar la

incidencia sobre los residuos tratados, mejorando las condiciones de los mismos; al hablar del mejoramiento de las condiciones de los ripios y lodos tratados se hace referencia a la disminución de los parámetros críticos hasta llevarlos a norma, es decir, a los límites permitidos por los entes reguladores ambientales.

Al respecto, en el Decreto 2.635, Artículos 50 y 53, publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, se expone que pueden utilizarse las técnicas de biorremediación y esparcimiento en suelos para el tratamiento de desechos, los cuales deben llegar hasta sus límites permisibles en la evaluación de los siguientes parámetros: porcentaje de aceites y grasas, relación adsorción sodio (RAS), conductividad eléctrica, cloruros, pH, contenido total de hidrocarburos, sodio, magnesio, calcio, cadmio, zinc, bario, arsénico, entre otros.

El parámetro de la relación adsorción sodio (RAS), es por definición el cociente de la concentración de iones de sodio entre la raíz cuadrada de la sumatoria de las concentraciones de calcio y magnesio. El efecto de la misma es altamente nocivo para los suelos, pues contribuye al deterioro de la estructura y a la reducción de la permeabilidad, lo que conlleva a la alteración de sus características físico-químicas, causando un grave impacto ambiental.

Específicamente en los terrenos de la empresa Centro de Tratamiento Petrolero, C.A (CETRAPECA), a lo largo de los años se ha demostrado que la relación adsorción sodio es el parámetro que predominantemente necesita de mayor tiempo de tratamiento a propósito de su ubicación dentro de los límites permitidos por el Ministerio del Ambiente, el cual es de 8 unidades adimensionales, convirtiéndose en un problema para la empresa debido a que los desechos no cumplen con la adecuada disposición final, última etapa del proceso de biotratamiento.

Es por ello que se hace necesario evaluar el comportamiento del RAS en los terrenos de la empresa CETRAPECA, pudiendo así establecer los índices de este parámetro presente en los desechos provenientes de las

actividades de perforación de la industria petrolera. A los fines pertinentes, se planteó el siguiente Objetivo General: Evaluar el comportamiento de la relación adsorción sodio en el biotratamiento de ripios y lodos en los terrenos de la empresa Centro de Tratamiento Petrolero, C.A. (CETRAPECA).

El objetivo antes referido requiere para su logro, la formulación de los Objetivos Específicos que se mencionan a continuación:

1. Detectar la influencia de las características del suelo virgen en los valores finales del RAS.
2. Analizar la incidencia de los ripios y lodos base agua y base aceite en el comportamiento del RAS.
3. Establecer el efecto de las horas máquinas aplicadas en la mezcla suelo-desecho en el RAS.
4. Determinar la consecuencia del uso del fertilizante triple 15 para la RAS.

Referentes Teóricos

Biotratamiento

Para Glazer y Nikaido (1995), el biotratamiento o bioremediación es una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, por tanto se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-UNEP-(1992) plantea que cuando los hidrocarburos de origen petrolífero entran en el medio ambiente, una variedad de microorganismos participa en su biodegradación. En los suelos las bacterias son las degradadoras

predominantes seguidas por los hongos. En la descomposición de hidrocarburos en agua fresca, participan tanto bacterias como hongos, levaduras y moho. Existen más de 25 géneros de bacterias y hongos que degradan hidrocarburos (Leahy y Colwell, 1990).

Esta técnica es utilizada para atacar contaminantes específicos en los cortes y lodos provenientes de la perforación que están contaminados con compuestos orgánicos e hidrocarbonados, los cuales se pueden tratar mediante la adición de fertilizantes que contribuyen a estimular el crecimiento y desarrollo de los microorganismos facilitando la descomposición de los agentes contaminantes presentes en los desechos. Los microorganismos pueden incluir bacterias (aeróbicas y anaeróbicas), fungi y actinomicetos (bacteria filamentososa).

El mecanismo de la biorremediación consiste en la destrucción de los contaminantes mientras los microorganismos usan los químicos para crecer y reproducirse. Los componentes químicos orgánicos proveen el carbono (fuente para el material de construcción celular) y las celdas catalíticas de oxidación de los componentes orgánicos causan la transferencia de electrones de los componentes orgánicos a los receptores de electrones. Estos últimos son: la oxidación aeróbica, el oxígeno, y en los nitratos el manganeso, el hierro y los sulfatos. Los microorganismos también necesitan de nutrientes esenciales como el nitrógeno.

Esta técnica consiste en la degradación de hidrocarburos (biodegradables) por la acción de microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que los transforman en productos orgánicos degradables sin causar efectos dañinos al ecosistema. Las bacterias y hongos atacan y rompen las largas cadenas hidrocarbonatadas presentes en los hidrocarburos que contienen los desechos de perforación, acortándolas y utilizándolas para su metabolismo; así la degradación ocurre a compuestos más simples, por ejemplo, de azúcares a alcoholes, de alcoholes a ácidos y de ácidos a dióxido de carbono.

El resultado o producto final de la degradación será $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Biomasa}$.

Cuando este proceso se realiza en la superficie del suelo y la degradación es completa, se obtiene un suelo conformado y limpio; es decir, libre de hidrocarburos biodegradables y que además mejora sus condiciones físico-químicas, resultando totalmente apto para la reforestación posterior. Para conocer cuándo se ha alcanzado la degradación total de los hidrocarburos en los desechos, se hace un seguimiento a través de análisis realizados por laboratorios debidamente autorizados por el Ministerio del Ambiente (MINAMB).

El biotratamiento también debe ser visto y entendido como un proceso aeróbico, pues los microorganismos necesitan oxígeno para vivir y metabolizar los contaminantes, por lo que esta técnica se aplica únicamente en la superficie del terreno, realizando un cultivo de la tierra en sitio (sin excavación), bajo unas condiciones controladas para estimular el crecimiento bacteriano.

El proceso de biotratamiento culminará cuando la mezcla (desecho y acondicionantes) cumpla con las especificaciones del Artículo 50 del Decreto 2.635. Para que el tratamiento sea efectivo se requiere, además, de ciertas condiciones ambientales en los suelos a fin de permitir que los microorganismos presentes degraden rápidamente los hidrocarburos biodegradables (constituidos principalmente por las fracciones de saturados y aromáticos). Estas condiciones son: a) mezcla constante de los desechos con la capa superficial del suelo (pases de rastra), b) contenido de humedad entre el 40 y 60 por ciento (sistema de irrigación o aspersión de agua), c) nivel de oxígeno (aireación), d) presencia de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo principalmente), e) Control de pH. Esta técnica es aplicable cuando el contenido en hidrocarburos biodegradables está entre el 1 por ciento y el 10 por ciento en peso. Además, se efectuará cumpliendo con las siguientes condiciones pautadas en el Art. 53 del Decreto 2.635:

- El desecho no deberá exceder las concentraciones máximas permisibles en lixiviados previamente establecidas por las normas

utilizadas como referencias.

- Para la aplicación sobre el suelo arable:

1. El área de disposición final debe estar conformada por suelos de textura franca o franco arenosa o franco limosa o franco arcillosa o acondicionado artificialmente.

2. La profundidad del nivel freático debe ser mayor de 4 metros.

3. El área de disposición final no debe ser inundable.

Procede acotar que el desecho podrá ser acondicionado o tratado para alcanzar las condiciones descritas en este artículo, previo a la aplicación del tratamiento; es decir, en caso de que la concentración supere el límite establecido en el Decreto puede adicionarse suelo limpio para diluir la concentración hasta alcanzar valores inferiores a 10 por ciento.

Relación de adsorción de sodio (RAS)

La relación de adsorción de sodio (RAS) es un parámetro que refleja la influencia del ión sodio sobre las propiedades del suelo, ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta la permeabilidad. Sus efectos no dependen sólo de la concentración en sodio, sino también del resto de cationes. Se basa en una fórmula empírica que relaciona los contenidos de sodio, calcio y magnesio, y expresa el porcentaje de sodio de intercambio en el suelo en situación de equilibrio; este parámetro denota la proporción relativa en que se encuentra el sodio respecto al calcio y magnesio, cationes divalentes que compiten con el sodio por los lugares de intercambio del suelo.

$$RAS = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca + Mg]}{2}}}$$

Ecuación 1. Relación de Adsorción de sodio

Cuando en un suelo predomina el ión sodio sobre el calcio y el magnesio ocurre la degradación del mismo, haciendo que pierda su estructura y su permeabilidad. La importancia que tiene el RAS radica en que el ión sodio tiene por característica una fuerte tendencia a desestabilizar arcillas, taponando con ello los poros del suelo, y coadyuvando a los fenómenos negativos que pueden ocurrir en los mismos. Adicionalmente el sodio y el cloruro acumulado en el perfil del suelo ocasionan problemas de tipo osmótico en la vegetación.

Materiales y Métodos

En el desarrollo de la investigación se identificó como unidades de análisis un total de 68 parcelas que se encuentran actualmente bajo la técnica de biotratamiento en la empresa CETRAPECA. De éstas se seleccionaron para estudio las parcelas que contaban con una cantidad de muestreos mayor o igual a tres.

Metodología

Para obtener los resultados de la investigación se utilizó una metodología que se derivó del análisis de los objetivos específicos y determinó el logro de éstos. Se inició con la recopilación toda la información relacionada con la investigación, la cual fue estudiada y analizada posteriormente.

Basados en la información recolectada se analizaron los resultados de los muestreos y se observó el comportamiento de los parámetros físico-químicos de las parcelas seleccionadas, identificándolas, codificándolas y comparándolas con lo expuesto en los Artículos N° 50 y 53 del Decreto 2.635 emanado del MINAMB de la República Bolivariana de Venezuela, así como también la descripción del biotratamiento y de las técnicas aplicadas a los ripios y lodos base agua y aceite según su porcentaje de concentración en aceites y grasas y los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) contaminantes.

La información recabada en CETRAPECA fue ordenada en cuadros y se codificó tal como se muestra en el Cuadro 1, con el fin de facilitar y manejar de forma simplificada la misma información en los gráficos, facilitando igualmente su observación. Los resultados se presentaron en forma de gráficos de barras, construidos mediante la aplicación de Microsoft Excel.

Cuadro 1

Codificación de información CETRAPECA

P_i	Parcela_i
LBS _i	Línea Base Suelo
MID	Muestra inicial del desecho en la primera capa en tratamiento
MSD _i	Muestra suelo desecho de la parcela i en primera capa de biotratamiento
2MID	Muestra inicial del desecho en la segunda capa en tratamiento
2MSD _i	Muestra suelo desecho de la parcela i en segunda capa de biotratamiento
HM	Horas consumidas en máquina para mezclas suelo-desecho (horas)
F	Cantidad de fertilizante (Kg).
NR	Parámetro no registrado

i: 1,2, 3,..., n parcelas, donde n=18.

La información referente a las parcelas en biotratamiento fue organizada y codificada de acuerdo al tipo de desechos según su origen (lodos y ripios) y según su formulación (base agua y base aceite), tal como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Codificación de los desechos

Grupo	Tipo de desecho		Código	Parcelas
	Origen	Formulación		
1	Lodo	Base agua	L	P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P15, P16, P17, P18, P20, P22, P23, P24, P25, P30, P34, P38, P46, P55, P50, P66, P67
2	Ripio	Base Agua	R	P1, P2, P3, P19, P21, P29, P33, P37, P41, P42, P45, P49, P53, P54, P58, P65
3	Lodo	Base Aceite	LA	P26, P28, P31, P35, P39, P43, P47, P50, P51, P56, P60, P62, P63
4	Ripio	Base Aceite	RA	P4, P12, P14, P27, P32, P36, P40, P44, P48, P52, P57, P61, P64, P68

Resultados y Discusión

Influencia de las Características del Suelo Virgen en los Valores Finales del RAS

En primer lugar, se analizaron las características del tipo de suelo (desde el punto de vista textural), indicando que según calicatas realizadas en diversos puntos del terreno perteneciente a la empresa CETRAPECA, los suelos del área del proyecto presentan texturas de liviana a media, con

incremento de arcilla en profundidad del perfil, cuyo color varía de marrón a amarillo claro en el horizonte superficial a marrón amarillo oscuro y marrón amarillo en el resto del perfil, con pH fuerte a moderadamente ácido que va de 4,3 a 5,4.

La estructura es moderada, no presenta problemas de salinidad, su coeficiente de permeabilidad va desde 10^{-6} a 10^{-8} siendo su permeabilidad muy baja y taxonómicamente se clasifican como Paleustalfs medios, hay presencia frecuente de raíces en los primeros 50 cms y pocas en el resto del perfil.

Según lo indicado anteriormente, se infiere que los suelos desde el punto de vista textural son ideales para realizar sobre ellos biotratamiento de desechos tipo recortes de perforación por ser arenosos, pero desde el punto de vista estructural no son ideales, porque el coeficiente de permeabilidad es muy bajo, lo cual indica que la capacidad del lavado del suelo es baja, representando un inconveniente para el tratamiento de los desechos sobre todo cuando estos contienen grandes concentraciones de sales.

Adicionalmente, CETRAPECA cuenta con cinco muestreos de parámetros físico-químicos de suelo virgen, tomados aleatoriamente en cinco puntos diferentes del terreno por laboratorios externos debidamente inscritos ante el Ministerio del Poder Popular del Ambiente, denominados “Líneas Base de Suelos” (LBS). Una vez codificados, se tomaron los valores de las cinco Líneas Base de Suelos realizados y se determinaron las características promedio del suelo virgen para cada uno de los parámetros, según promedio aritmético. En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos. Cabe destacar que los parámetros analizados son los contemplados en el Decreto 2.635 en sus Artículos 50 y 53.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{LB1}^{LB5} \text{Magnitud}_{\text{parametro}_{\text{muestreo}}}}{5}$$

Ecuación 2. Características promedio del suelo virgen

Cuadro 3

Condiciones promedio del suelo virgen CETRAPECA

Parámetro	Límite decreto 2635	LBS1	LBS2	LBS3	LBS4	LBS5	Promedio Suelo virgen
pH (Unidad)	5-8	3.74	4.3	4.88	7.1	4.33	4.87
Conductiva (mmhos/cm)	<3.5	0.808	0.471	0.17	0.1	4.37	1.18
Humedad (%)	**	3.39	3.65	5.69	-	3.36	4.02
Cloruros Totales (mg/Kg)	<2500	80.83	81.05	3.05	106	126	79.386
R.A.S (Adimensional)	<8	0.184	0.11	0.14	0.13	2.73	0.6588
Aluminio intercambiable (meq/100g)	<1.5	1.13	0.375	1.85	<0.01	0.31	0.735
Saturación con Bases (mg/Kg)	>80	57.24	87.76	47.15	100	92.65	76.96
Aceites y Grasas (% en peso base seca)	≤1	<0.05	<0.05	<0.005	<0.10	<0.005	0.042
Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) (% en peso base seca)	≤1	<0.05	<0.05	<0.005	-	<0.005	0.040
Arsénico (As)	25	0.06	<0.05	<0.05	<1	<1.75	0.582
Bario (Ba)	20000	8.51	46.36	9.27	198	2.58	52.944
Cadmio (Cd)	8	0.51	0.4	0.07	<0.1	1.16	0.448
Mercurio (Hg)	1	<0.05	0.05	<0.05	<0.1	<0.85	0.22
Selenio (Se)	2	0.32	<0.05	<0.05	<1	<2.00	0.684

Cuadro 3 (Continuación)

Parámetro	Límite decreto 2635	LBS1	LBS2	LBS3	LBS4	LBS5	Promedio Suelo virgen
Plata (Ag)	5	< 0.05	<0.05	< 0.05	<0.1	<0.24	0.098
Cromo (Cr)	300	1.38	4.89	22.47	21.35	13.1	12.638
Zinc (Zn)	300	23.17	18.34	73.72	70	70.96	51.238
Plomo (Pb)	150	1.38	1.15	9.12	9.93	54.28	15.772
Fenoles	14.4	-	-	-	-	<0.1	0.1

En el Cuadro 3 se observa un valor promedio de pH de 4,87 indicando que es un suelo muy ácido, lo que afecta su integridad y disminuye su habilidad para los cultivos. Sin embargo, este factor se convierte en un beneficio adicional al proceso de biotratamiento ya que los desechos poseen pH muy alto y esto produce un equilibrio en el suelo, por lo que tiende a neutralizarse en las mezclas suelo-desecho. Más adelante se verá que frecuentemente se obtienen valores ideales.

También se logra observar que el valor de conductividad eléctrica del suelo es 1,18 mmhos/cm que está muy por debajo del límite establecido en la norma, lo cual es preocupante porque el parámetro de conductividad es un indicador directo del grado de salinidad que poseen los suelos como se expuso en las bases teóricas, quedando confirmado con la caracterización de los suelos de CETRAPECA. Tal característica hace que el proceso de biotratamiento sea rápido en los suelos de la compañía y contrarreste las altas concentraciones de sales que poseen algunos desechos. Por lo demás, cabe mencionar que en el suelo virgen se detectan, aunque en valores ínfimos, cantidades de aceites y grasas y TPH, lo cual se explica debido a los contenidos minerales esenciales de las plantas ahí existentes.

Posteriormente y considerando que en CETRAPECA se reutilizan las parcelas de tratamiento a través de capas, encontrándose para el

momento de la realización de la investigación 4 parcelas en segunda capa de biotratamiento, identificadas como P15, P17 y P18, se procedió a comparar los resultados promedio de las LBS frente al valor referencial como “suelo virgen” para la segunda capa, que está constituida, a su vez, por los resultados finales de los muestreos de la primera capa (MSDI). Los resultados comparativos de los parámetros más representativos por incidencia directa en los resultados finales del biotratamiento, se expusieron en cuadros, en los cuales se muestran los valores del RAS para cada una de las 4 parcelas analizadas. Sus resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4
Comportamiento del RAS por capa P15

P15	Decreto	Prom. LBS	MID	MSD1		2MID	2MSD 1
Parametro				→HM=NR y F=NR			→HM=25h y F=5Kg
R.A.S (-)	8	0.6588	1.59	3.2	1ra → 2da Capa	28.23	64.68
Sodio (ml/L)	-	-	-	-		18.3	129.7
Calcio (ml/L)	-	-	-	-		0.41	6.46
Magnesio (ml/L)	-	-	-	-		0.42	1.58
Cond. (mmhos/cm)	3.5	1.18	0.48	1.42		2.73	7.71
pH	5	4.87	6.9	6.71		11.41	8.35
Aceites y Grasas (% en peso base seca)	1	0.042	0.1	0.005		0.005	0.005
TPH (% en peso base seca)	1	0.040	-	-		0.005	0.005

Procede acotar que en la primera capa de desechos los valores del

RAS de las MID se encontraron entre 0,22 y 1,59, mientras que en el primer muestreo realizado para MSDI los valores están entre los 3,22 y 3,63. En ambos casos, los valores de RAS se encuentran por debajo de 8, valor establecido como límite en el Decreto 2.635; esto indica que los desechos se encuentran dentro de la norma. Las variaciones que se dan en la primera capa de desechos en biotratamiento entre los valores del RAS de MID y MSDI son mínimas, observándose un ligero aumento a medida que se mezclan los desechos, contrario a lo que se espera, puesto que el promedio de RAS de LBS es de 0,7. Es decir, aparentemente el RAS se acumula en lugar de contrarrestarse.

Por otra parte, en los mismos Cuadros que se elaboraron las columnas que reflejan los valores del RAS para la segunda capa de desecho, presentan valores para 2MID que van desde 14,03 hasta 28,23. No obstante, los resultados más concluyentes se encontraron al analizar las 2MSD, donde se reportaron valores que van desde 10,875 a 64,68 que están muy por encima de los límites establecidos en el Decreto 2635. Se observó que en la segunda capa, luego de realizadas las mezclas suelo-desecho, los valores del RAS se incrementan muy considerablemente, a excepción de la P16, lo que implica una tendencia negativa en los valores del RAS.

Comparativamente se observa que las condiciones iniciales del suelo al recibir la segunda capa son diferentes a las condiciones de LBS, donde se parte de unas condiciones más desfavorables con valores de RAS en torno a 3, frente al valor promedio de LBS de 0,6.

En otras palabras, el proceso de biotratamiento es más efectivo cuando es realizado en suelos vírgenes, esto debido a una razón muy lógica, cuando se mezclan los desechos en tales suelos, los cuales se encuentran en condiciones idóneas para el biotratamiento ya que no han sido alterados por ninguna sustancia ocurre una dilución de los compuestos tóxicos de los desechos en el suelo donde son tratados; mientras que los desechos cuando son tratados en suelos donde las condiciones físico-químicas han sido previamente alteradas, la dilución mencionada anteriormente es más lenta, el proceso por tanto es menos efectivo.

Por otra parte se observó que al contrario de disminuir el valor del RAS en la mezcla suelo- desecho de las parcelas mencionadas, este aumentó. Como se sabe el sodio no se degrada en el tiempo, es decir es acumulativo, produciéndose un aumento; fenómeno que resulta seriamente negativo al proceso de tratamiento de los desechos. Se concluye que no solo el tipo de suelo afecta; al contrario, existen otras variables que posiblemente estén afectando de manera negativa el biotratamiento al aumentar los niveles de sodio en los desechos las cuales requieren ser estudiadas con más detenimiento.

Incidencia de los Ripios y Lodos Base Agua y Base Aceite en el Comportamiento de la Relación Adsorción Sodio

Para el análisis de la incidencia del tipo de desechos de acuerdo a su origen y formulación en el comportamiento del RAS se elaboraron Cuadros con la información de los muestreos realizados a cada parcela por grupo. Debido a la gran cantidad de información obtenida fue necesario elaborar promedios aritméticos de los valores del RAS para cada muestreo, en función de facilitar la presentación de los resultados.

A manera de ejemplo, a continuación se presenta el Cuadro 5 correspondiente al grupo I de las parcelas estudiadas; en éste se refleja el comportamiento del RAS en el tiempo, y ofrece los resultados de los muestreos realizados a dicha parcela. En los mismos se encuentra la identificación del grupo, el parámetro reportado (RAS), la identificación de las muestras iniciales de los desechos, las muestras de la mezcla suelo desechos que reportaron los laboratorios después de su respectivo análisis, se encuentra la identificación de las parcelas, en cada celda están los valores del RAS, cuando el valor se encuentra identificado con letras negritas representa el último valor 61 muestreado en correspondencia con la norma establecida. Se calcularon los valores promedios de los muestreos con la finalidad de representarlos de manera más visible en los gráficos que al efecto se elaboraron, los cuales no se incluyen en el presente artículo.

Cuadro 5

Comportamiento del RAS Grupo 1 (L)

Gupo 1 L		RAS			
Parcela	MID	MSD1	MSD2	MSD3	MSD4
P5	19.00	-	17.56	13.03	28.28
P6	14.03	90.93	32.16	25.95	-
P7	14.03	13.47	25.95	-	-
P8	20.56	32.02	29.99	62.78	-
P9	14.03	19.28	19.11	-	-
P10	14.03	76.12	53.89	-	-
P11	14.03	12.24	19.28	19.11	-
P13	Indeterminado	3.02	34.70	35.28	-
P15	28.23	64.68	-	-	-
P16	28.23	10.88	-	-	-
P17	14.03	36.78	-	-	-
P18	14.03	29.79	-	-	-
P20	157.00	-	-	-	-
P22	-	7.48	4.29	-	-
P23	-	62.52	4.29	-	-
P24	-	15.47	4.38	-	-
P25	-	1.88	-	-	-
P30	-	4.78	3.12	-	-
P34	1.59	21.29	3.96	-	-
P38	-	5.29	-	-	-
P46	19.13	5.55	-	-	-

Un resumen del comportamiento del RAS por grupo, se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6

Comportamiento del RAS por grupo

Grupo	RAS					
	MID	MSD1	MSD2	MSD2	MSD3	MSD4
L	24.45	23.92	19.44	35.78	28.28	-
R	17.55	16.33	9.30	18.92	17.23	-
LA	9.34	6.91	4.81	5.97	-	-
RA	32.74	6.70	8.45	6.72	6.72	1.06

Los resultados obtenidos también permiten concluir que el tipo de desecho según su origen y formulación ejerce una influencia directa sobre el comportamiento y evolución del RAS en el tiempo, siendo notorio en el grupo de desechos con los resultados más negativos que pertenecen a los lodos base agua, donde el RAS aumentó en el tiempo.

Al describir el comportamiento de los lodos base agua conviene describir al mismo tiempo el de los ripios base agua, observándose en el grupo de parcelas un comportamiento similar al de los lodos con esta misma formulación. El caso de los ripios base agua es menos crítico que el de los lodos, esto se debe a que en el suelo respectivo (RA) los valores del RAS son más constantes y no se incrementan en el tiempo, pero si se mantiene un comportamiento sin alteraciones apreciables en el tiempo, lo que resulta en una falla en el proceso de biotratamiento, ya que los valores deben disminuir durante el proceso. La función que mejor describe el comportamiento del RAS en este grupo es de tipo logarítmica con un error de 0,02 por ciento.

El comportamiento del RAS es más positivo en los siguientes dos

grupos, donde se observó una disminución de este parámetro durante el proceso de biotratamiento, en el caso de los lodos base aceite es menos notable que en el de los ripios, puesto que la tendencia es la disminución constante en el tiempo, mientras que no existe función que describa este comportamiento de manera acertada, por otro lado el porcentaje de error en cada caso es alto, con valores que oscilan entre 58 y 62 por ciento.

Para analizar el comportamiento del RAS basado en el tipo de desecho a tratar, se reflejan los valores promedio de la variación del RAS, por grupo de desechos. Además de calcular los valores promedios de la variación del RAS, por grupos de desechos se calcularon los porcentajes de variación del RAS entre cada uno de los grupos que representan cada tipo de desecho tratado en CETRAPECA, considerando además el tiempo de tratamiento a los cuales han sido sometidos los desechos. (Cuadro 7).

Cuadro 7

Variación porcentual del RAS por grupo

Grupo	Desechos con 6 meses de tratamiento %	Desechos con 12 meses de tratamiento %	Desechos con 18 meses de tratamiento %	Desechos con 24 meses de tratamiento %	Variación total del RAS en el tiempo %
L	-9.06	-19.45	+57.8	+32.48	+15.44
R	-4.3	-30.22	-59.58	-63.33	-39.36
LA	-59.76	-15.97	+94.47	-	+6.25
RA	-6.39	+3.87	-15.93	-6.71	-6.29

Para la presentación de los porcentajes de variación del RAS en el tiempo mostrados en el Cuadro No. 7, en primer lugar se calculó la variación del RAS entre un muestreo y otro por parcela, seguidamente se separaron las parcelas tomando en cuenta aquellas que contaban con el mismo tiempo de tratamiento, por último se realizó un promedio aritmético de los valores obtenidos considerando los tiempos de tratamiento, y también para reducir el porcentaje de error y que los valores se acerquen en mayor grado a la

realidad. En los valores anteceditos por el signo positivo la variación fue positiva, por lo tanto, el RAS aumentó; los valores anteceditos por signos negativos indican que el RAS disminuyó su valor en el tiempo.

Del análisis de los datos contenidos en el Cuadro 7 también se concluye que, basados en el tipo de desecho según su origen (ripio o lodo), el comportamiento del RAS en los lodos resulta negativo. Así mismo se comprueba que en ambos casos la tendencia es al aumento, lo que puede confirmarse observando la variación para Ly LA, la cual es positiva; significa esto un aumento en los valores del RAS reportados por los muestreos realizados a cada parcela.

Este comportamiento ratifica lo planteado en las bases teóricas de la investigación adelantada, y se fundamenta en que los lodos de perforación sin importar su base son mezclados directamente con el suelo para realizar su biotratamiento. Caso contrario ocurre con los rипios, que son mezclados directamente con el suelo, pero se puede considerar que este tipo de desechos ha sido sometido a una pre mezcla, la que se realiza con la matriz de la roca que es extraída durante la perforación de los pozos, haciendo esto que la concentración de químicos por unidad de volumen en este tipo de desecho sea menor a la de los lodos.

Por otra parte, el comportamiento queda sustentado si se observan de nuevo los porcentajes de variación de los grupos R y RA en el Cuadro 7, donde los promedios de variación en rипios son negativos, indicando una disminución de los valores del RAS en el tiempo.

De la incidencia que tiene la formulación de los lodos o rипios que son mezclados en el suelo en el proceso de biotratamiento, y del análisis de la información contenida en los cuadros presentados, se concluye que en los desechos de perforación (rипios y lodos) cuya formulación es base agua, el comportamiento del RAS es negativo al proceso de biotratamiento. Por lo demás, se observa que: a) los lodos de perforación base agua tienen valores promedios de RAS que oscilan entre las 20 unidades, que en algunas oportunidades llegó a ser mayor de 100, b) durante el tratamiento

realizado en CETRAPECA, este valor aumentó.

Los resultados negativos que se observaron en el tratamiento de tales tipos de desechos se deben a la composición química de los lodos de perforación base agua, estos son en muchas oportunidades mezclados con compuestos sódicos, y en algunas ocasiones son mezclas llamadas salmueras que a la hora de perforar un pozo resultan de gran utilidad para el control de los mismos, pero es esta ventaja la que influye de manera negativa al tratar tales desechos, pues el sodio es el elemento que se encuentra en la parte superior de la expresión matemática del RAS, de manera que al aumentar la concentración de este aumenta también la relación de concentración de los iones de sodio con respecto al resto de los elementos del suelo.

La concentración del sodio como se ha referido a lo largo de esta investigación, es factor determinante en el valor del RAS, y este elemento no es degradable por procesos biológicos en el suelo, sino que requiere procesos mecánicos tales como la mezcla, la dilución y el lavado para lograr disminuir su valor, por lo tanto el RAS es acumulativo en el tiempo. Sin embargo, se observó que los valores del RAS no disminuyeron; al contrario, aumentaron durante el proceso de biotratamiento, indicando que durante las operaciones realizadas en CETRAPECA se introdujo una concentración adicional de sodio o se extrajo una concentración de calcio y magnesio, pudiendo también ocurrir una reacción con evidencia de Ca y Mg, donde las concentraciones de iones disponibles para el intercambio que ocurre en el suelo se hayan visto afectadas.

Conclusiones

Las características del suelo virgen perteneciente a la empresa CETRAPECA tienen una influencia directa en el proceso de biotratamiento de ripios y lodos, donde se demostró que aquellos desechos mezclados con el suelo tienen una evolución más acelerada que aquellos mezclados en suelos reutilizados, pues las condiciones físico-químicas del suelo

afectan los desechos. Si este se encuentra sin alteraciones de su estructura y sus propiedades, sucederá un proceso de dilución del desecho; caso contrario ocurrirá si este ya fue sometido a un proceso de mezclado donde sus condiciones iniciales han sido afectadas por la primera mezcla.

El tipo de desecho y su base están directamente asociados al comportamiento de la relación adsorción sodio. Al respecto se demostró que en los desechos base agua el proceso es menos efectivo que en los desechos base aceite, fenómeno influenciado por los químicos y bases utilizadas en la formulación de los lodos de perforación y el uso excesivo de salmueras en esta práctica. Por otra parte, cuando se evaluó el tipo de desechos se notó una mayor eficiencia en el proceso de tratamiento de los ripios, esto debido a la previa dilución del lodo en los cortes de roca, por consiguiente, se indica que la dilución de los lodos es directa en el suelo que es utilizado en su biotratamiento.

Finalmente, el comportamiento del RAS en los desechos tratados en CETRAPECA está siendo afectado por las variables que repercuten en el mismo, siendo las de mayor incidencia las correspondientes al tipo de desecho (origen) que es tratado, y su formulación.

Referencias

- Decreto 2635. Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de desechos peligrosos. *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 5245. (Extraordinario), agosto 3, 1998.
- Glazer, A.N. y Nikaido, H. (1995). *Microbial biotechnology: Fundamentals of applied microbiology*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Leahy, J. y Colwell, R.R. (1990). Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbiol. Rev.* 54, pp. 305-315.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1992). *Chemical Pollution: a global overview*. Suiza: Geneve: IRPTC.

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE FORMACIONES EN EL YACIMIENTO LAGUNILLAS INFERIOR 05 A TRAVÉS DE LOS PERFILES DE POZOS

Verónica Palomares

Luisa Túa

**Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”,
Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas**

investigacion@psmcabimas.edu.ve

Resumen

El propósito de este artículo es presentar los aspectos más resaltantes del estudio cuyo objetivo fue desarrollar una metodología para la evaluación de formaciones del Yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los perfiles de pozos. La misma se encuentra sustentada en los postulados teóricos de Pérez (2008), Falla (2005), Casal (2004), Graing Solomon (2001) y CIED (1999). La investigación se estructuró bajo la modalidad de campo y documental, con un tipo de investigación descriptivo. La población se identificó como 444 pozos y como muestra se seleccionó de manera intencional el pozo 01-X perteneciente al Yacimiento Lagunillas Inferior 05. La técnica de recolección de datos estuvo representada por la revisión bibliográfica, la observación directa, mesas de trabajo y entrevistas no estructuradas. El análisis de datos se hizo a través de análisis cualitativos tomados de los perfiles y cuantitativos a través de softwares bajo ambiente Windows. Los resultados permitieron: a) identificar los parámetros petrofísicos obtenidos con los perfiles de pozos como por ejemplo la Resistividad de la formación (R_t), Resistividad del agua de formación (R_w), Temperatura de la formación (T_f), Porosidad (\emptyset), Saturación de agua (S_w), Volumen de arcilla (V_{sh}) y Permeabilidad (k); b) describir los métodos para obtener las propiedades de formaciones limpias y arcillosas, c) establecer la metodología para dos zonas de interés en el pozo 01-X; por último, elaborar la metodología que mejorará la estimación petrofísica a través de los perfiles.

Palabras clave: evaluación, formaciones, perfiles de pozos, yacimientos.

METHODOLOGY FOR EVALUATING FORMATIONS AT THE RESERVOIR LAGUNILLAS INFERIOR 05 ACROSS PROFILES OF WELLS

Abstract

The purpose of this article is to present the most important aspects of the study whose objective was to develop a methodology for formation evaluation Reservoir Lagunillas Inferior 05 across profiles wells. The same is supported by the theoretical postulates of Perez (2008), Falla (2005), Casal (2004), Graing Solomon (2001) and CRED (1999). The research was structured in the form of documentary and field with a descriptive type of research. The population identified as well as 444 sample was selected intentionally 01-X well belonging to the Lagunillas Inferior 05 Field. The technique of data collection was represented by the literature review, direct observation, workshops and interviews not structured. Data analysis was done through qualitative analysis of the profiles taken through quantitative and software under Windows environment. The results allowed: a) identify the petrophysical parameters obtained with well logs such as formation resistivity (R_t), formation water resistivity (R_w), formation temperature (TI), porosity (\emptyset) water saturation (S_w), clay Volume (V_{sh}) and permeability (k); b) describe the methods to obtain properties of clay formations clean and, c) establishing the methodology for two zones of interest in the well 01-X; Lastly, develop the methodology that will improve the estimate petrophysical through profiles.

Key words: evaluation, training, well logs, reservoir.

Introducción

A nivel mundial, la evaluación precisa y oportuna de formaciones constituye un elemento esencial del negocio de exploración y producción de crudos, ya que en el pasado los operadores debían establecer soluciones intermedias debido a los pocos instrumentos utilizados para evaluar la vecindad del pozo; por ejemplo, los registros que fueron diseñados para obtener resultados en tiempo real. Este procedimiento ha tenido cambios importantes, a tal punto que se puede obtener un registro de imagen de la formación, significando esto que la evaluación de formaciones evolucionó haciendo más global el uso de las técnicas aplicadas en herramientas operadas con cable (perfiles) dentro de los pozos.

De esta manera, la evaluación de formaciones es una actividad clave en la determinación de reservas y en la estimación del potencial de producción de un yacimiento, razón por la cual la industria de los hidrocarburos realiza diversos análisis a muestras de rocas extraídas del mismo, con el fin de estimar de forma precisa los volúmenes de petróleo a recuperar. Uno de estos métodos es la estimación cualitativa haciendo uso de los perfiles de pozos, estos constituyen una de las fuentes de información más importantes con que cuentan los geólogos, geofísicos, ingenieros en petróleo, entre otros, al momento de evaluar y caracterizar un reservorio.

En relación a lo anteriormente expuesto, este grupo multidisciplinario es el responsable de obtener parámetros petrofísicos como volumen de arcilla (en reservorios clásticos), litología compleja (en reservorios carbonáticos), porosidad y saturación de fluidos, que son cruciales para la evaluación del pozo en un primer momento y para el análisis y caracterización de un yacimiento en etapas posteriores.

Cabe destacar que las técnicas y métodos de caracterización de yacimientos y sus pozos, mencionados, se centran en el cálculo del Petróleo Original en Sitio (POES), el cual está contenido en los espacios porales de las rocas de un yacimiento que, en teoría, dentro de las ecuaciones empíricas se definen como una unidad de volumen de la

formación, producto de su porosidad multiplicada por la saturación de hidrocarburos. Por lo tanto, en el desarrollo de los reservorios se deben efectuar evaluaciones confiables, como: determinar la existencia de los poros interconectados, si el petróleo fluye con facilidad a través del sistema poral, y la saturación de petróleo, ya que a través de estos indicadores se podrán establecer nuevas estrategias de desarrollo, entre ellas la recuperación secundaria y mejorada.

Dentro de este contexto, los yacimientos en el occidente de Venezuela poseen gran cantidad de información y parámetros petrofísicos obtenidos a partir de los perfiles de pozos corridos en los mismos, algunos de estos tomados hace algún tiempo con herramientas en desuso actualmente y en vista de que el reservorio ha presentado una producción considerable se planteó la necesidad de realizar un monitoreo, con la finalidad de actualizar los parámetros.

En este mismo sentido, la estatal Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA), entre una de sus metas tiene el llevar a cabo la actualización de información petrofísica, estableciendo alianzas estratégicas con diversas empresas mixtas dedicadas a la corrida de registros. Aunque el proceso de perfilaje es costoso, son importantes para caracterizaciones de yacimientos y proyectos en fase 1 o fase 2, permitiendo plantear la necesidad de recolectar, integrar y aplicar los datos obtenidos durante las operaciones de perfilaje e interpretar sus resultados a fin de crear una base de datos, de manera que el ingeniero obtenga de forma clara y precisa los parámetros petrofísicos requeridos al momento de realizar una evaluación de la formación.

Para el momento de la realización de la investigación expuesta en el presente artículo, en el yacimiento Lagunillas Inferior 05 se desarrollaba un programa de caracterización de las rocas/fluidos, donde el eje central del mismo era la estimación de las propiedades petrofísicas, la cual ha generado la recopilación de información mediante la interpretación de los registros existentes, normalización de las curvas de los perfiles en físico y actualización de parámetros para extrapolar la indagación a

los softwares de la empresa. Sin embargo, no existe una metodología integrada que oriente a los ingenieros en esta disciplina, quienes deben hacer nuevamente el trabajo, lo que ocasiona la pérdida considerable de tiempo, y el incremento en los costos por concepto de adiestramiento del personal responsable de la ejecución de las estimaciones.

Por tanto, a través de la investigación adelantada se buscó desarrollar una metodología que permitiera obtener de manera confiable y efectiva los parámetros petrofísicos del yacimiento, utilizando los resultados emitidos por los perfiles de pozos.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Desarrollar una metodología para la evaluación de la formación del Yacimiento Lagunillas Inferior 05.

Objetivos específicos

1. Identificar los parámetros para la evaluación de la formación del yacimiento Lagunillas Inferior 05.
2. Describir los métodos de evaluación de formaciones limpias y arcillosas en la interpretación de los pozos petroleros pertenecientes al yacimiento Lagunillas Inferior 05.
3. Establecer los métodos para la evaluación de la formación del yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los perfiles de pozos.
4. Elaborar una metodología para la evaluación de la formación del yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los perfiles de pozos.

Referentes Teóricos

Propiedades Eléctricas de las Rocas

Saturación de Fluidos

Casal (2004) refiere que la fracción del espacio poroso ocupado por el agua se denomina “saturación de agua” o S_w , la fracción restante, contentiva de petróleo o gas, se denomina “saturación de hidrocarburo” o S_h ; como uno es el complemento del otro, entonces $S_h = (1 - S_w)$. El supuesto general es que el yacimiento estuvo inicialmente repleto de agua y que a lo largo del tiempo geológico el petróleo o el gas formados en otro lugar migraron hacia la formación porosa, desplazando el agua de los espacios porosos de mayor tamaño. Sin embargo, los hidrocarburos que migran nunca desplazan toda el agua intersticial.

En efecto, hay una saturación de agua irreducible o “ S_{wi} ”, representada por el agua retenida por la tensión superficial sobre la superficie de los granos, en el contacto entre los granos y en los intersticios más pequeños. Su valor varía entre 0.05 (5 por ciento) en las formaciones de granos muy gruesos, hasta 0.4 (40 por ciento) o más en las formaciones de granos muy finos con alta superficie específica. El agua irreducible no fluirá cuando la formación se somete al proceso de producción.

Cuando el petróleo y el gas (que no son conductores de la electricidad) están presentes en una roca porosa, conjuntamente con una cierta cantidad de agua salina de formación, su resistividad “ R_t ” es mayor que “ R_o ” (la resistividad de esa misma formación, si estuviera saturada 100 por ciento de agua), debido a que hay un volumen menor de agua disponible para el paso de la corriente eléctrica.

La resistividad de una roca parcialmente saturada de agua (R), depende no sólo del valor de “ S_w ”, sino también de su distribución en el interior del espacio poroso. La distribución de las dos fases (agua e hidrocarburo) dentro de la roca, depende de la humectabilidad de la misma, de la dirección

en que fue establecida (drenaje o imbibición) y del tipo de porosidad (ya sea primaria, secundaria, o ambas).

De acuerdo con Graing Solomon (2001), para estimar la cantidad de hidrocarburos presentes en un yacimiento es necesario determinar la fracción del volumen poroso ocupado por cada uno de los fluidos presentes. Dicha fracción de volumen de poros, ocupado por agua, petróleo o gas es precisamente lo que se denomina saturación del fluido. Matemáticamente dichas saturaciones serán:

$$S_o = \frac{\text{Volumen de Petróleo}}{\text{Volumen Poroso}} * 100$$

$$S_w = \frac{\text{Volumen de Agua}}{\text{Volumen Poroso}} * 100$$

$$S_g = \frac{\text{Volumen de Gas}}{\text{Volumen Poroso}} * 100$$

Y la sumatoria $S_o + S_w + S_g = 1$

La determinación de la saturación de los fluidos presentes en los diferentes estratos de un yacimiento puede realizarse, al igual que la Porosidad y la Permeabilidad, de dos formas diferentes:

1. Mediante registros de pozos, los cuales miden propiedades eléctricas y radioactivas (registros eléctricos, neutrón FDC, entre otros) que permiten identificar los fluidos contenidos en el yacimiento.

2. En el laboratorio, haciendo uso de los métodos de la Retorta y de Extracción por solventes.

Resistividad de la Formación

Pérez (2008), plantea que la resistividad que ofrece un material al flujo eléctrico es directamente proporcional a la longitud del material e inversamente proporcional a su área, como se expresa a continuación.

$$r_{(resistencia)} = R(resistividad) \frac{Longitud}{Area}$$

Despejando la resistividad se tiene:

$$R = \frac{r * A}{L} = \frac{Ohm * m^2}{m}$$

La resistividad de las formaciones es indicativa de su litología y de su contenido de fluidos. Las formaciones geológicas conducen la corriente eléctrica sólo mediante el agua que contienen. La mayoría de los minerales que constituyen las partes sólidas de los estratos, cuando están absolutamente secos son aislantes.

Resistividad del Agua de Formación

La resistividad del agua de formación, de acuerdo con Pérez (2008), es uno de los parámetros más importantes en el análisis de registros a hoyo abierto puesto que el valor de R_w es requerido para calcular la saturación de fluidos en el espacio poroso de la roca reservorio.

El espacio poroso de los sedimentos marinos inicialmente está lleno por agua de mar, pero la composición química del agua de mar no permanece constante con cambio de profundidad, ni en grandes áreas geográficas, ni a través de largos periodos de tiempo. Sin embargo, en muchas partes el agua de mar probablemente no sufre cambios significativos con el paso del tiempo geológico.

Variaciones considerables en la salinidad del agua pueden ocurrir dentro de una cuenca. Ocasionalmente, la salinidad es totalmente diferente en la misma roca reservorio o en ambos lados de la falla sellante. Las variaciones de salinidad pueden ocurrir en cortas distancias, tanto verticales como horizontales. La filtración a través de las arcillas es aparentemente uno de los mecanismos primarios causantes de cambios inusuales de la salinidad.

Las resistividades del agua pueden oscilar de 0,01 ohm-m a varios ohm-m a la temperatura del reservorio. La resistividad del agua de formación (R_w) es frecuentemente más fácil de determinar, pero ocasionalmente se hace difícil encontrar un valor exacto para este importante parámetro petrofísico.

Registro de Pozo

Un registro de pozo es el proceso a través del cual se miden las propiedades eléctricas, acústicas y radioactivas, con el fin de evaluar la prospectividad de un yacimiento petrolífero.

Utilidad de los Registros de Pozos

- Elaboración de mapas del subsuelo (estructurales, isopacos, entre otros).
- Identificación de litología (areniscas, lutitas, calizas, entre otros).
- Profundidad y espesor de las zonas productoras.
- Determinación de la porosidad, permeabilidad y saturación.
- Calculo de reservas.

Clasificación de los Perfiles

Los perfiles se clasifican en: eléctricos, radioactivos, densidad y neutrónicos.

Los dispositivos de perfilaje que bajan al pozo son diseñados para medir las propiedades eléctricas, acústicas y radioactivas de la formación y presentar las respuestas en forma continua, como un registro a lo largo de todo el pozo. Una gran cantidad de dispositivos basados en estos principios de medición han sido diseñados y utilizados en la industria petrolera desde el año 1927. Es por ello que se realiza una subclasificación que se profundizará a continuación:

Registros Comúnmente Vectorizados

Registros a Hoyo Abierto o Perfil Eléctrico Convencional

Según el manual del Centro Internacional de Educación y Desarrollo -CIED- (1999), este perfil en su presentación más común está compuesto de cuatro curvas: lateral, normal larga, normal corta y del potencial espontáneo.

El perfil eléctrico convencional está fuera de uso desde los años sesenta, la curva lateral y las normales tienen muchas limitaciones, requieren de diversos procesos de corrección para determinar la resistividad verdadera de la formación (R) y la resistividad de la zona lavada (R_l).

Perfil de Inducción

Este perfil se basa en campos electromagnéticos y en corrientes inducidas; utiliza bobinas en vez de electrodos. Su fundamento de medición es totalmente diferente al de sus antecesores, debido a eso el perfil de inducción puede ser corrido en lodos no-conductivos como lodos base de petróleo, de emulsión invertida o aire, donde resulta imposible para los demás dispositivos de resistividad.

Existen dos versiones de este dispositivo, el tradicional Inducción Sencillo (IEL) y el Doble Inducción (DIL). Recientemente han introducido mejoras para sacar el perfil de Inducción Phasor o Inducción de Alta Resolución.

Características del Yacimiento Lagunillas Inferior 05

El campo Lagunillas está ubicado en la parte central de la unidad de Explotación Tierra Este Pesado y al este del Lago de Maracaibo, con un área total de 163 Km² (40278 acres/16300 hectáreas). Fue descubierto en el año 1925, pero es a inicio del año 1930 cuando comienza su explotación comercial con el pozo LS-001 ubicado al oeste del campo, en el bloque

U-3. El campo Lagunillas colinda al oeste con la unidad Explotación Lagunillas Lago (UE LL), al sur con el Campo Tía Juana Tierra y al sur con Bachaquero Tierra (UE TEP), como lo muestra la Figura 1. El Campo produce petróleo principalmente de los Yacimientos Lagunillas Inferior y Laguna. Este trabajo está enfocado específicamente a definir el Miembro Bachaquero, el cual forma el intervalo más importante del Yacimiento Laguna. El POES asociado es de 16103 MMBN de petróleo y ha producido aproximadamente 2248 MMBLS de petróleo desde 1925 hasta diciembre del 2001. Las reservas remanentes se ubican en 993.1 MMBLS, con una tasa de producción actual de 99.7

MBBL/D tiene un total de 2688 pozos (1577 activos, 896 inactivos y 215 abandonados). El Campo Lagunillas está dividido en 19 Proyectos operacionales, de los cuales 15 son Proyectos térmicos.

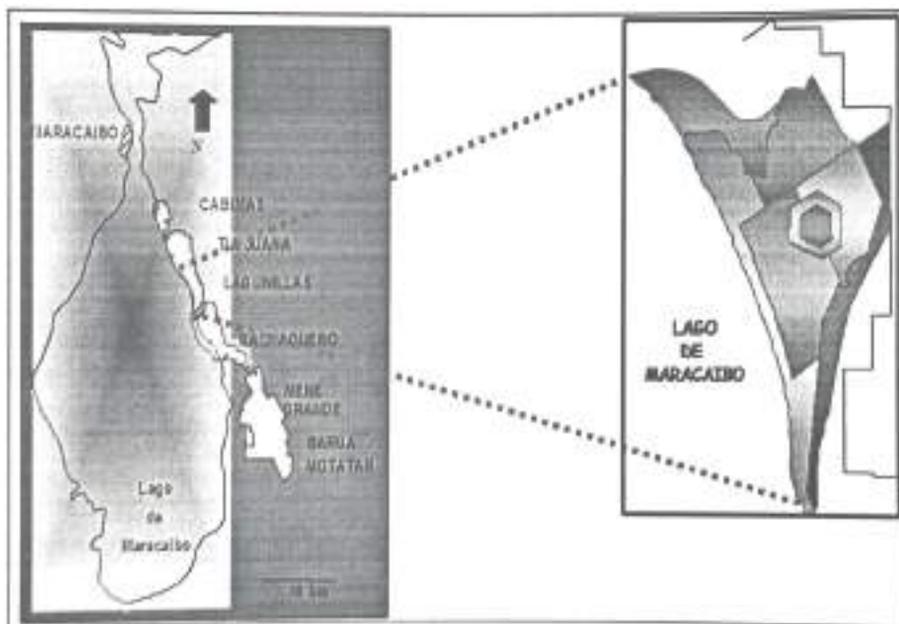


Figura 1. Ubicación del Campo Lagunillas

Metodología

El modelo de la investigación representa la estructura metodológica de los pasos que se plantearon como opción para la elaboración del diseño que conllevó a solución del problema, por lo cual esta investigación se consideró un diseño de campo y documental. Según Tamayo y Tamayo (2006) la modalidad de campo es aquella:

Cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual se denominan primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en las que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas. (p.110).

El mismo autor explica que el diseño bibliográfico (documental) de una investigación “ocurre cuando recurrimos a la utilización de los datos secundarios, es decir, aquellos que han sido obtenidos por otros y nos llegan elaborados y procesados de acuerdo con los fines de quienes inicialmente los elaboran y manejan” (p.109).

De lo señalado anteriormente, se establece que en la investigación se utilizó el diseño de campo, porque las mediciones de las propiedades se realizaron a través de los perfiles tomados dentro del yacimiento Lagunillas Inferior 05, y el diseño documental, pues se contó con información contenida en manuales, revistas y guías de entrenamiento.

La investigación también se considera descriptiva, porque se describieron cada uno de los registros de pozos que se generan en la industria petrolera, así como las propiedades petrofísicas que son de gran importancia para la cuantificación de reservas; aspecto que responde a lo planteado por Arias (2006) sobre el tipo de investigación en cuanto a que esta consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura y comportamiento” (p.24).

La población objeto de estudio estuvo representada por 444 pozos

pertenecientes al yacimiento Lagunillas Inferior 05, de los cuales 229 son pozos activos (categoría 1), 77 pozos inactivos para producción inmediata (categoría 2) y 138 son pozos inactivos no disponibles para producción inmediata (categoría 3). Por su parte la muestra en esta investigación se consideró de tipo intencional ya que los elementos fueron escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador, tal como lo plantea Arias (2006, p.85), los cuales permitieron la evaluación de la formación del yacimiento al que se hace referencia en la presente investigación, seleccionándose un (1) pozo clasificado como categoría 1, el cual está en producción actualmente; este constituye la muestra.

Es importante acotar que la información fue suministrada por PDVSA, y debido a esto se informó que se requería cambiar la nomenclatura del pozo a objeto de resguardar los datos de la empresa, por lo que se denominó pozo 01-X. Éste fue seleccionado por ser el único pozo que contaba con los *registros SP, GR y Densidad*, aspectos necesarios para el desarrollo de la metodología.

Para la recolección de información se emplearon técnicas diversas como: observación directa, mesas de trabajo y entrevista no estructurada. La observación directa se aplicó en las evaluaciones cualitativas que se obtuvieron de los perfiles para luego insertar dichos valores en las ecuaciones empíricas, donde se estimaron las propiedades del yacimiento.

La utilización de la técnica de mesas de trabajo permitió la combinación de información; además, fue la base para la elaboración de la metodología y los pasos de cómo obtener los datos. Se puede decir que las mesas de trabajo fueron fundamentales para el logro de los objetivos orientadores de la investigación, ya que a través de ellas se logró debatir con los expertos sobre los puntos clave de la misma y así generar las conclusiones pertinentes.

Por otra parte, la entrevista no estructurada fue aplicada, en este caso específico, a personal capacitado de la empresa PDVSA que monitorean las propiedades del yacimiento Lagunillas Inferior 05, así como a

especialistas en el tema desarrollado.

Para el análisis de los datos se optó por el procesamiento electrónico a través de aplicaciones funcionales como Microsoft Excel, que permitieron la realización de operaciones numéricas, mantenimiento de registros, inclusión de gráficos, textos y animaciones, entre otras funciones.

Por su parte, Microsoft Word y Microsoft Power Point posibilitaron el diseño de gráficas y el cálculo de los datos de ecuaciones empíricas como es el caso de la porosidad, permeabilidad y saturación. Además, se realizó una evaluación cualitativa de la formación a través de la pericia realizada por los ingenieros (que tiene mucha relación con la entrevista no estructurada), la cual permitió obtener datos de la formación del yacimiento Lagunillas Inferior 05.

En referencia a la sistematización de la información, a través de fases para definir una secuencia al momento de generar los resultados de la investigación, se identificaron las siguientes: Fase 1. Recolección bibliográfica, Fase II. Recolección experimental y, por último, documentación y desarrollo de la metodología.

Resultados

Parámetros para la Evaluación de Formaciones en el Yacimiento Lagunillas Inferior 05

Una amplia variedad de actividades relativas a las etapas de exploración, localización, evaluación y desarrollo de los yacimientos petroleros, dependen fuertemente de que se tenga un buen conocimiento de la magnitud y variación espacial de las propiedades de las rocas donde se encuentran emplazados dichos reservorios, conocimiento que se obtiene mediante un proceso llamado evaluación de formaciones.

Dicha evaluación, tal y como lo plantea Escobar (2002), permite establecer el modelo del reservorio, para lo cual se debe analizar el

comportamiento de cada uno de los registros o perfiles de pozo, que gráficamente son registros dispuestos sobre diversos tracks donde se busca plasmar a través de las características inherentes a la roca y los fluidos contenidos en éstas, la ubicación de los posibles yacimientos de hidrocarburos comercialmente explotables.

Es importante mencionar que en el encabezado de los registros de pozos se encuentran datos básicos acerca de las condiciones iniciales en las cuales fue procesado el análisis de la información del pozo, como por ejemplo: la profundidad total, la resistividad del filtrado de lodo de perforación, la temperatura y la presión de fondo, la densidad, la viscosidad del lodo.

En consecuencia, para el logro del primer objetivo se realizó un análisis exhaustivo de los registros de pozos, lo que posibilitó la identificación de los parámetros más resaltantes para la evaluación de la formación en el yacimiento Lagunillas Inferior 05, por lo que se necesitó de la pericia de los técnicos en perfilaje a fin de establecer los parámetros petrofísicos del yacimiento como: resistividad de la formación (R), resistividad del agua de formación (R_w), factor de resistividad de la formación (F), temperatura de la formación (T_f), saturación de agua (S_w), porosidad (O), permeabilidad (K), volumen de arcilla (V_{sh}).

Métodos de Evaluación de Formaciones Limpias y Arcillosas en la Interpretación de los Registros de Pozos Pertenecientes al Yacimiento Lagunillas Inferior 05

Los métodos de evaluación de las formaciones que potencialmente constituyen yacimientos de hidrocarburos, se desarrollan sobre la base de datos sísmicos y geológicos. Aunque los avances actuales que se tienen en la adquisición y procesamiento de datos sísmicos hacen posible obtener información más detallada acerca del subsuelo, la perforación de un pozo exploratorio continúa siendo la única manera de confirmar la presencia de petróleo y de gas. Por tanto, una vez que se perfora un pozo exploratorio,

el profesional en petrofísica puede cuantificar e integrar las propiedades de la formación a partir de una variedad de fuentes de información, facilitadas por la disponibilidad del pozo. Dicha variedad, constituye la base fundamental de los métodos para la evaluación de la formación, los cuales serán descritos a continuación.

Registros de Operaciones de Perforación (Mudlogging)

A través de la evolución de la industria petrolera se han incorporado equipos sofisticados, desarrollados para controlar todos los aspectos del proceso de perforación, donde se anexó el registro del lodo de perforación. Un registro de lodo es una representación gráfica de los parámetros de perforación generados durante la perforación de un pozo de petróleo. El acto de recopilar toda esta información se considera realmente muy importante y es realizada por el registrador de lodo.

De acuerdo con Falla (2005), uno de los primeros tipos de registros elaborados fue el lodo, el cual fue desarrollado para dar una referencia visual de la litología de las formaciones penetradas. Además, con esta información se puede obtener una idea de qué esperar, al momento de perforar otro pozo en zonas vecinas. Asimismo la ROP (tasa de penetración), también conocida como índice de penetración o la tasa de perforación, se ha añadido para mostrar la velocidad a las cuales se están penetrando las formaciones, Cabe decir que, debido a la velocidad de la mecha se puede detectar la presencia de una formación consolidada o poco consolidada.

Posteriormente se descubrió que el gas de hidrocarburos podría extraerse del sistema del lodo, pues al salir del hoyo se representa en el registro de lodo para dar una referencia visual de las formaciones que contenía el gas.

Análisis de Núcleos

Otro método utilizado para la evaluación de las formaciones lo constituyen los núcleos, a los cuales pueden realizársele diversos análisis para la identificación de parámetros petrofísicos necesarios para la caracterización de la misma, se desglosan los diferentes análisis característicos.

La recuperación y el análisis de núcleos es parte importante en la evaluación de formaciones, por lo que el término de petrofísica tiene un significado mucho más amplio respecto al concepto análisis de núcleos, el cual debe limitarse en su empleo para referirse exclusivamente a las mediciones y estudios de laboratorio efectuados en muestras de roca, como pueden ser muestras tapón y de diámetro completo que se extraen de los núcleos de perforación.

Los datos aportados por los núcleos recuperados desde un intervalo de una formación de un pozo petrolífero, juegan un papel importante en programas de exploración, completaciones de pozos y evaluación de formaciones; además, aportan resultados sobre la capacidad de almacenamiento de fluidos (porosidad), flujo de fluidos a través del medio poroso (permeabilidad); contenido residual de petróleo, el cual permite interpretar la producción probable de petróleo, gas y agua.

De allí que el estudio de los datos generados por el análisis de núcleos, acompañados de pruebas complementarias desarrolladas en las muestras de estos, proporciona una buena respuesta al tratamiento de los futuros pozos, provee una base sólida para estimación de reservas y modelaje del yacimiento, hace más fácil la interpretación de los registros mediante el sistema de correlación, y suministra orientación en programas de recuperación secundaria y terciaria. Igualmente los análisis especiales de núcleos permiten verificar los parámetros a , n , m y $Swir$; y del análisis convencional se obtiene la porosidad y permeabilidad absoluta con los que se realiza la correlación Núcleo-perfil.

Análisis Convencionales

Dentro de los análisis convencionales que se pueden realizar a los núcleos o muestras de rocas, se encuentran básicamente la porosidad (\emptyset) y la permeabilidad (K). Dichos análisis son efectuados en un laboratorio en condiciones atmosféricas normales, y los resultados se obtienen sometiendo las muestras a equipos tecnológicos especializados para dichas evaluaciones.

En el Cuadro 1 se plasman los tipos de ensayos que se pueden aplicar a las muestras, los métodos utilizados durante los ensayos para el cálculo de los respectivos parámetros.

Cuadro 1
Análisis Convencionales de Núcleos

Tipos de ensayos	Métodos	Parámetros	Unidades
Saturación de fluidos	-Destilación Soxhlet -Dean-Stark -Centrifuga -Retorta	Sw, Sh, Sg, \emptyset_t	%
Porosidad	-Volumétrico -Porosímetro	\emptyset_t , \emptyset_e , pg	%
Permeabilidad	-Pignómetro	Kh, Kv	md
Densidad del grano	-Volumen	Pma, \emptyset_t	gr/cc

Análisis Especiales

Entre los análisis especiales que se le pueden realizar a los núcleos o muestras de rocas se encuentran básicamente los análisis de ingeniería de yacimientos, tales como: pruebas de presión capilar, permeabilidad relativa, comprensibilidad del volumen poroso y humectabilidad, análisis de completación (pruebas de daños de formación utilizando lodos y

aditivos). Adicionalmente se tienen los análisis de Difracción de Rayos X, Análisis SEM Barrido de microscopia electrónica.

Registros de Pozos

Constituyen la base fundamental de esta investigación, la cual permitiría la determinación y verificación de los parámetros petrofísicos del yacimiento Lagunillas Inferior 05. Entre los perfiles más comunes que generalmente poseen los pozos se encuentran: Registros de Densidad, Registros de *Rayos Gamma (Gamma Ray)*, *Registros Eléctricos* o de Inducción (*IEL*), *Registro de Inducción Doble*, Registro de Presión y Temperatura (*P* y *T*), Registro de Producción (*PLT*), Registro de Saturación (*RST*), Registros de Cementación (*CBL*, *VDL*, *GR*).

En la investigación adelantada solamente se utilizaron los registros: de *Rayos Gamma (Gamma Ray)*, *Eléctricos o de Inducción (IEL)* y de densidad.

Métodos para la Evaluación de la Formación en el Yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los Perfiles de Pozos

Para lograr el objetivo respectivo se tomó en consideración el método de perfiles de pozo, ya que cuando se perfora un pozo de tipo exploratorio se trata de obtener la mayor cantidad de información posible del subsuelo. La cual se logra con la ayuda de los perfiles, pues estos miden las propiedades eléctricas, acústicas y radioactivas de las rocas.

A través de la interpretación de dichos perfiles se logra la evaluación de la formación, pudiéndose determinar los parámetros más importantes del yacimiento Lagunillas Inferior 05, los cuales se explican a continuación.

Resistividad del Agua de Formación

La resistividad del agua de formación es un parámetro que puede obtenerse de cuatro formas: a través de análisis físico-químicos de

muestras representativas del agua de formación; mediante técnicas gráficas como, por ejemplo, las gráficas de Hingle y Picket, las cuales son utilizadas también para la estimación petrofísica; por Mapas de Isosalinidad y Catálogos de Resistividad de Aguas de Formación; y, por registros del Potencial Espontáneo - SP, Resistividad (Rt) y Porosidad, siendo este último el seleccionado para el desarrollo de la metodología propuesta.

El uso de métodos cualitativos como los mencionados resulta importante, pues la mayoría de los yacimientos, y en el caso específico del Lagunillas Inferior 05, cuentan con una producción de 50 años; por tanto, se tienen registros SP, resistividad (Rt) y porosidad.

Para la evaluación de R_w es necesario establecer, en primer lugar, una evaluación cualitativa del perfil; en el caso de *SP*, *GR* o *Caliper* se realiza el mismo procedimiento para evaluar el intervalo litológico. Para ello se identifica el mismo con algunas características particulares como: el tope y la base del intervalo prospectivo, el gradiente geotérmico, algunas profundidades y temperaturas específicas.

Resistividad de la Formación

La resistividad de las formaciones es indicativa de su litología y de su contenido de fluidos. Las formaciones geológicas conducen la corriente eléctrica sólo mediante el agua que contienen. La mayoría de los minerales que constituyen las partes sólidas de los estratos, cuando están absolutamente secos son aislantes. Para ello se trabaja con el valor de la resistividad de la formación estándar ampliamente conocido, multiplicado por la temperatura dada sobre la temperatura dato, sumado al valor 6,77 constante utilizado para nivelar los valores.

Porosidad (\emptyset)

Existen perfiles que dan la lectura de la porosidad, pero en Petrofísica

el ingeniero tiene que ubicar perfiles que fueron corridos en el yacimiento. En este caso, la porosidad del yacimiento Lagunillas Inferior 05 será medida a través de un perfil de densidad. Para ello se ha de estimar la densidad de la matriz, la densidad del fluido y una densidad leída del perfil.

Saturación de Agua (S_w)

Para la estimación de la saturación de agua es necesario conocer la R_w que previamente debió ser calculada por el método de SP o cualquier otro método establecido.

Permeabilidad (K)

La estimación de la permeabilidad se obtiene del valor de la saturación de agua S_w , posteriormente se utilizan dos ecuaciones para el cálculo de la permeabilidad.

Volumen de Arcilla (V_{sh})

Dentro de las formaciones, los niveles presentes de lutita o arcilla en los estratos del yacimiento son un indicador de importancia a la hora de hacer una evaluación de la formación, porque este factor influye en la estimación del POES. Como la mayoría de los yacimientos de occidente poseen rocas con lutita o arcillas, debe considerarse como consecuencia la reducción de la porosidad efectiva y la baja de la permeabilidad, lo que interfiere en la saturación predicha por Archie.

Por tanto, para la estimación del V_{sh} se debe calcular la R_w , la ϕ y K con los métodos de evaluaciones limpias, permitiendo así la correcta representación de modelos de arcillosidad en el yacimiento.

Metodología para la Evaluación de Formación del Yacimiento Lagunillas Inferior 05 a través de los Perfiles de Pozos

Una metodología para la evaluación de la formación del yacimiento Lagunillas Inferior 05, se presenta como una alternativa que contribuirá con la disminución del tiempo invertido en los procesos asociados a la estimación petrofísica para garantizar la reducción de los costos operativos debido a su facilidad en la implementación y la toma de decisiones de cualquier personal encargado de dicha operación.

La aplicación de esta metodología permitirá también satisfacer necesidades de estudiantes, docentes, trabajadores, y cualquier tipo de usuario del área de ingeniería de yacimientos de pozos petroleros. Además, constituirá un aporte científico a futuras investigaciones que tendrán como punto de partida la presente investigación.

Por tanto es procedente plantearse la siguiente interrogante: ¿Es posible desarrollar una metodología que permita evaluar los parámetros petrofísicos de los yacimientos a través del análisis de los perfiles de pozos?, la respuesta es “Sí”. Esto obedece a que ya se cuenta con información para aplicar dicha metodología. Los procesos petrofísicos son complejos, pero dentro de esta propuesta se orienta a ahorrar tiempo y llegar a resultados confiables a la hora de hacer una cartelera de oportunidades y generar un proyecto de recuperación secundaria o estimación de reservas, proceso que se conoce en la industria petrolera como Fase II.

Para la elaboración de la metodología que se propone, se tomaron en cuenta cada uno de los parámetros necesarios para la evaluación de las formaciones. Las distintas etapas a seguir quedaron definidas de manera secuencial como se indica a continuación:

Resistividad del Agua de Formación

Este método es aplicable para el yacimiento Lagunillas Inferior 05 pues cuenta con una producción de 50 años, por tanto, se tienen registros

SP, Resistividad (R_l) y Porosidad. Para la evaluación de la resistividad del agua (R_w) se debe primero establecer una evaluación cualitativa del perfil. En el caso del SP, GR o Caliper, se realiza el mismo procedimiento.

Determinación de R_w a partir del registro SP.

1. Identificar el tope y la base del intervalo prospectivo con las profundidades leídas en el registro.
2. Calcular el promedio de las profundidades (Intervalo) con la finalidad de minimizar errores en la lectura al momento de introducirlas en las ecuaciones empíricas.
3. Determinar el gradiente de geotérmico con la siguiente fórmula:

$$GT = \frac{T_2 - T_1}{Prof_2 - Prof_1}$$

Donde:

T_1 : Temperatura inferior

T_2 : Temperatura superior

$Prof_1$: Profundidad inferior

$Prof_2$: Profundidad superior

Nota: Este gradiente con la temperatura promedio se puede obtener directamente de tablas, por ejemplo de las gráficas de Schlumberger.

4. Calcular la temperatura a la profundidad promedio, mediante la siguiente ecuación:

$$Tf@ = Ts + (GT * Prof.Prom)$$

Donde:

$Tf@$: Temperatura a la profundidad promedio

Ts : Temperatura de superficie

GT : Gradiente geotérmico

$Prof. Prom$: Profundidad Promedio

5. Estimar la Resistividad medida (Rm) con la siguiente formula:

$$Rm = T\ dada + \frac{T\ dada + 6,77}{Tx + 6,77}$$

Donde:

$T\ dada$: Temperatura dato

Tx : Temperatura a profundidad

6. Calcular la constante de temperatura para el cálculo de la Rwe (K), la cual se obtiene de: $(K) 61 + 0,133 * Tf$.

Donde:

(K) : es una constante

Tf : Temperatura de formación

7. Obtener el valor de SP , el cual es medido en el perfil y depende del tipo de registro tomado en el pozo.

8. Estimar la resistividad promedio de la formación (Rmf) mediante la siguiente fórmula:

$$Rmf @ Tx = Rmf @ T\ dada * \frac{T\ dada + 6,77}{Tx + 6,77}$$

Donde:

$Rmf@$: Resistividad promedio de la formación

Tx : Temperatura a profundidad

$T\ dada$: Temperatura dato

9. Medir el Rmf con la siguiente relación $Rmf > 0.1 Rmf e = 0.85 * Rmf$

10. Estimar el valor del Rwe a partir de la siguiente fórmula:

$$Rwe = \frac{Rmf\ e}{Antilog\left(\frac{-SP}{K}\right)}$$

Donde:

Rwe : Resistividad del agua

$Rmf\ e$: Resistividad de la formación

$Antilog$: Función antilogarítmica

SP : Lectura del SP obtenida por medio del perfil

(K) : Constante

11. Con los valores obtenidos de R_{we} y la temperatura final se accesa a la gráfica SP-2 de Schlumberger, para determinar el valor de la R_w .

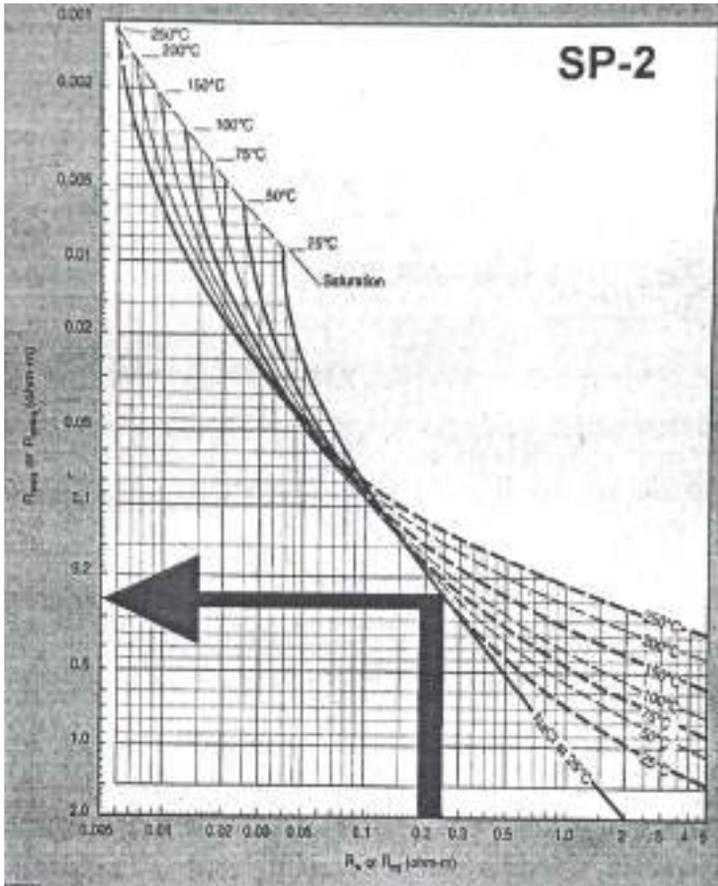


Figura 2. SP-2. Schlumberger. Tomado de Manual de Schlumberger (2009)

Porosidad (\emptyset)

La porosidad del yacimiento Lagunillas Inferior 05 será medida a través del perfil de densidad.

Determinación de la porosidad a través del perfil de densidad

1. Medir dentro del registro la curva de la densidad en el intervalo de interés, verificando se corresponda con el máximo punto arrojado por el perfil.

2. Ubicar la densidad de la matriz, establecida en el Cuadro 2. Para ello se debe tomar en cuenta la compactación de la roca, es decir, si es consolidada o no consolidada.

Cuadro 2

Densidad de la matriz obtenida por el mineral de la roca

Mineral	Fórmula	Densidad Real (p)	ρ_e	ρ_b
Cuarzo	S_3O_2	2.654	2.650	2.648
Caliza	C_2CO_2	2.710	2.708	2.710
Dolomita	$CaCO_3$ - $MgCO_3$	2.870	2.863	2.876
Anhidrita	C_3SO_4	2.960	2.957	2.977
Silvita	KCl	1.984	1.916	1.863
Halita	N_4Cl	2.165	2.074	2.032
Yes	$C_3SO_4 \cdot 2H_2O$	2.320	2.372	2.351
Carbón	C	1.800	1.852	1.796
Antracita				
Carbon Bit	C	1.500	1.590	1.514
Agua Dulce	H_2C	1.000	1.110	1.000
Agua Salada	200.000ppM	1.146	1.237	1.135
Petróleo	$n(CH_2)$	0.850	0.970	0.850

Cuadro 2 (Continuación)

Mineral	Fórmula	Densidad Real (ρ)	ρ_e	ρ_b
Metano	CH ₄	ρ_{meth}	1.247 ρ_{meth}	1.335 ρ_{meth} - 0.188
Gas	C ₁₁ H ₄₂	ρ_g	1.238 ρ_g	1.325 ρ_g - 0.188

Tomado de: *Manual de Schlumberger (2009)*

3. Estimar la Porosidad a través de la siguiente ecuación:

$$\emptyset = \frac{\rho_{matriz} - \rho_{leida}}{\rho_{matriz} - \rho_{fluido}}$$

Donde:

\emptyset : porosidad

ρ_{matriz} : densidad de la matriz

ρ_{leida} : densidad obtenida en el registro

ρ_{fluido} : densidad del fluido

Determinación de la Saturación de Agua (S_w)

Para la estimación de la saturación de agua:

1. Se debe conocer la R_w , que debe haber sido estimada por el método de SP o cualquier otro método establecido.

2. Se utiliza la ecuación de Archie para su cálculo:

$$S_w = \left(\frac{a * R_w}{\emptyset^m * R_t} \right)^n$$

Donde:

a : Coeficiente de tortuosidad

\emptyset : Porosidad

R_w : Resistividad del agua

R_t : Resistividad total

Determinación de la permeabilidad (K)

1. Se obtiene el valor de la saturación de agua S_w , posteriormente se utilizan dos ecuaciones para el cálculo de la permeabilidad.

Por Timur:

$$K = \left(\frac{100 * \phi^{2.25}}{Swirr} \right)$$

Donde:

K : Permeabilidad

$Swirr$: Saturación de agua irreducible

ϕ : Porosidad

Por Archie:

$$K = \left(\frac{86138 * \phi^{4.30175}}{Swirr^{0.496875}} \right)$$

Donde:

K : Permeabilidad

ϕ : Porosidad

$Swirr$: Saturación de agua irreducible

2. Con los valores obtenidos de las curvas de permeabilidad relativa se obtiene la saturación de agua irreducible ($Swirr$), y con el valor de la porosidad se ubica en el gráfico y se obtiene el valor de la permeabilidad.

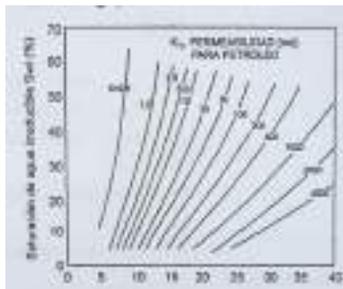


Figura 3. Permeabilidad según la relación de Tixier. Tomado de: *Manual de Schlumberger* (2009)

Volumen de Arcilla (Vsh)

Otro parámetro importante al momento de la evaluación de formaciones lo constituye el volumen de arcilla en el yacimiento (Vsh), para cuya estimación se debe calcular la Rw , y K con los métodos de evaluaciones limpias anteriormente descritos, y posteriormente obtener la representación de modelos de arcillosidad en el yacimiento. El método empleado para el cálculo de Vsh es a partir del registro GR , y se debe seguir el procedimiento que se explica a continuación:

Se toman los valores directamente del registro según la ecuación dada:

$$Vsh = \frac{GR_{arena} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}$$

Donde:

Vsh : Volumen de arcilla.

GR_{arena} : Lectura del GR de la arena

GR_{min} : Lectura mínima del GR

GR_{max} : Lectura máxima del GR

Para analizar las representaciones en el GR arena, el cual se lee en el perfil frente al estrato, debe entenderse el GR min como el mínimo valor de la lectura del perfil, y el GR max como la moda de los valores estudiados en el estrato. Una consideración importante es que el registro debe ser normalizado para no tener errores en la medición de los valores cualitativos leídos.

Finalmente, para la evaluación del yacimiento Lagunillas Inferior 05 se contó con un perfil no normalizado pero que es de gran importancia para el desarrollo de esta investigación y la elaboración de la metodología. En este se muestran las corridas del SP , GR y $Densidad$, los cuales son los considerados en el presente trabajo.

Es importante acotar que estos datos son secundarios, tomados de PDVSA. Por lo cual, como ya se refirió, se debió cambiar la nomenclatura del pozo en función de resguardar los datos de la empresa. En relación a

esto, se le denominó pozo 01-X.

Como puede observarse en la Figura 4, en el registro del pozo 01-X se visualizaron dos (2) intervalos de interés delimitados por la zona A y la zona B con la información de los métodos descritos en el objetivo anterior. Para el análisis se tomaron los valores del perfil y se desarrolló el procedimiento estimando el valor de las propiedades en las ecuaciones antes descritas.

A continuación, se muestran los cálculos realizados al aplicar la metodología propuesta para la zona A.

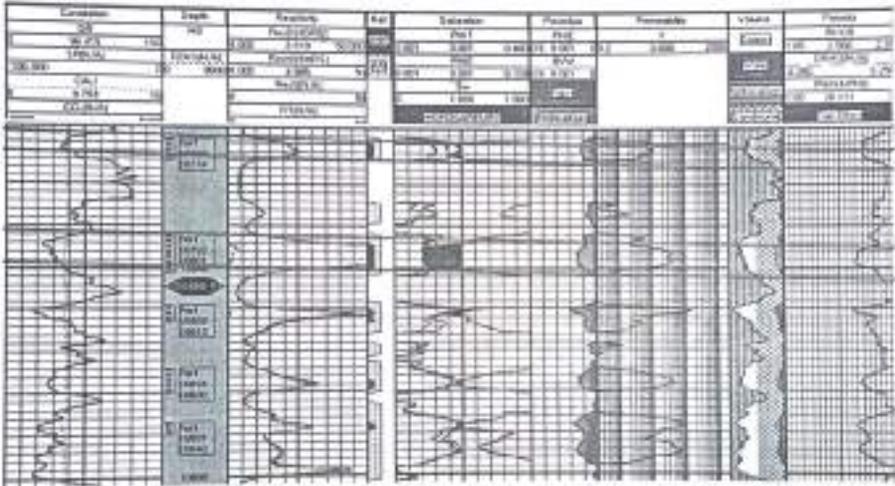


Figura 4. SP-2. Schlumberger Pozo X-01. Tomado de: PDVSA (2009)

Resistividad del agua de formación a partir del SP

Al determinar el tope y base de la zona A, quedaron establecidos en 10769 pies y 10774 pies, respectivamente. El promedio obtenido entre ambas fue de 10771.5 pies. Al calcular el gradiente geotérmico se obtuvo:

$$GT = \frac{163.05 - 163.01}{10774 - 10769} = 0.08^\circ/\text{pies}$$

Luego se calcula la temperatura a la profundidad promedio, en este caso a 10771.5 pies, por medio de la siguiente ecuación:

$$Tf@_{10771.5 \text{ pies}} = 76.9^\circ + (0.08^\circ/\text{pies} * 10771.5 \text{ pies}) = 163.072$$

Al estimar la resistividad medida (Rm) se tiene que:

$$Rm = 200 + \frac{200 + 6,77}{163.072 + 6,77} = 201.21$$

Al calcular la constante de temperatura (K):

$$(K) = 61 + 0,133 * 163.072^\circ = 82.69$$

Se determina luego la resistividad promedio de la formación (Rmf) a través de la siguiente formula:

$$Rmf@163.072^\circ = 4 * \frac{200 + 6,77}{163.072} = 0.49$$

También se calcula el Rmf con la siguiente relación $Rmf > 0.1 Rmfe = 0.85 * Rmf$; es decir:

$$Rmfe = 0.85 * 0.49 = 0.41$$

Se estima el valor del Rwe a partir de la fórmula:

$$Rwe = \frac{0.41}{\text{Antilog} \left(\frac{-(-50000)}{82.69} \right)} = 0.3$$

Accediendo nuevamente a la aplicación informática automatizada con Rwe y la temperatura final, se obtiene el valor de la Rw , en este caso 0.25.

Porosidad (\emptyset)

Una vez medido en el registro la curva de la densidad correspondiente al intervalo de interés, se obtuvo el valor de 0.07. El valor obtenido se lleva al Cuadro 3 para determinar las densidades asociadas al yacimiento, y estimar la porosidad de la siguiente manera:

$$\emptyset = \frac{2.87 - 2.45}{2.87 - 0.85} = 0.21$$

Determinación de la saturación de agua (S_w)

Utilizando la ecuación de Archie para su cálculo, la saturación de agua (S_w) es igual a:

$$S_w = \left(\frac{1 * 0.25}{0.28 * 2.11} \right) = 0.71$$

Determinación de la permeabilidad (K)

Con el valor de saturación de agua calculado anteriormente, y aplicando la fórmula de Timur se determina la permeabilidad:

$$K = \left(\frac{100 * 0.2^{2.25}}{0.35} \right) = 7.64$$

Con los valores obtenidos de las curvas de permeabilidad relativa previamente, se procede a calcular la saturación de agua irreducible (S_{wirr}) de acuerdo al valor de la porosidad. Este procedimiento requiere revisar nuevamente la figura 4, y determinar en el gráfico el valor de la permeabilidad, el cual es igual a 90 md.

Volumen de Arcilla (*Vsh*)

Método de volumen de arcilla a partir de registro GR

Obteniendo los valores requeridos del registro y aplicando la ecuación se tiene que:

$$Vsh = \frac{67.49 - 36.63}{158.12 - 36.63} = 0.25$$

Para la zona B se aplicó el mismo procedimiento, obteniéndose los respectivos valores de las propiedades petrofísicas, los cuales se exponen a continuación:

Cuadro 3

Datos para la estimación de las propiedades petrofísicas

Zona	Tope	Base	AN (Pies)	\emptyset	S_w (%)	K (mD)	Vsh (%)
A	10769	10774	5	0.28	0.71	90	0.25
B	10792	10801	9	0.20	0.42	45	0.06

De los datos obtenidos, debe calcularse un promedio de cada uno de los parámetros anteriores para analizar y ofrecer una conclusión. Para ello se debe aplicar una ecuación empírica que permita obtener los promedios de todas las propiedades, de allí que se aplique la fórmula promedio de ponderado por espesor de arena.

Los valores de los resultados obtenidos expresan que el intervalo A es más prospectivo que el B ya que tiene una mediana porosidad mediada de 0,28 y con el GR leído se expresa una arena limpia; además, el volumen de arcilla es de 0.25 por ciento, valor relativamente bajo.

Cabe destacar que la metodología desarrollada para el yacimiento Lagunillas Inferior 05 puede ser aplicada para otros yacimientos siempre

y cuando se cuente con los registros respectivos.

Conclusiones

Los parámetros que se midieron en el yacimiento Lagunillas Inferior 05 fueron resistividad de la formación (R_t), resistividad del agua de formación (R_w), temperatura de la formación (T), porosidad (ϕ), factor de resistividad de la formación (E), saturación de agua (S_w), permeabilidad (K). Los mismos permitieron orientar los tipos de perfiles a utilizar, así como categorizar qué propiedad se determina por medio de las ecuaciones empíricas o por lecturas directas en el registro, para conocer y relacionar las mismas con las propiedades de la formación.

Se determinó que los métodos de evaluación de formaciones limpias y arcillosas son vitales para la cuantificación de las propiedades de la roca. Para aplicar el primero se necesitó de registros de resistividad, los cuales han de ser normalizados; además deben tenerse datos de la temperatura y la profundidad para el SP y GR , ya que estos son base para las ecuaciones. La densidad de la matriz se obtiene de tablas, así como el cálculo de SP real en este caso establecido por Schlumberger. Por otro lado, la porosidad (ϕ) y permeabilidad (K) pueden ser medidas perfectamente a través de los registros de pozos. También el volumen de arcilla (V_{sh}) es indispensable para determinar proyectos futuros o detectar zonas con anisotropías.

Dentro del registro obtenido del pozo 01-X se encontraron dos zonas de interés denominadas A y B, de las cuales a través de las ecuaciones empíricas y lecturas en los registros se obtuvo la siguiente información: una (ϕ) promedio de 0.17 por ciento, lo que quiere decir una mediana porosidad; una S_w promedio del 0.48 por ciento indicativo que es el fluido desplazante en el medio poroso, dando la proporcionalidad de la saturación de petróleo. También se obtuvo una permeabilidad promedio de 90 mD , lo que permite visualizar una baja permeabilidad. Y, por último, el V_{sh} promedio de 0.11 refiere que no es una zona arcillosa. De las dos zonas la más prospectiva es la zona A, por lo que indica como procedimiento

cañonear.

El desarrollo de la metodología permitió una orientación de los procesos que se deben llevar a cabo para la generación de información petrofísica a través de los perfiles de pozos que muestra la normalización de las curvas, debido a que la información que se toma es cualitativa y cualquier error es influyente en los procesos que se lleven a cabo en los proyectos futuros. La secuencia direccionó cuáles son los procedimientos a seguir y la importancia que tienen los mismos a la hora de ejecutar la digitalización para que se puedan cargar en los diversos software.

Referencias

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación*, 5^{ta} edición. Caracas: EPITESME.
- Casal, A. (2004). *Estado del arte en la determinación de espesores de secciones erosionadas por medio de registros de pozos*. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de Los Andes (ULA). Núcleo Trujillo. Trujillo, Estado Trujillo.
- Centro Internacional de Educación y Desarrollo (1999). *Manual de Registro de Pozos CIED - PDVSA*. Venezuela: Universidad Corporativa.
- Graing Solomon (2001). The evolution of log analysis methods. *Offshore Magazine*, Vol II, pp. 2-16.
- Escobar, F. (2002). *Fundamentos de ingeniería de yacimientos*. Material mimeografiado. CIED Tamare-Zulia: Venezuela.
- Falla, E. (2005). *Interpretación de registros de pozos de petróleo*. Facultad de Ciencias Físicas. E.A.P. de Física. Trabajo de grado para optar al título de licenciado en física. Universidad Nacional Mayor de San Marco. (UNMSM) Lima: Perú.
- Pérez, J. (2008). *Evaluación de las reservas del yacimiento SBARB-64 y el prospecto SBARB-115*. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero en Petróleo. Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas (IUPSM COL Cabimas). Cabimas: Venezuela.
- Schlumberger (2009). *Interpretación de perfiles*. Manual de referencia. 1era Edición. 486 páginas. México: Autor.
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). *El proceso de investigación científica*. México, D.F.: Editorial Lisuma.

Foro Científico–Tecnológico y de Innovación

RECORRIDO METODOLÓGICO PARA LA FORMULACIÓN DE INVESTIGACIONES DESDE LA PERSPECTIVA COMPLEJA: REFLEXIONES PRELIMINARES

María López

**Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño
Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas
malop_33@hotmail.com**

Resumen

Con el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación, emergen nuevas formas de hacer investigación; así, nuevos paradigmas se poseionan en el andamiaje de la estructura del método, requiriendo nuevos caminos de abordajes en la grafía erudita de la cultura investigativa. Con este advenimiento, la temática, recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja se aborda sobre la base de reflexiones teóricas, profundizadas en categorías abductivas tales como: momentos de inflexiones estructuralistas, etapas pragmáticas del método complejo desde los momentos epistemológicos y metodológicos en perspectiva transcompleja, lo que permite plantear una ruta operativa para formular investigaciones en el orden complejo, convirtiendo momentos, etapas y métodos en una metodología administrada para configurar estudios complejos. La intención de esta propuesta teórica es activar un pensamiento ecoepistemológico sustentable en los modos de acceso al conocimiento, en innovación de la percepción y en reconocimiento a las brechas epistémicas que, sin duda, acompañan históricamente la construcción del conocimiento, así como la ortodoxia del pensamiento científico.

Palabras clave: investigación, método complejo, metodología, momentos de inflexiones epistémicas.

COURSE METHODOLOGY FOR THE DESIGN FROM THE PERSPECTIVE OF RESEARCH COMPLEX: PRELIMINARY REFLECTIONS

Abstract

With the advancement of science, technology and innovation, emerging new ways of doing research; and new paradigms take possession in the scaffold structure of the method, requiring new ways of approaches in the scholarly spelling of the research culture, from this coming, thematic, methodological route for the formulation of research from the complex perspective is addressed on Based on theoretical considerations, abductive deepened in categories such as moments of structuralist inflections, pragmatic steps of the complex method from the epistemological and methodological perspective transcomplex times, allowing pose an operational route to formulate complex research in order. Turning moments, stages and methods in a given methodology to configure complex studies. The intention of this theoretical proposal is to activate a ecoepistemic, sustainable modes of thought in access to knowledge, innovation and the perception in recognition of epistemic gaps, certainly historically accompany the construction of knowledge and orthodoxy scientific thought.

Key words: research, complex method, methodology, moments of epistemic inflections.

Introducción

Un recorrido metodológico es una propuesta en secuencia lógica de pasos ordenados para el logro de un propósito. Este abordaje representa un elemento pedagógico de aprendizaje científico que respalda la comprensión de fluctuaciones epistémicas en los modos de aplicación del método científico a partir de la generación de conceptos, con aplicabilidad de la poiética, sustentado en la ecoepistemología. Es una propuesta para formular investigaciones desde la perspectiva compleja, facilitando comprensión desde estructuras esquemáticas que orientan operativamente los momentos que se han de cumplir en este recorrido. Para lograrlo se disponen aproximaciones teóricas que cimientan la propuesta de un orden para formular investigaciones desde la perspectiva compleja, en las cuales se reconocen e interpretan momentos de inflexiones estructuralistas epistémicas, dando origen al método complejo y, con ello, a etapas pragmáticas en perspectiva transcompleja. Posterior a estas inflexiones y al método complejo, se ofrecen tres etapas: gestión, construcción y aplicación.

El desarrollo de las tres etapas se apoya en el protocolo estructural del género reflexión teórica, basado en la consulta de diversas fuentes bibliográficas y enlaces web, las cuales fueron significativamente complementadas con los aportes empíricos de la autora para respaldar la comprensión de la temática abordada y el sustento argumentativo de cualquier discusión posterior.

Fundamentación Teórica

Desde un sentido teórico, el sustento racional busca analizar la información que se genera en la necesidad de solución y en el logro del control de una problemática, es precisamente ahí donde intervienen los recorridos metodológicos porque proporcionan un camino en orden lógico, sistemáticamente audaz que explican en retrospectiva y prospectiva hechos reales, todo a través de las relaciones de ideas.

Respaldo lo expresando en el párrafo anterior, en palabras de Namakforoosh (2005, p.49): “La finalidad de la ciencia es la teoría, porque ésta se mide como un conjunto de conceptos sistemáticamente relacionados y definidos, así como de proposiciones que sirven para explicar y predecir fenómenos”. El mismo autor, con sus pensamientos indica, es un argumento en las miradas de la ciencia en la búsqueda de interpretaciones y en la construcción de conceptos. Al respecto, expresa:

Cuando se investiga, se intenta saber qué es, a fin de predecir, explicar o entender los fenómenos...Aquí se intenta identificar y caracterizar esta realidad al medirla y evaluarla de acuerdo con ciertas definiciones y clasificaciones de ideas. También se intenta desarrollar teorías acerca de cómo estas ideas deberían relacionarse, cada una de acuerdo con ciertas reglas de lógica (p.50).

Significativamente, se demandan esfuerzos de investigación en el tratamiento de premisas tales como: conceptos, construcciones, niveles de abstracción, definiciones operacionales, proposiciones, hipótesis, modelos y teorías. Todos estos aspectos han sido asumidos en la propuesta del recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja. Es así que el punto de partida ha sido la construcción de conceptos desde el orden empírico, paralelo a las concepciones teóricas, conllevando a la jerarquización abstracta de las ideas, con ello se operacionalizan nuevas significaciones. Estas pinceladas pueden ser apreciadas en los momentos de inflexiones epistémicas que dieron lugar al método complejo y sus consecuentes etapas de recorrido metodológico.

Los Conceptos: Elementos Críticos en la Generación de Premisas Teóricas

Uno de los símbolos más significativos en la ciencia es el concepto, porque define las formas y contenidos de las teorías. En palabras de Namakforoosh (2005) “...es una abstracción del significado de una realidad

en la cual se asigna una palabra para hacer posible la comunicación de algo de esa realidad” (p.50). Así, el significado del método de la complejidad desarrollado en líneas siguientes, es la respuesta a la necesidad de tener nuevas estrategias para abordar investigaciones desde realidades en ópticas de diferentes escenarios. Reafirmando, en palabras del autor antes citado:

...La ciencia comienza con la formación de conceptos para describir el mundo empírico, adelantándose a relacionar tales conceptos en un sistema teórico. Los conceptos permiten la comunicación efectiva, es decir, ayudan a entender la ciencia y la metodología científica, introducen un punto de vista, sirven para clasificar y generalizar los resultados de la investigación, apoyan las construcciones teóricas, suponen hipótesis y sirven como base para seleccionar la metodología apropiada de la investigación. (p.50)

Entonces a la razón de justificar la construcción de teoría desde un marcado empirismo, el investigador a modo de producción científica “categoriza, estructura, ordena y generaliza sus experiencias y observaciones en términos de conceptos” (Namakforoosh, 2005, p.50). De esta manera los momentos, el método y el recorrido metodológico desde el orden complejo, emergen transitando el siguiente orden:

Ideas → Conceptos → Contenido de las teorías

Así, los conceptos surgieron de la necesidad de precisarlos conceptual e imaginativamente. En esta investigación se desarrollan conceptos pragmáticos, utilizando las ideas sobre la base del pensamiento complejo concretada en forma comprensible y en equidad filiatoria.

Ecoepistemología

Desde la propuesta de Boaventura de Sousa (2009), la ecoepistemología justifica la producción de nuevos conocimientos desde las distintas formas de pensar-hacer, entendida a partir de múltiples hermenéuticas producto

de procesos históricos y condiciones ontológicas; indica, además, la necesidad de superar la concepción positivista y la hermenéutica hegemónica tradicionalista. Admite un único principio epistemológico: que no hay principios epistemológicos generales; sin embargo, flexionaliza su principio expresando “...probablemente necesitemos un requisito epistemológico general residual para avanzar una epistemología general de la imposibilidad de una epistemología general” (*ob. cit.*, 2010:50); para ello expone su tesis sobre la ecología de saberes, en la cual plantea una epistemología que renuncia a la exclusión de los saberes que se consideran como no científicos, por lo cual se da una relación entre distintas comunidades de vida, proyectos civilizatorios y distintas formas de conocer – hacer. De ahí que exprese: “la ecología de saberes expande el carácter testimonial de los saberes para abrazar también las relaciones entre conocimiento científico y no científico, por lo tanto expandir el rango de la intersubjetividad como interconocimiento es el correlato de la intersubjetividad y viceversa” (*ob. cit.*, 2010: 54).

Desde una perspectiva compleja, los saberes ecologizados admiten la alteridad, las diferencias, la diversidad, el caos, la incertidumbre; por eso, lo simbólico, imaginario y real representan una nueva forma de ser y reconocer nuevos seres que plantean nuevas formas de saber, he acá el principio de recursividad en el pensamiento ecológico de Morin, en donde dos horizontes importantes son protagonistas: la apertura y la complejidad. La apertura consiste en relacionar pensamiento, realidad y contexto, en tanto, la complejidad en una arista, es una cuestión ética, estética, eco-poiéticos-rituales, porque exige compromiso con lo humano, además de la práctica articulada con los procesos de creatividad en las nuevas formas de construir el conocimiento.

Ciertamente, la ecoepistemología es una teoría que respalda los planteamientos de un recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja, considerando su principio de no generalidad epistemológica y el reconocimiento a nuevos seres con nuevas formas de saber.

Inflexiones Epistémicas

Las inflexiones epistémicas delinean áreas de conocimiento, en cuyos espacios se concentra el pensamiento, es decir la línea del conocimiento ha sufrido una altivez, en una imagen geométrica es una curva que su trazo deja entrever una altura, debajo que de ella queda plasmada un área que representa una zona poética, en la cual la pluralidad epistémica desde la ecoepistemología llama a la creación emancipadora sustentable. Sin embargo, para llegar a la plenitud de la construcción del conocimiento en sentido liberador, es necesario entender procesos tales como: claves, fronteras, fisuras y rupturas epistémicas.

Sobre los primeros, Beltramin (2009) refiere que las claves son consideraciones de carácter teórico, epistemológico y metodológico, en su acepción de variables articulan el tipo de producción de conocimiento, representan un desplazamiento desde el canon positivista hacia una teoría del conocimiento emergente.

Por su parte, desde un enfoque político-epistémico Pérez y Figueroa (2011) consideran las fronteras epistémicas como la línea que divide las épocas de producción del conocimiento. En el sentido de que sustentar la propuesta de una metodología para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja, se asume como desarticulación mediante prácticas innovadoras epistémicas que emergen de la colaboración transfronterizas entre épocas de conocimiento. En una arista práctica, reconocer una frontera epistémica implica visualizar la germinación y la caducidad del conocimiento, de ahí que la respuesta positiva se fundamente en acciones concretas a problemáticas en cuanto a la construcción de nuevos conocimientos, así refuerzan las grandes narrativas de globalización porque trasciende modos postfronterizos de organización epistémica; además, es una forma pragmática innovadora para lograr convergencias colaborativas en la construcción de nuevos saberes.

Un complemento a las ideas expuestas es la fisura epistémica, que Díaz

(2005) refiere como corte o fractura en el conocimiento. Es una metáfora en el andamiaje del conocimiento y representa cambios bruscos en el desarrollo de éste; así, en su significado, alude a un corte en el proceso de la investigación científica y en la idea misma de ciencia, induce a entonar un nuevo contexto epistemológico no comparable con el anterior. Tal afirmación, argumenta la tesis de que una nueva teoría científica no se limita a apartarse de otra precedente manteniendo el mismo marco teórico, esto posibilita una nueva disposición en el campo del saber; es aquí, precisamente, donde la ecoepistemología cimienta la sustentabilidad del conocimiento en el tiempo.

Ampliando, corresponde abordar las rupturas epistémicas. Respecto a éstas, en los planteamientos de González (2008) se puede sustentar una aproximación a la concepción racionalista; así, las rupturas representan el alejamiento entre nodos de conocimientos, mientras que las fisuras tan solo han dejado entrever singularidades que pueden quebrar la colaboración en las construcción del conocimiento. En un sentido más práctico, las rupturas desgarran la trama de relaciones que entretejen continuamente la experiencia, alejando de la ciencia la influencia de las nociones comunes; además influyen en la objetivación de las técnicas de investigación, en la crítica lógica y lexicológica del lenguaje común, con el objeto de elaborar y reelaborar controladamente las nociones científicas.

El trazo de significados relacionados con las claves, fronteras, fisuras y rupturas, representan la visión compleja que permite profundidad en las inflexiones epistemológicas. Explicativamente, cuando un nuevo conocimiento se produce es porque la linealidad ha trascendido en búsqueda de respuestas innovadoras, por consiguiente, en su trayecto va considerando metas (claves), colaboración de épocas (fronteras), cambios bruscos (fisuras) y el quiebre de relaciones (fractura), todos en el campo del desarrollo del conocimiento. Pero entender estas ideas es afirmar la necesidad de las fluctuaciones epistémicas; en tal sentido se está en presencia de una nueva forma de producción científica, es decir, es proactividad epistémica porque se conoce la génesis y la caducidad,

se comprenden los cambios porque se visualiza la ruptura de relaciones de conocimientos, y porque se conocen los enclaves de elementos que convergen en la producción del conocimiento. Ello acercaría la aceptación de la pluralidad epistémica y alejaría los cuestionamientos lineales que se amparan en singularidad sapiente.

Poiética

La poiética es una forma expresiva de la inteligencia práctica en toda posibilidad de creación humana, que toma un sentido abierto y tributa la realidad de la cual el conocimiento va a tomar cuerpo; es intuición activa, que podría expresarse como la reguladora y conductora de la relación hombre-naturaleza. Esto la vincula con las teorías de la ecoepistemología, como constructora de conocimientos científicos o no científicos desde la antropología. En un sentido más amplio, Sarquis (2003) citando a Souriau (1998) acota:

Es todo lo que se reduce a la creación de obras cuyo lenguaje es a la vez sustancia y medio. Esto comprende, por una parte el estudio de la invención y de la composición, el papel del azar, el de la reflexión, de la imitación, el de la cultura y el medio; por otra parte, el examen y el análisis de las técnicas, procedimientos, instrumentos, materiales, medios y soporte de acción. La poiética está más preocupada por las evoluciones innovadoras que por los funcionamientos “arqueológicos” de la sociedad, la poiética forma parte de una filosofía de la historia en la que el hombre se constituye como responsable de las civilizaciones y el creador de sí mismo (p.151).

Entonces, resulta vinculante entender la poiética como propuestas innovadoras en la construcción de metodologías, métodos y rutas de abordajes en la formulación de investigaciones. Entendiendo lo interesante de este planteamiento, en coincidencia con las teorías generadas en este trabajo, es que las mismas no tienen un sentido histórico sino que se

dirigen a evolucionar innovativamente desde la ontología de los seres que hacen nuevos conocimientos a partir de su formas de ver la realidad.

Aproximaciones Teóricas

La complejidad se presenta como una guía para la comprensión de los mecanismos funcionales del pensamiento, del conocimiento, y de la acción humana. Es una guía del pensamiento considerado de nivel paradigmático, pues la complejidad se refiere tanto a la manera cómo se caracteriza el ser y su realidad, además de cómo el individuo organiza su vida y sus ideas.

Accionada en el pensamiento complejo, en palabras de Morin (2003) implica abordar la realidad como procesos en continuo cambio, en orden, en desorden y en reorganización. Se muestra como una epistemología para pensar cualquier realidad de un modo diferente, busca orientar la construcción del conocimiento y su comprensión, activando análisis en el tejido de relaciones entre las partes configurantes, asegurando así que se ha tomado en cuenta el todo. Envuelve, por lo tanto, las dimensiones de naturaleza ontológica, epistemológica y metodológica, que explican y operacionalizan el pensamiento complejo en la formulación de investigaciones.

Operacionalizar pensamiento complejo requiere aplicar la multidimensionalidad como estrategia reflexiva (saber qué y cómo realizar investigación) nunca reductiva o totalizante. Esto representa, sin duda, un modo de construcción del conocimiento, primeramente porque es necesario establecer redes estructuradas de saberes para comprender la realidad, y luego porque amerita desarrollar una capacidad para interconectar distintas dimensiones (nodos de la red de saberes) atendiendo la emergencia de hechos multidimensionales, interactivos y azarosos.

Lo anterior constituyen procedimientos que transitan por las operaciones superiores del intelecto, cuyas ideas se oponen a la división disciplinaria y promueven un enfoque transdisciplinario, complejo, transcomplejo y holístico.

Se puede considerar, entonces, la multidisciplinariedad como componente premium de aprehensión de la realidad. Pero para ello es necesario, como se mencionó anteriormente, construir redes de conocimiento que afiancen la comprensión del hecho u objeto investigado. Esto habla a favor de un enfoque metodológico profundo, lo que evoca la complejidad; por lo tanto, ha emergido lo complejo, donde el orden lineal pasa a una nueva comprensión de la estructura, adoptando un método basado en el pensamiento complejo.

Momentos de Inflexiones Estructuralistas Epistémicas desde el Pensamiento Complejo

El método propuesto precisa dos momentos: el primero referido a lo epistemológico, en él se desarrolla información necesaria sobre la complejidad en relación con la construcción del conocimiento; el segundo, denominado metodológico, precisa de un cruce temático de los diferentes modos de construcción del conocimiento por procesos biológicos, cerebral, espiritual, lógico, lingüísticos, otros. (Ver figura 1).



Figura 1. Momentos de inflexiones estructuralistas epistémicas desde el pensamiento complejo.

Luego ambos momentos son procesos de interacción que permiten razonar y/o formar un nuevo pensamiento. Entonces, se ha pasado del orden tradicional, donde el conocimiento es concebido como mediador en la relación cognoscitiva objeto-sujeto, a generar un orden complejo en el cual el conocimiento es desarrollado atendiendo la necesidad intelectual de contexto global y local, asumiendo una relación dialógica entre orden y desorden y desde la contextualización se asume el reto de las incertidumbres.

Método del Pensamiento Complejo desde los Momentos Epistemológicos y Metodológicos en la Perspectiva Transcompleja

A partir de los momentos epistemológicos y metodológicos refrendados en la figura 1 y referidos en líneas anteriores como método (camino que conduce a un lugar), la perspectiva compleja puede manejar tres (3) etapas. La primera desarrolla conceptos sustentados por la teoría de la información, la cibernética y la teoría general de sistemas, esto con la finalidad de explicar la relación entre las partes y el todo. La segunda es la autoorganización, en donde se reconoce el desorden y se desarrollan procesos que conlleven al orden.

Finalmente, la tercera etapa es la construcción. En ella convergen: (a) el diálogo, que es la relación entre contrarios y la unión de las nociones antagónicas, (b) una retroalimentación entre la red de producción y la autoproducción, (c) lo holográfico, acá se estructuran nuevas relaciones considerando el principio sistémico-holístico donde la parte está en el todo y el todo está en la parte, complementariamente se deja abierta la posibilidad de añadir otras etapas de acuerdo al pensamiento y la necesidad del investigador en la configuración del protocolo operativo para la construcción del planteamiento de indagación.

Como resumen al método que emerge desde la perspectiva compleja en reflexiones teóricas y empíricas de los dos momentos epistemológicos y metodológicos, se presenta la figura 2.



Figura 2. Etapas pragmáticas del método del pensamiento complejo desde los momentos epistemológicos y metodológicos en la perspectiva transcompleja.

Recorrido Metodológico para la Formulación de Investigaciones desde la Perspectiva Compleja

Hasta el momento se ha manejado información acerca de la complejidad, el pensamiento complejo, la transdisciplinariedad, la transcomplejidad y el método del pensamiento complejo. Entonces, con el respaldo de estos elementos se puede proponer un recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja, fijando tres (3) momentos importantes: gestión, construcción y aplicación (Ver figura 3).

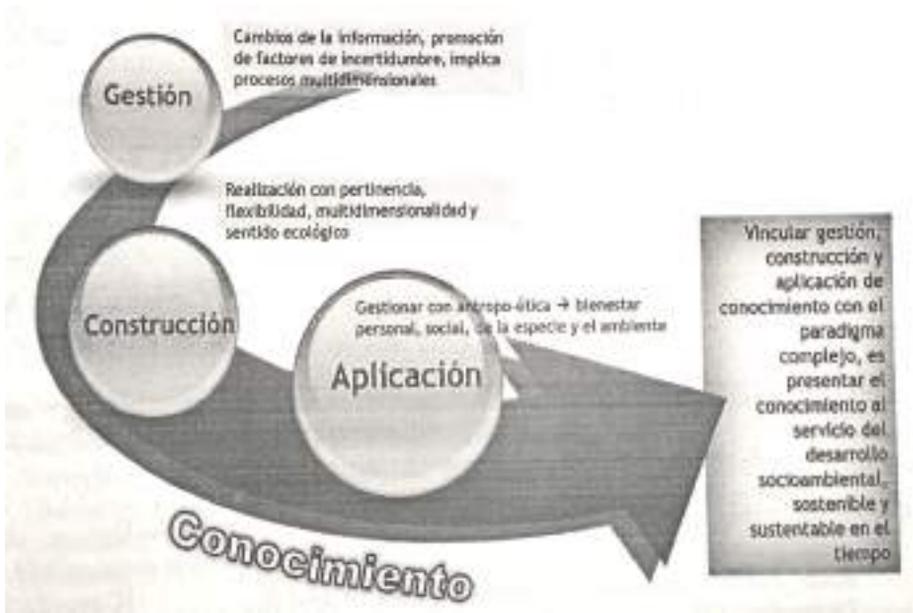


Figura 3. Recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja.

La gestión dispone que el conocimiento deba concebirse de naturaleza compleja, reconociendo que se dan continuos procesos de cambios de la información; en ella se visualizan factores de incertidumbres relacionados con el cambio e implica procesos multidimensionales (por la necesidad de ligar conocimiento). La construcción del conocimiento ha de realizarse con pertinencia, flexibilidad, multidimensionalidad y sentido ecológico. Y la aplicación, ha de gestionar con antropoética, buscando de forma interrelacionada el bienestar personal y social de la especie y del ambiente.

En este recorrido metodológico vincular gestión, construcción y aplicación de conocimiento con el paradigma complejo, es presentar el conocimiento al servicio del desarrollo socioambiental, sostenible y sustentable en el tiempo. Principios que descansan en los siete saberes de Edgar Morín y en el octavo pensamiento añadido recientemente, que

es el tiempo.

Consideraciones Finales

El recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja se fija en tres etapas: la primera referida a la gestión, en ella se expone la necesidad de miradas hacia la yuxtaposición de dimensiones, al reconocimiento de la incertidumbre como punto de arranque a la creación del orden en un marcado desorden; la segunda es la construcción, indica desarrollo del producto científico desde una ecoepistemología, es decir con pertinencia pero no redundante, adaptativo a la demanda de la cientificidad del método; la tercera etapa es la aplicación, cuyo énfasis es el bienestar de la humanidad en equilibrio con el ambiente, en gestión ética y antropológica.

Referencias

- Beltramin, J. (2009). Claves epistemológicas para abordar la investigación en el ámbito de la comunicación social. *Revista Latinoamericana Polis*. [Revista en línea]. Disponible: <http://polis.revues.org/1633?lang=en>. [Consulta: 2010, Mayo, 29]
- Boaventura de Sousa, S. (2009). *Una epistemología del Sur*. México: Siglo XXI Editores.
- Boaventura de Sousa, S. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Uruguay: Ediciones Trilce.
- Díaz, E. (2005). *Las imprecisas fronteras entre vida y conocimiento*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.estherdiaz.com.ar/textos/bachelard.htm>. [Consulta: 2010, Julio, 27]
- González, P. (2008). Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la investigación. [Documento en línea]. Disponible: http://www.archivochile.com/Ideas_Autores/guadarramapg/guadarramapg00012.pdf. Diciembre, 17] [Consulta:2009,
- Morin, E. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. España: Gedisa.

- Namakforoosh, Mohammad. (2005). *Metodología de la investigación*. [Libro en línea]. Disponible: <https://books.google.co.ve/books?id=ZEJ7-0hm-vhWC&prin%20tsec=frontcover&dq=metodolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&ved=0CCYQ6AEw%20amo%20VChMIjLiWtSPCxwIVD-FweCh200APg#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa&f=false> [Consulta: 2015, Agosto, 17]
- Pérez, D. y Figueroa, L. (2011). De colaboración transfronteriza a convivencia post-nacional: La educación superior a través de la frontera México-EEUU. *Boletín UNESCO IESALC* [Documento en línea]. Disponible: http://www.iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=2610:de-colaboracion-transfronteriza-a-convivencia-post-nacional-la-educaion-superior-a-traves-de-la-frontera-mexico-eeuu&catid=126:noticias-pagina-nueva&Itemid=712&lang=pt [Consulta: 2013, Noviembre, 21]
- Sarquis, J. (2003). *Ficción Epistemológica. Itinerarios del Proyecto*. [Libro en línea]. Disponible: <https://books.google.co.ve/books?id=7Gwkir-g1N7wC&pg=PA151&dq=poi%C3%A9tica&hl=es&sa=X&ved=0CB8Q6AEwAWOVCHMIqrujOTTIVy9QeCh308w5Fiv-onepage&q=pol%C3%A9tica&f=false> [Consulta: 2015, Agosto, 03]

SOBRE EL VÍNCULO DOCENCIA-INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

Alejo Sayago
Instituto Universitario Politécnico
“Santiago Mariño” Sede Principal Barcelona
alesay11@hotmail.com

Resumen

El tema del vínculo docencia-investigación ocupa un lugar importante en el discurso referido a los problemas de la educación universitaria y sus resultados. Se analiza la necesidad de que estas funciones se estrechen eficazmente para contribuir a mejorar la práctica docente y elevar el nivel de formación de los educandos. Resultan impactantes las conclusiones sobre el estado actual de esta integración, caracterizada por una debilitada influencia de la investigación en la docencia y marcada separación de estos procesos. En el presente artículo se exponen algunas consideraciones al respecto, con el propósito de contribuir a problematizarlo y motivar a quienes tienen la responsabilidad de dirigir los procesos educativos universitarios, con la pretensión de despertar interés, reconocer la existencia del problema, su impacto en la calidad educativa, y generar el debate necesario para orientar acciones que permitan superar la inercia que consume el quehacer investigativo y la docencia universitaria. En este sentido, se ha enfocado hacia aspectos relacionados con la concepción de la integración, los factores influyentes en la situación actual, la situación en el caso venezolano, y las perspectivas respecto a la complejidad actual.

Palabras clave: docencia, investigación, vínculo, reflexión.

SOMETHING ABOUT LINK ON UNIVERSITY TEACHING-RESEARCH

Abstract

The theme of the teaching-research link occupies an important place in the discourse about the issues of higher education and its outcomes. It discusses the need to narrow these functions effectively to help improve teaching practice and raise the level of training of students. Are striking findings of this analysis on the current status of this integration, characterized by a weakened influence of research in teaching and marked separation of these processes. This paper presents some considerations about the purpose of contributing to problematize and motivate those who have the responsibility of leading the university educational processes, with the aim of awakening interest, recognizing the existence of the problem, its impact on the quality educational, and generate the necessary debate to guide actions to overcome the inertia that consume the work of research and university teaching. In this regard, it has focused on the design aspects of integration, the factors influencing the current situation, the situation in the case of Venezuela, and the outlook for the current complexity.

Key words: teaching, research, link, reflection.

Introducción

La Conferencia Mundial sobre la Educación en el siglo XXI: Visión y Acción, UNESCO (1998), proclama como misión fundamental de la educación superior la de educar, formar y realizar investigación. Por otra parte, en las normas constitucionales de los sistemas educativos de la mayoría de los países del mundo se establece como funciones principales de este subsistema educativo, la docencia, la investigación y la extensión, en las distintas áreas y especialidades del desarrollo integral del hombre y la nación. De modo que la educación universitaria implica un vínculo muy estrecho entre docencia e investigación, como parte sustancial del proyecto académico que se origina desde su concepción, como por mandato de las normas que rigen la organización de la sociedad de los pueblos y como forma de organizar e instrumentar la práctica educativa.

La temática relacionada con el vínculo docencia-investigación ocupa un lugar importante en el discurso referente a los problemas del sector educativo universitario y sus resultados; un tópico que en algunos aspectos no se encuentra claramente definido, lo cual hace más difícil la integración que debe existir entre estas dos funciones. En muchos foros y trabajos, tanto de docencia como de investigación, se debate la necesidad de que ambas funciones se estrechen eficazmente para contribuir al mejoramiento de la actividad docente y elevar el nivel de formación de los educandos. Resultan impactantes las conclusiones de los análisis realizados sobre el estado actual de esta integración; la marcada separación, y la debilitada influencia de la investigación en la docencia.

Las consideraciones que se exponen en el presente artículo, dirigidas a quienes tienen la responsabilidad de orientar los procesos educativos universitarios, pretenden despertar interés, reconocer la existencia del problema, su impacto en la calidad educativa, las consecuencias de su brutal omisión, y generar el debate necesario para guiar acciones que permitan superar la inercia que consume el quehacer formativo-investigativo universitario. Por ello se tratarán aspectos relacionados con

la concepción de la integración, los factores influyentes en la situación actual, la situación en el caso venezolano, y las perspectivas respecto a la complejidad actual.

La Concepción de la Integración Docencia-Investigación

Integración, vinculación, unión, articulación, son algunos de los términos utilizados para referirse a la relación de dos de las funciones fundamentales de la educación universitaria: docencia e investigación.

Revisando diferentes documentos y escenarios en los que se debate la temática, centro de atención en esta oportunidad, el autor, encuentra que el vínculo docencia- investigación ha ocupado un importante espacio en el discurso en torno a esta problemática, aspecto que pese al tiempo transcurrido, desde los inicios de la educación universitaria, aún hoy parece no del todo claro y definido. La precaria comprensión y la separación que persisten entre las actividades del docente y del investigador dificultan la relación; sin embargo, se percibe la insistente necesidad de articular ambas funciones con el fin de contribuir a mejorar la actividad docente y el nivel de formación de los alumnos.

La docencia y la investigación no se conciben como funciones separadas de la actividad académica, sino que se complementan formando una totalidad. La docencia se apoya en la investigación, de la cual se nutre y se actualiza para transmitir los conocimientos generados por los investigadores formados por la docencia, en un proceso dialéctico, sin generar dependencia ni subordinación una de la otra, como indica Huerto Reyes (2007), sino una dinámica circular, la cual le confiere el carácter de totalidad para responder a las exigencias teóricas, metodológicas de las disciplinas objeto de la formación, como a las necesidades sociales, económicas, políticas y de conocimientos de una sociedad, una dinámica circular sintetizada en la siguiente pregunta: ¿Qué enseñar para descubrir lo que se debe enseñar?. Esta concepción no parece ser el punto de discusión, no obstante, respecto a la praxis, desde el origen de las

universidades y con ellas la educación superior, por allá en el siglo XI, en la Edad Media, estas dos funciones se presentaban como separadas. Hoy en día, todavía persisten pareceres de quienes defienden la calidad de la educación universitaria, sobre la premisa de que necesariamente todas las instituciones desarrollen la investigación aulas adentro; en tanto otros consideran la necesidad de dividirla en dos niveles: uno de masificación para la formación de profesionales requeridos por los sectores económico y social, y otro de excelencia para la formación de científicos y la generación de conocimientos.

Ortega y Gasset (1930), al definir las misiones de la universidad resalta la misión irrenunciable de la formación de profesionales y hombres cultos, insiste en que la universidad es esto, pero no sólo eso, sino que es, también, creación de nuevo conocimiento, sin lo cual ella se estanca y muere; es decir, se interpreta a la investigación como alma y razón de su ser. La concepción del profesional como un hombre culto implica, además, que no lo visualiza como un tecnócrata formado sólo para aplicar determinados conocimientos, casi en forma rutinaria, sino como un hombre con un conocimiento mucho más amplio sobre la naturaleza y la sociedad, lo que le permite tener una visión crítica sobre ella y ser creativo en el ejercicio de la profesión.

Ruiz del Castillo (1993), al referirse a la unión de la docencia e investigación plantea:

...aludimos a dos procesos que tienen por objetivo principal la creación y transmisión de conocimientos, habilidades, valores y actitudes. Esto implica contemplar la docencia y la investigación desde una perspectiva en la que ambas actividades se retroalimentan y complementan con el objeto de que los resultados de la investigación sirvan para mejorar la calidad de la docencia, y el desarrollo de ésta se convierta en un proceso permanente de investigación por parte de los docentes y alumnos y sirva para generar líneas concretas de investigación (p. 3).

El análisis del contenido incluido en la cita expuesta, permite inferir que en este se enfatiza que la investigación y la docencia son parte indiscutible de las funciones básicas de la universidad o de la educación superior, las cuales se integran y complementan en una relación dialéctica, absolutamente necesaria para mejorar la calidad de la educación universitaria, pues de lo contrario, como lo apunta sabiamente Ortega y Gasset, la universidad se estanca y muere.

La vinculación de las funciones de investigación y docencia en la figura del docente tiene importantes orígenes en la universidad alemana. En 1809, el sabio Wilhem Humbolt decía que el profesor no existe sólo en función de los alumnos ya que ambos, profesores y alumnos, tienen su justificación en la persecución común del conocimiento y, por lo tanto, existe la unidad de investigación y docencia. La asignación del papel de investigador al docente, no sólo ha estado relacionada con la función general que debe cumplir la universidad en ese contexto, sino con la calidad de formación de sus alumnos, un objetivo que suele traducirse en términos del cumplimiento de los requisitos exigidos para la acreditación de la institución en la cual presta sus servicios.

Concretamente, se entiende que en la medida que un docente realiza investigación, su práctica educativa será más efectiva y de mejor calidad. De tal modo que, por una u otra razón, como lo plantea Briones Aedo (1999), la idea de la integración de ambas funciones está firmemente arraigada en la ideología académica bajo el supuesto de que ambas funciones son complementarias. De esa forma, la universidad puede proporcionar educación superior de calidad, pertinente con las necesidades de conocimiento de la sociedad.

Factores que Afectan la Vinculación Docencia-Investigación

La integración docencia e investigación en la educación universitaria es uno de los objetivos del proceso de formación de los profesionales que la sociedad requiere para su desarrollo sostenible, y en la que intervienen un

sin número de variables. Los investigadores consideran que este vínculo se ve afectado, entre otros factores, por la enseñanza y el aprendizaje, la organización, la cultura y la actitud investigativa, la motivación, y por la concientización educativa para realizar investigación.

La Enseñanza y el Aprendizaje de la Investigación

La enseñanza existe para el aprendizaje, sin ella, éste no se alcanza en la medida y cualidad requeridas; mediante ella el aprendizaje se estimula. Estos dos aspectos, integrantes de la complejidad enseñanza-aprendizaje, conservan cada uno por separado sus particularidades y peculiaridades, al tiempo que conforman una unidad entre la función orientadora del docente y la actividad del educando. La enseñanza-aprendizaje es un complejo proceso dialéctico, y su evolución está condicionada por las contradicciones internas que constituyen y devienen en las fuerzas motrices de su propio desarrollo, regido por leyes, objetivos y las condiciones fundamentales que hacen posible su concreción.

Todo proceso de enseñanza científica es un motor impulsor del desarrollo que, en constante retroalimentación positiva, favorece su propio progreso en el futuro. Este proceso de enseñanza científica deviene en una poderosa fuerza de desarrollo, en tanto promueve la apropiación del conocimiento necesario para asegurar la transformación continua y sostenible del entorno de la persona, en aras de su propio beneficio y de la colectividad de la cual es un componente inseparable. Por consiguiente, la enseñanza de la investigación se ha de considerar estrecha e inseparablemente vinculada a la educación universitaria, dado que la universidad es la institución para la formación científica, humanística y tecnológica de quienes se benefician de su quehacer y, en consecuencia, responsable de cumplir con la misión de formar investigadores. Pero la investigación universitaria no puede verse como un fin, sino como un medio, un medio para que los docentes se actualicen en saberes, tecnologías y problemas, asegurando una enseñanza de lo vigente, lo actual, lo moderno, reflejo del pensamiento contemporáneo, y de esta forma fortalecer sus prácticas

educativas en la enseñanza y así mejorar la calidad educativa. Esto último es uno de los grandes retos del presente siglo XXI para la investigación universitaria

Los acelerados cambios tecnológicos, económicos y culturales que se dieron en el mundo a fines del siglo XX y comienzo del XXI, han develado las falencias de la educación universitaria y la necesidad de superar su limitado papel social, enfocado a la transmisión de conocimientos y la profesionalización hiperespecializada del individuo, lo cual exige y de modo imperativo que la universidad asuma de una vez por todas las funciones que sustentan su existencia, y cumpla con la misión para la cual fue creada. Al respecto Morin (1999) refiere que “...la hiperespecialización impide ver tanto lo global (que fragmenta en parcelas) como lo esencial (que disuelve); impide inclusive, tratar correctamente los problemas particulares que sólo pueden ser planteados y pensados en un contexto” (p. 21).

Durante las últimas décadas, como lo señalan Ruiz y Torres (2005), se ha observado una marcada tendencia en los diseños curriculares de las mayorías de las disciplinas de formación profesional, por enfatizar la enseñanza de la investigación como componente importante de la formación. Sin embargo, con respecto a los resultados los mismos autores expresan:

... los resultados obtenidos indican que tal formación pareciera tener poco impacto en el desarrollo de las competencias investigativas y en la actitud científica de los estudiantes. En relación con el primer aspecto Fuentealba (1997), ha planteado que la asignatura (métodos de investigación) no ha contribuido a la formación de investigadores por varias razones: (a) las tendencias didácticas fundamentales de la asignatura apuntan hacia una distorsión del contenido temático, una orientación en exceso teórico-expositiva y una esquematización indiscriminada de etapas metodológicas en aras de cultivar el método hipotético deductivo; (b) los supuestos que habilitan el ejercicio de la docencia conllevan a deformar el proceso, por lo que se debe buscar la experiencia de investigadores que asuman tal responsabilidad (p 3).

Desde el punto de vista de estos autores, la enseñanza de la investigación universitaria no solo es exponer conceptos, teorías y metodologías aportados por la epistemología en el campo de la investigación, y enseñar esquemas rigurosos de cómo se elabora un informe de investigación. Tal enseñanza es mucho más que eso; es despertar en el educando el interés por el conocimiento no conocido, la necesidad de alcanzarlo, comprender su significado; se trata de que el docente viva y haga vivir a sus alumnos, en la universidad, la vida de la ciencia misma en relación con las necesidades de la sociedad. En este aspecto, en 1977, Fuentealba (citado por Ruiz y Torres. 2005), reitera lo que ya es un lugar común de esta problemática: quien no investiga mal podría enseñar investigación.

El problema de la enseñanza de la investigación en la universidad ha sido preocupación de autores nacionales y extranjeros. Becerra, en Ruiz y Torres (*ob. cit.*), ha planteado que los docentes de investigación tienden a seguir una práctica tradicional de trabajo fundamentada sobre la base del conocimiento teórico de los métodos de investigación, sin llegar a usarlos en la solución de problemas científicos reales; por lo tanto, la enseñanza investigativa se reduce a la transmisión del conocimiento teórico, sin hacer práctica de ella, y sin la obtención del conocimiento que la experiencia de investigar produce para mejorar su práctica educativa. Por su parte Fernández, en Ruiz y Torres, agrega que el proceso instruccional de la investigación en lo que se refiere a estrategias de enseñanza, ha estado marcado dentro de una práctica reiterativa de clase magistral y una escasa actividad indagatoria, propia de esta disciplina; en consecuencia, no se coloca al alumno en una situación de aprendizaje que favorezca la investigación.

El aprendizaje es parte de la estructura de la educación, por tanto, la educación comprende el sistema de aprendizaje. Es la acción de instruirse y el tiempo que dicha acción demora. El concepto de aprendizaje no siempre ha contado con una definición clara; se ha pasado de una concepción conductista a una visión donde cada vez se incorporan más componentes cognitivos y socioculturales, pero, pese la existencia de

conceptos y teorías que pretenden explicar esta complejidad, se puede afirmar con Kimble y Beltrán (en Beltrán, 1993), que el aprendizaje es “un cambio más o menos permanente de conducta que se produce como resultado de la práctica” y las estrategias de aprendizaje son aquellos procesos o técnicas que ayudan a realizar una tarea de forma idónea. En la pedagogía actual cada vez más se hace hincapié en la idea de que el alumno debe jugar un papel activo en su propio aprendizaje, ajustándolo de acuerdo con sus necesidades y objetivos personales, en tanto, se aboga por introducir estrategias de aprendizaje en el curriculum de las carreras universitarias para que el alumnado se beneficie aprendiendo a utilizarlas desde el inicio de su formación profesional.

El aprendizaje cuenta con variadas teorías que tratan de explicarlo, entre las cuales emergen con mayor énfasis el conductismo y el constructivismo, dos concepciones que han marcado pautas en la manera de lograr el aprendizaje. Durante mucho tiempo las teorías conductistas fueron el paradigma dominante en educación y otras ciencias; concibiendo el aprendizaje como una asociación entre estímulos y respuestas o entre conductas y refuerzos, sin que los pedagogos y psicólogos se interesasen por los procesos existentes entre ambos extremos (estímulo-respuesta). El intento del conductismo por explicar todo el aprendizaje humano llenó una época, y algunos programas de orientación conductista tuvieron su auge; sin embargo, resultaba demasiado obvio que para explicar la complejidad y riqueza del aprendizaje humano se necesitaban otros planteamientos.

En el paradigma conductista los profesores son los principales protagonistas, pues son los encargados de encauzar la actividad de los alumnos y de evaluar los resultados obtenidos. Este enfoque todavía se mantiene fuertemente arraigado en los modelos educativos de los países en vías de desarrollo, particularmente latinoamericanos y en especial en Venezuela, lo cual se puede evidenciar al observar el ambiente de aula en todos los modelos educativos, entre éstos el universitario, organizado para a fijar la atención en el docente, centro del proceso educativo, quien en la práctica asume el rol de único poseedor del saber y la verdad en el

aula y, en consecuencia, el modelo a copiar clases expositivas centradas en la transmisión del conocimiento aprendido, no generado, y el alumno receptor pasivo de los aprendizajes; el elevado número de alumnos por aula, consecuencia de la masificación del sector, que inhibe la interacción alumno-alumno y alumno-docente, aspecto indispensable para realizar procesos educativos dialécticos, como lo demandan los enfoques actuales, situación que se acentúa porque en la educación universitaria la mayoría de los docentes son profesionales sin formación pedagógica (Organización del Sector Universitario [OPSU], 2001) y en consecuencia enseñan y evalúan según lo aprendido. En estas circunstancias no se favorece el proceso investigativo que requiere ser problematizador, cuestionador, crítico y reflexivo de lo dado, en tanto creativo, sistemático, organizado y controlado para generar conocimientos.

La teoría constructivista del aprendizaje se nutre de aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales de Bruner, entre otras. Aunque los autores de las mismas parten de encuadres teóricos distintos, todos ellos comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de su aprendizaje. Según la postura constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano que se realiza con los esquemas poseídos por la persona (conocimientos previos), o sea con lo que ya construyó en su relación con el medio circundante. Todo aprendizaje constructivo supone una construcción que se efectúa a través de un proceso mental que conlleva a la adquisición de un conocimiento nuevo. Pero en este proceso lo relevante no es solo el nuevo conocimiento adquirido, sino, sobre todo la posibilidad de construirlo y adquirir una nueva competencia que le permitirá generalizar, es decir, aplicar lo ya conocido a una situación nueva.

El enfoque constructivista reivindica al ser humano como constructor del conocimiento. El ser humano por naturaleza es un investigador, a partir del entorno va interiorizando de manera involuntaria los objetos que percibe a través de los sentidos según sea su necesidad; cualidad innata utilizada para la construcción de los nuevos conocimientos, los cuales va fijando en las estructuras cognitivas en donde se mantienen hasta perder significado o utilidad para la satisfacción de necesidades. El proceso educativo sobre la base de este enfoque no desnaturaliza la creación del conocimiento; por el contrario, lo refuerza y en este sentido favorece el aprendizaje para investigar.

Sin embargo, y a pesar de que este enfoque ha venido tomando relevancia en las últimas décadas, en los sistemas educativos de muchos países latinoamericanos no se percibe una política educativa orientada a tal fin, preocupándose más por las orientaciones de carácter político-ideológicas que se tratan de imponer en los planes y programas educativos. En los países desarrollados, que se distinguen por la producción y gestión del conocimiento, los maestros de primer nivel deben poseer al menos una maestría, lo cual indica su formación investigativa y, además, haber ocupado los primeros lugares en su promoción; destinan alrededor del 3% del Producto Interno Bruto (PIB) a la investigación, en tanto que en los países en vía de desarrollo es inferior al 1% del PIB (Royero, 2002 y Hurtado de Barrera, 2000), un indicativo de que a pesar de que se proclama y promulga la importancia de la investigación para generación del conocimiento, y la educación universitaria como la vía para obtenerlo, lo cierto es que se adolecen de políticas y metas claramente definidas para superar el rezago que en materia investigativa se tiene.

Organización de la Investigación a Nivel Universitario

El conocimiento es una de las variables de organización social y económica que mayor impacto ha tenido en el desenvolvimiento de la vida actual, en tanto la universidad como factor fundamental del desarrollo social, científico y cultural de la sociedad, ha sido sometida

a grandes presiones de demandas internas y externas orientadas hacia la revalorización de sus estructuras y pautas reguladoras. La organización tradicional de la universidad, enmarcada en el modelo positivista, que sin dejar de reconocer sus significativos aportes como la movilidad social y el desarrollo de la democracia; la incorporación a la educación universitaria de amplias capas de todos los estratos sociales, específicamente de la mujer; la expansión del conocimiento y su aplicación en diferentes áreas del saber y la relevancia de la ciencia y la tecnología en la solución de problemas sociales y de desarrollo (Fergusson, 2003), ya no tiene la vigencia de tiempos pasados. La nueva realidad exige flexibilidad y adaptación sin demora a los cambios que se producen sin detenerse en el mundo. Al respecto Muro (2000), explica que “... en este escenario la gerencia universitaria juega un papel fundamental, como estrategia global que debe inscribirse en nuevos paradigmas que tienen que ver con pluralidad, flexibilidad, creatividad, mejorabilidad, presenciabilidad e integridad”, y enfatiza en la necesidad de redimensionar las organizaciones, renovando el estilo gerencial, reformando la filosofía directriz y proponiendo nuevas direcciones para la gerencia y el liderazgo en la cultura organizacional.

Una de las principales áreas estratégicas que amerita ser repensada es la organización de la investigación, pues esta le permite a la universidad certeza en la satisfacción de las exigentes demandas de su entorno, por lo cual la gerencia de dicha área debe fundamentarse en criterios de eficiencia y competitividad, en tanto asegura la adaptación a la complejidad actual caracterizada por cambios paradigmáticos, y donde lo único constante es el cambio, además de garantizar la producción de un conocimiento socialmente válido. Sin embargo, Padrón Guillén, Inciarte y Torres (citados por López Loyo, 2005), refiriéndose al caso de la organización de la investigación universitaria en Venezuela, coinciden al afirmar que los procesos investigativos dentro de las instituciones de educación superior están signados por la desarticulación, el individualismo, y difícilmente las investigaciones que se desarrollan tienen conexión entre sí y fundamentalmente responden al esfuerzo individual de estudiantes y

docentes; los primeros para cumplir requisitos académicos, y los segundos para obtener beneficios contractuales y económicos.

Cultura y Motivación para la Investigación

La cultura investigativa según Restrepo (en Aparicio, 2008), es aquella que comprende toda manifestación cultural, organizacional, actitudinal; de valores, objetos, métodos y técnicas, todo en relación con la investigación, así como la transmisión de la investigación o pedagogía de la misma. La cultura de la investigación es iniciada por profesores individuales, pero poco a poco integran equipos, grupos, comités y centros de investigación y desarrollo tecnológico, y redes que tejen el sistema de investigación en la universidad; es decir, no se inicia como proceso, pero en la medida que avanza se va conformando. La institución universitaria es un sitio donde se manejan las culturas y las lenguas; un espacio donde a través de su cultura investigativa pone a disposición de los ciudadanos de un país las posibilidades de aprender a observar, a percibir, a escuchar, a apreciar, a criticar, a evaluar las ciencias y las técnicas, la calidad de un texto, de una obra de arte. Son las herramientas necesarias para que cada uno pueda construir su propia visión del mundo y compartir, en la diferencia y la pluralidad, con la de los demás para la construcción de un destino común.

Entre las normas que orientan esta cultura investigativa, según Restrepo (en Aparicio, 2008), se encuentran: el llevar a cabo la investigación según determinados estándares reconocidos por la comunidad científica internacional; respetar el rigor y la sistematicidad; conducir los proyectos mediante el uso de métodos apropiados según el objeto y la teoría adoptados; acudir a jurados nacionales e internacionales para valorar los proyectos; difundir el proyecto y sus resultados por medio de informes estandarizados, utilizando protocolos reconocidos por la comunidad científica; socializar los resultados, incluyendo la publicación en medios reconocidos y de amplia circulación para atraer la crítica y la colaboración nacional e internacional, entre otros. En consecuencia, la cultura universitaria tiene la responsabilidad de situar la investigación y

los saberes en sus contextos social, histórico, político, cultural y estético, de lo cual depende en buena parte la marcha de la sociedad.

Sin embargo, se debe reconocer que el es de fomentar de ésta, particularmente en la universidad de los países en vías de desarrollo, no se corresponde con los principios descritos. Tal hecho se manifiesta por la ausencia de estrategias en la universidad para el fomento de la cultura investigativa, tales como la formación permanente del plantel de docentes en investigación, la enseñanza-aprendizaje de la investigación, y la incorporación del componente investigativo como eje integrador del proceso curricular. En algunos países latinoamericanos como Chile, Colombia y Argentina, esta cultura para la investigación se ha manifestado como una de las principales metas de la educación superior y su integración profesional; como una catapulta hacia la creación de conocimiento y camino al primer mundo.

Para el autor del presente artículo, la cultura investigativa no es específica de un nivel particular de la educación, ni se forma con escasos cursos cuyo único objetivo es capacitar al estudiante universitario en la realización de trabajos para la obtención de un grado académico. Tal tipo de cultura es un proceso sistemático y continuo que debe comenzar en las etapas iniciales de la educación del individuo, así, él en cualquier nivel educativo que alcance obtendría las competencias en esta área, cuya profundidad sería la que el nivel alcanzado le haya permitido. Bajo esta premisa no solo en la universidad se generaría un clima propicio para investigar sino también en la familia, la escuela básica, la educación media y diversificada; en tanto, se formará un entorno social que ejercería presión a favor de la cultura investigativa. Pero ¿Cómo motivar esta cultura?

Según Romero y Pérez (2009), las investigaciones científicas sobre motivación, ponen de manifiesto que ésta es un constructo relacionado con muy diversos factores, tales como las experiencias previas, la percepción sobre la propia capacidad y el control de las cosas, las atribuciones causales, los intereses, metas e inclinaciones personales, el contexto

socio- cultural y familiar. Para González (en Romero y Pérez, 2009), en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje se distinguen alumnos que poseen una motivación intrínseca por aprender, y aquellos que consideran los estudios como un camino para alcanzar un objetivo externo (un título, un trabajo, reconocimiento social, etc.). A los primeros se les atribuye una meta de aprendizaje, es decir, su principal deseo es comprender en profundidad los contenidos trabajados y dominar los procesos en los que se ven involucrados como respuesta a su interés por conocer o desarrollar habilidades personales. En tanto los segundos, poseen una motivación extrínseca asociada a una meta de resultado, esto es, están orientados hacia la consecución de un objetivo externo, por lo que conciben las actividades académicas como un mero trámite. Según lo expresado por estos autores, todo parece indicar que la motivación extrínseca es la predominante en los estudiantes de la actualidad, favorecida por la propia universidad. En este sentido, se debe acotar que la formación académica en las universidades, debido al modelo desarrollista imperante, forma individuos con capacidad de procesar información y solucionar problemas en forma automática, sin el discernimiento requerido para analizar el contexto en que se piensa y se actúa, para abordar los problemas, considerar las implicaciones sociales y éticas de los mismos y de las acciones que retomen para su solución.

Concientización para la Investigación

Según Freire (1972), la concientización se refiere a un proceso de acción cultural mediante el cual los seres humanos, como sujetos de conocimiento, alcanzan una conciencia creciente tanto de la realidad socio cultural que da forma a sus vidas, como de su capacidad para transformarla. La concientización indica aquella “acción cultural por la liberación” propia de una acción educativa, que tiende a desmitificar la realidad y a preparar al hombre a actuar en la praxis histórica, en base a la cual la toma de conciencia emerge como intencionalidad y el hombre no es solamente un contenedor de cultura, sino, en el contexto dialéctico con la realidad, deviene en creador de cultura en un proceso de conocimiento

activo, auténtico y dinámico.

La vinculación docencia-investigación es un hecho complejo en el que intervienen dos procesos conscientes que emergen de la intencionalidad de los mismos. La docencia se inscribe dentro del campo educativo como actividad promotora de conocimientos, que sitúa al docente como factor esencial, tanto referente a los conocimientos mismos como a las condiciones específicas en que estos son producidos. Una estrategia docente es un plan de acción, consciente e intencional, diseñada para lograr un objetivo de aprendizaje; en tanto, exige tomar decisiones en la planificación como en la ejecución del plan, e involucra una continua revisión y auto evaluación de los resultados del aprendizaje. Entonces, en docencia se debe estar consciente de que su acción educativa deviene en una poderosa fuerza de desarrollo, que promueve la apropiación del conocimiento necesario para asegurar la transformación continua y sostenible del entorno del individuo, en aras de su propio beneficio y de la colectividad de la cual es un componente inseparable.

El proceso educativo está orientado al desarrollo integral del alumno; la enseñanza y el aprendizaje deben ser orientados al mismo objetivo, esto es: obtener aprendizajes verdaderos, fuertes, conscientes, intencionales, donde el alumno tome conciencia incluso de las operaciones del intelecto que intervienen en su proceso de aprender, y tome las decisiones pertinentes para llevar a cabo de manera eficiente sus actividades de aprendizaje. En este sentido, la investigación exige al alumno poner en práctica una gran gama de operaciones del intelecto como son, entre otras, el saber definir, distinguir, analizar, criticar, comprender, interpretar, establecer relaciones y sus causas, y sistematizar, cuyo ejercicio permite desarrollar habilidades y hábitos de pensamiento. De modo que la importancia de la investigación en el proceso educativo queda de manifiesto al definirse como un proceso que se orienta a la búsqueda de la verdad y que se apoya en la docencia, para así tener la base que se obtuvo mediante la investigación.

Respecto a la Situación de la Investigación en Venezuela

Venezuela se considera actualmente un país en desarrollo, con un Índice de Desarrollo Humano igual a 0,84 según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2009), al cual ha contribuido su capacidad para formar a su población; desde la primaria hasta la educación superior en el orden del 85,9 %, para el 2009, según cifras suministradas por el Ministerio de Planificación, que lo ubica en el puesto 58 entre 177 países. En los últimos 10 años la matrícula de educación superior se incrementó en 338 % y el número de egresados en 143 %. Posee grandes riquezas naturales que incluyen petróleo, gas, hierro, carbón, potencialidad hidroeléctrica, variedad de ecosistemas y paisajes de incalculable valor económico y turístico. Según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2010) su población ronda los 28 millones de habitantes, con una tasa activa del 64 %. Su economía se caracteriza por ser altamente dependiente de la renta petrolera, balanza comercial desfavorable de productos no petroleros, elevada tasa de inflación, elevado endeudamiento y una producción industrial que no cubre el 40 % de sus necesidades, y cuestionados resultados de la calidad educativa y de la producción científica, situación que se ha visto acentuada por los cambios políticos que se han producido en el país en la última década. Su gran riqueza natural y su talento humano no ha servido para superar la calidad de vida de sus ciudadanos que entre otras carencias ostentan la falta de empleo estable y bien remunerado, de salud, de vivienda, de servicios básicos; es decir, no ha sido lo suficiente previsivo (Buttó, 2000) para desarrollar el capital humano necesario, y suficientemente capaz de aprovechar los recursos naturales de que dispone, para poder emprender la transformación económica y social que el país requiere a objeto de lograr su verdadera independencia.

Las Instituciones de Educación Superior de Venezuela (IES) tienen la misión fundamental de realizar labores de docencia, investigación y extensión. Sin embargo, más del 70% de la investigación realizada como lo señalan Buttó (2000) y Hurtado de Barrera (2000), es obra de las

universidades públicas-autónomas, en tanto en públicas no autónomas, en las privadas y otras, se realiza muy poca investigación; en el sector productivo tal actividad es casi nula, lo cual unido al hecho de que existen pocos centros de investigación independiente, y, sobre todo, porque la industria y la agricultura son altamente dependientes de insumos tecnológicos externos, explica el poco impacto social que la actividad investigativa genera. Las IES tienen la mayor responsabilidad de la actividad científica; los profesores y estudiantes la practican en alguna forma, por el valor que tiene como apoyo en la actividad pedagógica y por la retribución material o espiritual que con ello se pueda obtener. La investigación se realiza en varios ámbitos: en la cátedra, los estudiantes, los docentes, en estudios de pregrado y postgrado, y en los centros de investigación, no obstante, la mayor parte de los resultados no se registran y no se aplican ni se difunden. Los estudios de postgrado como maestrías y doctorados tienen como propósito la formación de investigadores, en razón de lo cual los objetivos de los aspirantes deben ser cónsonos con los objetivos curriculares; sin embargo, como lo señala Hurtado de Barrera, sólo el 37 % de los inscritos en los postgrados manifiesta interés por la investigación.

En la mayoría de las IES se hace investigación aplicada casi por obligación; se trata, por una parte, como en la mayoría de los casos, de hacer trabajos que, aún con méritos por los importantes hallazgos, permanecen en el anonimato pues su único fin es el cumplimiento de un requisito para obtener un grado. Por otra parte, en los semestres previos a la presentación de la tesis de grado el estudiante no desarrolla investigaciones pese a recibir formación desde los primeros semestres para el aprendizaje de la investigación con la finalidad de integrar esta actividad con la docente en todas las asignaturas del plan de estudios. La falta de coordinación de la práctica educativa en las diferentes áreas de formación, la falta de capacitación y conciencia del docente de la importancia del desarrollo de las capacidades investigativas en los alumnos, la falta de motivación y el aprendizaje significativo de la investigación en los educandos, constituyen

inhibidores que conllevan al aislamiento de la actividad investigativa de la actividad docente.

Algunos autores como Hurtado de Barrera (2000) y Royero (2002), refieren que tal actividad en Venezuela se ha venido incrementando a un ritmo constante durante la etapa democrática, pero que adolece entre otras falencias de su carácter unidisciplinario, individualista y de limitado alcance. Se mantienen deficiencias en los sistemas de información, bibliotecas, laboratorios, equipos especializados, así como ambientes laborales que estimulen la creatividad. También existen fallas de coordinación de la actividad investigativa dentro y entre las IES y el gobierno, el sector productivo y la sociedad. De acuerdo a estos autores el problema es complejo y tiene que ver con la cultura de generación de conocimientos y la forma de organizar las actividades concernientes, de manera que pueda servir para el desarrollo social y económico de la nación. La necesidad de enfrentar adecuadamente esta problemática no parece coincidir con la importancia que reviste en la formación de los profesionales universitarios, y muy pocos se ocupan de ella. Lamentablemente los rectores del sistema de educación, las autoridades de las instituciones, los docentes y los estudiantes no parecen conscientes de la importancia de la integración docencia- investigación y no perciben la necesidad de incorporarla como esencia fundamental del proceso de formación, cuyos efectos son determinantes en el desarrollo del país.

La investigación en las IES de Venezuela, tal como lo señala López Loyo (2005):

...muestra una conformación asistémica, patentizada por las múltiples disgregaciones internas de sus funciones, estructura organizacional y su carácter disciplinario que permea en todas sus actuaciones. Por otro lado, las universidades venezolanas se han quedado rezagadas ante la irrupción de la sociedad del conocimiento, empeñándose en dirigir la casi totalidad de sus esfuerzos a la formación de individuos hiperespecializados para dar respuesta a las demandas del mercado laboral. En otras palabras, las instituciones de educación

superior han perdido su pertinencia social por actuar en función de una sociedad fabril que tiende a desaparecer en consecuencia, se puede concluir que las IES venezolanas poseen una escasa capacidad para construir capital relacional (p. 3).

Esto implica que en las IES venezolanas, las actividades docentes adquieren un carácter predominante enfocado a la formación de “recursos humanos”, con el consecuente descuido a la investigación y a la extensión. Ciertamente, para cumplir las exigencias del mercado laboral, en una sociedad industrial fundamentada en la producción de bienes a gran escala, las universidades venezolanas y latinoamericanas adoptaron el modelo napoleónico de marcada Tendencia “profesionalizante”; es decir, llamadas a formar profesionales en carreras muy bien definidas y delimitadas, con escasa conexión entre ellas y estables en el tiempo, y sin pertinencia con las necesidades de la sociedad que las sustenta.

La pertinencia social no puede seguir siendo medida por la capacidad de las IES para formar los recursos humanos que exige el mercado laboral, en una sociedad fabril que tiende a desaparecer. Una universidad es pertinente en lo social, en la medida que sea capaz de responder a los requerimientos de los nuevos tiempos, lo que, a juzgar por el carácter multifactorial del desarrollo sostenible, pasa por integrarse eficientemente a un Sistema Nacional de Educación Superior que, como sistema abierto, debe interactuar con las demás estructuras de la sociedad. Esto se desprende de uno de los rasgos distintivos de todo sistema: la noción de estructuras interrelacionadas e interdependientes, condición que, de acuerdo con variadas consideraciones teóricas no se cumple en las IES venezolanas ni a lo interno ni a lo externo, debido a que las organizaciones universitarias presentan una estructura orgánica y funcional inadecuada para establecer sinergias productivas con las demás organizaciones del tejido social, cuyas demandas de conocimiento son cada día más urgentes.

Respecto a la Complejidad Actual

El siglo XX en su etapa final fue escenario de múltiples y aceleradas transformaciones económicas, políticas y culturales, las cuales de una manera u otra determinaron gran parte de las características que signan lo acontecido en la primera década del siglo XXI y parte de la segunda. En el plano mundial, asistimos a un reordenamiento general del sistema de poder, así como a cambios fundamentales en el terreno de la producción, la cultura y la organización social. La revolución informática y sus efectos en el trabajo y la cultura, la globalización del intercambio y la interdependencia de los mercados, y la tendencia hacia la universalización de la democracia, son aspectos claves de este cambio de época. No obstante, al mismo tiempo que se avanza hacia un tipo de formación social en el que el acceso al conocimiento representa una auténtica prioridad del desarrollo, tiene lugar, y se profundizan procesos de desigualdad económica, de marginación social y de deterioro ambiental, hasta niveles inéditos en la historia contemporánea. La brecha entre las naciones avanzadas y las menos desarrolladas es creciente y amenaza con romper los frágiles equilibrios del nuevo orden internacional. Al mismo tiempo, se reconoce el surgimiento de nuevos modelos de desarrollo productivo basados en el uso intensivo del conocimiento, tal como sucede en algunos países del sudeste asiático.

En el terreno de la producción, los servicios y la competencia, la época actual se caracteriza por un cambio en el centro de gravedad de las principales fuentes de valor agregado. Los recursos intelectuales constituyen, hoy en día, insumos críticos para la producción de riqueza, en la medida en que se convierten en tecnología, organización, inteligencia, productividad y consumo racional. El acceso y la aplicación de conocimientos representan así una ventaja comparativa para los individuos, las empresas y las economías nacionales. Las tesis actuales sobre el crecimiento económico resaltan el vínculo micro y macroeconómico entre el incremento de la base de conocimiento y el de la productividad. En las economías desarrolladas hay sobrada evidencia

para mostrar que los sectores que utilizan sistemáticamente insumos de conocimiento y fuerza laboral educada, capacitada y entrenada, han crecido más rápidamente y generado mayores riquezas.

En los países desarrollados se realizan grandes inversiones para la formación de profesionales investigadores sobre la base de que el verdadero progreso de un país, desde el punto de vista técnico y científico, se debe a la inversión sistemática y planificada de la preparación de los recursos humanos y, en este marco, la investigación en la institución universitaria constituye el centro esencial para la formación de los profesionales en todos los campos del saber, y no se concibe un profesor universitario dedicado solo a la docencia o la transmisión de conocimientos, se requiere un docente activo que investigue y convierta a sus estudiantes de oyentes pasivos en investigadores integrando la docencia y la investigación, formando así una cultura de investigación universitaria.

Al centrar la atención en la función de investigación en la Universidad del siglo XXI, es necesario considerarla desde los diferentes papeles y ámbitos que en la actualidad cumple o que le han venido siendo atribuidos en los ambientes universitarios. En este sentido la investigación universitaria es ahora considerada, tanto como productora de conocimiento, formadora de la masa crítica de investigadores, forjadora de semilleros de investigación como también un indicador de capacidad científica y tecnológica de la universidad, o como factor de acreditación; o bien, como generadora de relaciones con la empresa, con el sector productivo, y finalmente, como productora de la base de conocimiento necesario para la formulación de las políticas públicas del Estado.

Se cuestiona el enfoque educativo centrado en lo expositivo-pasivo, el énfasis en la repetición; la ritualización y la aceptación de los contenidos que se trabajan. En lo investigativo se discute la credibilidad de los fundamentos tradicionales del saber, la certeza de los resultados, la cuantificación de los fenómenos sociales, la falsa objetividad del conocimiento, la unilateralidad del método único o método positivista, el distanciamiento del investigador del objeto de la investigación; en

fin, el agotamiento de la epistemología positivista para enfrentar todos los problemas del conocimiento. Se cuestiona, también, la tendencia en la relación ciencia-tecnología, que ha implicado el desplazamiento de la generación de conocimientos hacia fines cada vez más inmediatos, así como su capacidad para enfrentar los cambios de la actualidad caracterizada por las convulsiones en las ideologías políticas, sociales y religiosa; la globalización, y la impactante influencia de la información y la comunicación.

Las nuevas corrientes del pensamiento universal visualizan en el horizonte de la educación y de la investigación universitaria en particular, procesos de investigaciones hermenéuticas, sensibles, humanizantes; basados en el análisis, la argumentación, la comprensión, la interpretación, en la recuperación del sujeto social como viviente dinámico de una sociedad de cambios acelerados. En consecuencia, el acto investigativo debe ser un proceso social y no individual, facilitado por docentes que investiguen, capaces de erigir mentes abiertas, críticas y auto-reflexivas para realizar el análisis social pertinente de la complejidad en la vida cotidiana social, cultural, económica y política, no únicamente del país donde se investigue sino del mundo, de no ser así el docente no revertirá sus saberes ni su productividad a los aprendices, y contribuirá a la estatización, aislamiento y anacronismo del conocimiento, negando la posibilidad de la construcción de nuevos conocimientos y el avance de la ciencia.

A Manera de Cierre

El vínculo docencia-investigación es un problema que ha ocupado espacio en el discurso sobre el análisis de la educación universitaria, pero la precaria comprensión y la separación que aún persiste entre estas actividades dificultan la relación ¿Cómo contribuir a superar esta debilidad? Es una pregunta difícil de responder, porque se trata de una compleja realidad en la que intervienen múltiples factores. De modo que nuestro propósito no es enunciar modelos ni fórmulas mágicas de

solución; pero creemos oportuno formular algunos cuestionamientos que, desde nuestra posición, como docente universitario y agente del proceso, nos permita entrar en el debate.

Partimos del supuesto de que no se tiene claro para qué se hace investigación en la universidad. Desde una postura clásica se hace investigación universitaria para: buscar la verdad, generar el conocimiento necesario para reducir los límites de la ignorancia, resolver problemas para incrementar la calidad de vida y para formar recursos humanos que a su vez estén en capacidad de generar conocimiento, resolver problemas y formar recursos humanos. No obstante, por las presiones presupuestarias de las universidades se ha venido cuestionado este modelo de producción científica, y se les exige resultados con fines utilitarios que sirvan al sostenimiento de la universidad y de su actividad investigativa; presión que se transmite a los investigadores para que se enfoquen a realizar investigación aplicada, y se dediquen a actividades que responden sólo a la necesidad de una investigación económicamente rentable con trabajos rutinarios y de prestación de servicios, para beneficio de particulares y no de la sociedad.

Entonces, ésta es una de las principales cuestiones que se debe resolver; si el proceso se orienta hacia la consecución de fines utilitarios, no se requiere de docentes que investiguen y enseñen a investigar, sino investigadores que generen conocimiento y lo apliquen, o apliquen el conocimiento conocido para generar productos o bienes rentables, aislados de la docencia, porque los intereses particulares no necesariamente son pertinentes con la docencia y los objetivos del currículo. Si por el contrario, la postura clásica es la que priva, la Universidad requiere de docentes que investiguen; y para eso debe contar con un cuerpo docente competente en saberes investigativos. Pero, ¿cómo aprenden los docentes a investigar si no han sido formados para ello?, ¿cómo se forman, si la enseñanza investigativa no es un componente integral del diseño curricular de su formación universitaria? La respuesta a este cuestionamiento lleva a plantearnos la necesidad de introducir cambios en el currículo, de

modo que el componente investigativo forme parte integral del mismo, es decir, de los componentes de formación básica, básico profesional, y profesional. De este modo el profesional formado tendrá presente el aprendizaje investigativo en su desempeño laboral y sacará provecho del mismo, y cuando por alguna circunstancia se haga profesional docente, en su práctica educativa necesariamente va incorporar esos saberes en la enseñanza para orientar el aprendizaje por descubrimiento en sus alumnos.

¿Qué problemas deben investigar las universidades? Esta pregunta nos conecta con otro de los grandes problemas de la investigación universitaria: la organización, caracterizada por ser descoordinada, individualizada y sin pertinencia social. Lo investigado, mayormente, atiende a intereses particulares del investigador, sin conexión con lo que se investiga en la misma universidad, en otras universidades, otros centros de investigación, ni con las necesidades de conocimiento y tecnología del país. En consecuencia, no tiene pertinencia con las necesidades de la sociedad, por ello cuando la comunidad requiere resolver problema de conocimiento o de tecnología, acude a particulares y no a la universidad. Esta desvinculación entre universidad y comunidad puede ser atendida mediante la generación de líneas de investigación que atiendan problemas de la vida cotidiana de las personas, de las comunidades y de la sociedad; el conocimiento así generado, será integrado a la docencia para hacer del aprendizaje de los alumnos un aprendizaje significativo y motivante.

Finalizo con una pregunta de rigor ¿Es posible dar respuesta a estos cuestionamientos? Desde nuestra óptica, y como decía uno de mis profesores de secundaria “no hay cosas imposibles sino hombres incapaces”. Somos conscientes de lo obcecado de nuestra realidad, y por más cuestionamientos que se hagan sus estructuras siguen ahí; son muchas las ideas de cómo cambiarla, pero solo las ideas no producen cambios, se requiere, además, de una praxis real docente e institucional consecuente con las ideas que desde adentro genere la transformación requerida para producir este acercamiento tan necesario.

Referencias

- Aparicio, X. (2008). La investigación formativa y el líder servidor en la educación superior. *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, CONHISREMI Volumen 4, Número 1, 2008. [Revista en línea] Disponible: <http://conhisremi.iuttol.edu.ve/pdf/ART1000027.pdf> [Consulta: 2010, Abril 4]
- Beltrán, J. (1993). *Procesos, Estrategias y Técnicas de Aprendizaje*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- Briones Aedo, G. (1999, Abril). *Investigación y docencia; hacia una educación superior de calidad. problemas y perspectivas*. [Documento en línea]. Trabajo presentado en el Seminario “Docencia e Investigación”. Medellín. Disponible: <ftp://jano.unicauca.edu.co/cursos/Maestria/IntroInvestigacion/docs/Briones99.pdf>. [Consulta: 2010, Mayo 13]
- Buttó, L. (2000). Las prioridades de la investigación científica en Venezuela. *Revista Electrónica de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica*, Volumen 1, Fascículo 5, Mayo, 2000. [Revista en línea]. Disponible: <http://xxx/epistemologia/buttoespistemologia.pdf> [Consulta: 2010, Mayo 13]
- Fergusson, A. (2003). *Relevamiento de experiencias de reformas universitarias en Venezuela* [Documento en línea]. Proyecto IESALC-UNESCO. Informe Final. Disponible: <http://www.geocities.ws/albescaliman06/sahwct/t3/antecedentes.html>. [Consulta 2013, Abril 8]
- Freire, P. (1972). *Concientización. Teoría y práctica de la liberación*. Asociación de Publicaciones Educativas. Bogotá.
- Huerto Reyes, V. (2007, Mayo). *Docencia e investigación: un encuentro necesario y posible* [Documento en línea], Ponencia presentada en las IV Encuentro Nacional de Docentes Universitarios Católicos. Santa Fe, Argentina. Disponible: <http://www.enduc.org.ar/enduc4/trabajos/1111-c31.pdf> [Consulta: 2010, Mayo 22]
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Retos y alternativas en la formación de investigadores*. Caracas: Sypal.

- Instituto Nacional de Estadísticas (2010). *Población proyectada al año 2010*. Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/>. [Consulta: 2011, Febrero 8]
- López Loyo, G. (2005, Abril). *La organización de la investigación universitaria y la sinergia para el desarrollo*. [Documento en línea]. Seminario Doctoral: Educación Superior y Desarrollo Regional Sostenible. Punto Fijo. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/27692540/organización-de-la-investigación-universitaria-y-el-desarrollo> . [Consulta: 2010, Abril 4]
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. [Libro en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura 7 place de Fontenoy- 75352 París 07 SP Francia. Disponible: <http://www.unmsm.edu.pe/occaa/articulos/saberes7.pdf>. [Consulta: 2011, Febrero 6]
- Muro, X. (2000). *Sistema de gestión para la investigación universitaria*. Caracas: FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- OPSU. (2001). Carrera académica para las universidades oficiales venezolanas. Cuadernos OPSU, N° 4, pp. 1-17, Caracas.
- Ortega y Gasset, J. (1930). *Misión de la universidad*. España: Universidad de Madrid.
- PNUD. (2009). *Informe Anual*. Nueva York: Oficina de Comunicaciones, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.undp.org/spanish/> [Consulta 2010, abril 3].
- Romero, A. y Pérez, M. (2009). Cómo motivar a aprender en la universidad: una estrategia fundamental contra el fracaso académico en los nuevos modelos educativos. *Revista Iberoamericana de Educación*. [Revista en línea], 51. Disponible: <http://www.rieoei.org/ries51a04.pdf>. [Consulta: 2010, Abril 3]
- Royero, J. (2002). Gestión de sistemas de investigación universitaria en América Latina. *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*. [Revista en línea] Disponible: <http://www.rieoel.org/deloslectores/412Royero.pdf>.

[Consulta: 2010, Mayo 16]

- Ruiz, C. y Torres, V. (2005). La enseñanza de la investigación en la universidad. Caso de una universidad pública venezolana. *Revista Investigación y Postgrado*. [Revista en línea], Vol. 20 N° 2. Disponible: <http://www.inei.ucr.ac.cr/congreso/memoria/archivos/ponencias/carlosruiz.pdf>. [Consulta: 2010, Marzo 28]
- Ruiz del Castillo, A. (1993). Docencia e investigación: vínculo en construcción. *Revista Perfiles Educativos*. [Revista línea], 61. Disponible: en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/132/13206106.pdf>. [Consulta: 2010, Mayo 26]
- UNESCO (1998). *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción*. Disponible: [Documento en línea]. Disponible: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm. [Consulta: 2010, Noviembre 26]

Documentos

ALTUVE ZAMBRANO, MAGALY. (2012). REFORMAS EN LA EDUCACIÓN VENEZOLANA DURANTE EL SIGLO XX: DE LA JUNTA REVOLUCIONARIA DE GOBIERNO A MARCOS PÉREZ JIMÉNEZ. CARACAS: GRUPO GRÁFICO 5, 166 pp.

Eduardo Rivas Casado

**Integrante de la Asamblea de Consejeros de FUNDAUPEL
erivascasado@gmail.com**

La educación es una de las actividades cuya responsabilidad de historiar resulta más compleja en los momentos actuales que vive nuestra Venezuela.

Ha sido tan numerosa, acelerada y compleja la diversidad de los cambios de carácter económico, político y social, sucedidos en el país desde comienzos de la tercera década del siglo XX, por virtud de las transformaciones ocurridas después de la muerte de Juan Vicente Gómez a finales de 1935, y tuvieron los mismos tal grado de repercusión en la vida de la Nación que la educación, por su misma condición de ejercicio transformado del proceso sociocultural que caracteriza la esencia de una sociedad, no pudo abstraerse de los efectos derivados de dichos cambios, ni de las consecuencias inherentes a la natural alteración de su ritmo evolutivo.

Quienes en la actualidad tienen responsabilidades como docentes y, por tal motivo, no pueden eludir el compromiso moral de actuar como orientadores de los principios que rigen la importancia natural de las ciencias que enseñan, están obligados a proporcionarles a sus alumnos herramientas intelectuales que los ayuden a formar su propio criterio, ante aquellos conocimientos cuya naturaleza descansa en la capacidad interpretativa de cada quien.

En mayo del corriente año salió a la luz pública el segundo volumen del libro “Reformas en la Educación Venezolana durante el Siglo XX,

de la Junta Revolucionaria de Gobierno a Marcos Pérez Jiménez”, cuya autora es la Dra. Magaly Altuve Zambrano, el cual me honro en reseñar, pues es un documento testimonial de aquellas reformas más importantes ocurridas en el campo de la educación durante parte del siglo XX y que, por su naturaleza y significación en la transformación sociocultural de nuestra educación, en los lapsos respectivos, constituye un recurso de indispensable utilidad para la juventud y los demás grupos sociales internos y externos interesados en conocer e investigar los hechos fundamentales de nuestra evolución histórico cultural, sin la afectación de aquellas deformaciones políticas a las cuales pretenden someterlas muchos aficionados contemporáneos que tratan de hallar glorias en los hechos del pasado y, por eso, se empeñan actualmente en buscarle sustentación a costa de la alteración de nuestro acontecer histórico.

El volumen que se reseña cuida con extrema seriedad el valor testimonial de muchos hechos que nos muestran, como paso de evolución, cambios muy importantes ocurridos en la educación venezolana entre fines de 1945 e inicio de 1958. y es una referencia cronológica de los hitos más trascendentes que durante una parte del siglo XX, a través de Decretos, Leyes, Reglamentos y demás instrumentos jurídicos y administrativos promulgados al efecto, definieron de manera fáctica y filosófica las características de la educación venezolana en el período estudiado.

Debo acotar que la doctrina educativa establecida en la Constitución Nacional de la nación venezolana, así como en la Ley Orgánica de Educación, aprobadas en 1947 y en 1948, tiene su basamento en muchas de las reformas dadas en el país entre 1936 y 1948, las cuales contribuyeron a la consagración del carácter democrático de nuestra educación, dirigida al desarrollo de un país al servicio de todas las clases sociales, sin distingos de credo ni de predominio ideológico alguno.

Una educación que se traza como propósito esencial el alcance de la transformación progresiva de la sociedad venezolana, mediante un conjunto de reformas que al efecto se llevaron a cabo durante dicho lapso, tanto en cuanto al aumento de la población atendida como dicho beneficio,

así como en lo referente a su mejoramiento cualitativo.

Una educación que, al consagrarse en la Constitución Nacional de 1947 como un proceso integral si solución de continuidad, desde el nivel preescolar hasta la Universidad, establece la indivisibilidad del proceso educativo y, por ende, la concepción integral de una actividad que debe ser tomada como garantía de formación indivisible durante toda la vida, por tanto, libre de todo riesgo de debilitamiento.

Aquella fue, sin lugar a dudas, la conquista más trascendente lograda en el campo de la educación durante el siglo XX, Igualmente constituyó la más combatida por quienes siempre se opusieron a la democratización de la cultura y al consecuente disfrute del acceso a la educación en todos sus niveles, por parte de los sectores más preteridos de la sociedad, para quienes solo debía ser escasamente necesaria una escolaridad hasta los precarios niveles de la lectura y la escritura, con algunos conocimientos elementales de historia patria y de ciencias naturales.

Esta mezquina concepción de la cultura básica que debían poseer los sectores populares, de escasos recursos económicos, fue la que impuso el régimen pérezjimenista para derribar la tesis del humanismo democrático que, con toda pasión impulsó y defendió el Dr. Luis Beltrán Prieto Figueroa, como filosofía rectora que orienta la Ley de Educación presentada ante el Congreso de la Republica en 1948 por la Federación Venezolana de Maestros y la cual resultó aprobada entonces por ese Ilustre Cuerpo Legislativo.

Por todas estas consideraciones, y otras que alargarían mi decir sobre la obra objeto de atención en esta oportunidad, estimo que la misma es un medio y un recurso de gran utilidad para quienes desean analizar el futuro de nuestra educación a la luz de los valiosos antecedentes que, desde el punto de vista conceptual y doctrinario, han fundamentado su evolución desde el siglo pasado.

IV JORNADAS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, NÚCLEO COSTA ORIENTAL DEL LAGO (LIANCOL)

Maigualida Malavé Medero

**Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Extensión Costa Oriental del
Lago, Cabimas. Departamento de Investigación y Postgrado
maigualidamm@gmail.com**

En Cabimas, estado Zulia, del 18 al 20 de mayo de 2011 en el marco del XIX aniversario del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia, se desarrollaron las IV Jornadas del Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LIANCOL) bajo el lema “Construyendo Ciencia con Conciencia Planetaria”.

Las IV Jornadas del LIANCOL constituyeron un escenario para la discusión y socialización del conocimiento del área ambiental. En éstas se presentaron resultados de investigaciones con calidad y pertinencia social para diversos campos como la ingeniería, educación, salud, biología, agronomía y las ciencias económicas y sociales, buscando la concientización de los participantes con respecto al tratamiento efectivo de los efectos contaminantes y con ello el mejoramiento de la calidad ambiental.

En esta oportunidad el Comité Organizador preparó una agenda para las Jornadas que incluyó varias actividades, de unas pre-jornadas donde destacaron talleres de formación sobre el aprovechamiento de desechos, la energía eólica, y el tratamiento de aguas residuales y de producción asociadas a la industria petrolera. Dentro del programa general de las mismas se desarrollaron cinco conferencias y un grupo de cincuenta y siete ponencias enmarcadas en las siguientes líneas y áreas temáticas: educación ambiental, ecología, impacto ambiental, tratamiento de aguas residuales, calidad de las aguas, energía, aprovechamiento de desechos y

productos naturales. También se incluyó como actividad complementaria una feria científica con el concurso *Primer Reto Ambiental*, donde los participantes expusieron maquetas, prototipos y productos elaborados con desechos sólidos, y cuyo ganador fue escogido en función de los criterios de: solución de problemas, originalidad, creatividad, factibilidad, materiales utilizados y profundidad en el conocimiento.

La primera conferencia estuvo a cargo del profesor Tony Viloria, representante del Departamento de Física de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, y versó sobre las *Radiaciones Ionizantes y el Hombre*, y la importancia que refleja hoy en día el hecho de conocer los diferentes usos de las radiaciones ionizantes y de los materiales radiactivos los cuales se han extendido enormemente, en particular desde el descubrimiento y desarrollo de la fisión nuclear y la disponibilidad de una extensa variedad de radio nucleídos artificiales, para así comprender los severos daños que los efectos de estos producen en la salud del hombre.

Otra de las conferencias centrales fue la denominada *Tratamiento de Aguas Asociadas a la Producción de Petróleo* presentada por el Profesor Edixon Gutiérrez, investigador del Centro de Investigaciones del Agua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, quien planteó que las aguas de producción reciben un tratamiento físico-químico antes de proceder a su reutilización en procesos de recuperación, reinyección o disposición al ambiente, pudiendo en estos casos causar problemas ambientales.

Las disertaciones de los ponentes en las diferentes áreas temáticas se desarrollaron los días 19 y 20 de mayo siguiendo el cronograma por área previamente establecido, destacando de manera particular dos trabajos de investigación presentados por el Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” Extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas. El primero de ellos, a través de los estudiantes María Medina y Jesús Pérez, acompañados por el Profesor Luis Acosta, intitulado: *Calidad del Agua Efluente Drenada en el Patio de Tanques Lagunillas Norte*, el cual tuvo

como objetivo principal evaluar la calidad de las aguas efluentes drenadas en el Patio de Tanque Lagunillas Norte a través de la determinación de los parámetros fisicoquímicos establecidos en el Decreto 883 de la Gaceta Oficial (1995) para descarga a cuerpos de agua, siguiendo métodos estándar sobre la base de los análisis de las muestras recolectadas a la salida de las Plantas Inyectoras de Agua (PIA) en el Patio de Tanque Lagunillas Norte perteneciente a PDVSA, ubicado en Lagunillas estado Zulia, Venezuela.

La otra investigación del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” fue presentada por Roali Miranda y el profesor Roberto Kissner, denominada *Evaluación del Rendimiento de Generación de Energía Eléctrica Empleando Diferentes Sustratos Biodegradables en una Celda de Combustible Microbiana*, la cual tuvo como objetivo principal evaluar el rendimiento de generación de energía eléctrica empleando diferentes sustratos biodegradables en una celda de combustible microbiana y que obtuvo como resultado que la *Beta vulgaris* (remolacha) es el sustrato que posee mayor potencial de generación energética en conjunto con la implementación de la celda de combustible microbiana, puesto que ofrecen las condiciones necesarias para el registro de energía en función de la oxidación de la glucosa.

Dentro del extenso programa participaron otras instituciones de educación universitaria como la Universidad “Rafael María Baralt” (UNERMB), Universidad “José Gregorio Hernández, Universidad “Rafael Belloso Chacín”, Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas, Universidad Bolivariana de Venezuela, y la Universidad “Rafael Urdaneta”; así mismo destacó el trabajo activo realizado por centros y laboratorios de investigación como el Centro de Investigaciones del Agua de LUZ, el Laboratorio de Investigaciones Ambientales del Núcleo LUZ COL, el Centro de Investigaciones Biológicas, la Comunidad Estudiantil de Investigaciones Clínicas “Dr. Américo Negrette” de la Facultad de Medicina en la Universidad del Zulia, y el Laboratorio Control de Productos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Particular impacto tuvo el resultado del trabajo presentado por Alervis Cabrera y Maritza Martínez, representantes de la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el estado Zulia (Fundacite Zulia), quienes presentaron las conclusiones del estudio intitulado: *El Hombre y la Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida): Una Asociación Ecológica para la Producción de Alimentos Orgánicos*. El trabajo permitió verificar cómo los asociados de la Red Socialista de Innovación Productiva (RSIP) Hortofrutícola y Forestal del municipio Mara, estado Zulia, son promotores de la sustentabilidad agroecológica, por la cual promueven la utilización de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) como procesadora de abono orgánico utilizado para fertilizar los cultivos que se desarrollan en sus unidades productivas.

Luego de la conferencia de clausura, a cargo del Decano del Núcleo LUZ, COL, el Dr. Carlos García presentó el proyecto curricular sobre la carrera de Ingeniería Ambiental, y de las actividades culturales de cierre previstas con la presentación de la orquesta sinfónica municipal, el Comité Organizador despidió a los asistentes y participantes con la entrega de las memorias, y el firme compromiso de organizar las próximas Jornadas para el año 2013, puntualizando así sobre la posibilidad de un nuevo espacio común para compartir experiencias, conocimientos, mejores prácticas y proyectos que coadyuven en la resolución de los problemas ambientales del país y del planeta.

MINICURRICULUM DE LOS AUTORES

Lisbeth J. Díaz de García. Técnico Superior en Agrotecnia, Ingeniera Agrónoma y Magister en Desarrollo Agrario, egresada del Instituto Universitario Tecnológico de Ejido (IUTE), del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (IUPSM) y de la Universidad de Los Andes (ULA), respectivamente. Se desempeña como profesora del Programa Nacional de Formación en Agroalimentación, en la Universidad Politécnica Territorial de Mérida “Kléver Ramírez”; ejerció importantes cargos en el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA), fue asistente de laboratorio de diagnóstico fitosanitario y de suelos en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), organismos públicos localizados en el Estado Mérida. Es autora y coautora de varias producciones científicas, ha participado como conferencista y ponente en diferentes Congresos, Encuentros, Ferias y Talleres a nivel nacional e internacional; ha elaborado y diseñado material divulgativo para programas fito y zoonosanitarios. Su gestión de investigación se centra en empleo de técnicas y prácticas agroecológicas, bioinsumos y sanidad vegetal.

Luz G. Pargas López. Socióloga, con Maestría en Intervención Social, mención Planificación de Políticas Sociales y Doctorado en Ciencias Humanas, estudios realizados en las Universidades Central de Venezuela, del Zulia y de Los Andes. Es personal académico de la ULA e investigadora activa del CCHT ULA y del Centro de Investigaciones en Ciencias Humanas. Ha desempeñado diferentes cargos en el sector universitario, y actuado como: profesora colaboradora, de planta, invitada en doctorados y maestrías; tutora a nivel de educación media, pregrado y postgrado; jurado de premios, de concursos de oposición, de festivales de ciencia; organizadora de diversos eventos relacionados con su campo de gestión profesional; conferencista, forista, ponente en seminarios, simposios, congresos, jornadas de investigación, mesas de trabajo, etc. Es miembro fundador de la Revista Venezolana de Antropología y Sociología FERMENTUM; ha sido árbitro en publicaciones periódicas, autora y coautora de artículos científicos y de libros a nivel nacional e internacional. Tiene en su haber la realización de investigaciones, de informes técnicos, y ser correctora de proyectos académicos en ULA. Su labor ha sido reconocida por diferentes organizaciones, y obtenido premios como: Estímulo al Investigador

(CONABA, 2004), Mejor Grupo de Investigación (FUNDACITE- Mérida, 2006), Mejor Trabajo Científico en Ciencias Sociales (2003).

Yelinda M. Araujo Vergara. Licenciada en Biología, egresada de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y Magister en Ecología del Instituto Nacional de Amazonia, Manaus, Brasil. Es Investigador IV del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida, (INIA), y se ha desempeñado como Jefe de Suelos del INIA Mérida, así como Directora del INIA- Amazonas. Ha participado en diversos cursos y seminarios relacionados con su quehacer profesional y actuado como: ponente en Congresos a nivel nacional; Tutora externa de trabajos de grado y Asesora de tesis de maestrías; integrante de Comisiones Técnicas de FONACIT; Coordinadora e integrante de proyectos técnicos. Tiene en su haber la coautoría de varios artículos científicos que han sido publicados en revistas especializadas de carácter nacional, y su gestión de investigación está centrada en el área de fertilidad, manejo y contaminación de suelos.

Elizabeth Marín. Ingeniera Química egresada del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas. Es especialista en fluidos de perforación y tratamiento ambiental de los mismos; actualmente se desempeña como Ingeniera Ambiental en la empresa CETRAPECA.

Alberto Martín. Ingeniero Químico egresado del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas. Actualmente se desempeña como Jefe de Laboratorio y Pruebas en la empresa CETRAPECA.

Verónica Palomares. Ingeniera en Petróleo egresada del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas. Actualmente se desempeña como Ingeniero de Yacimientos en la empresa Petróleos de Venezuela, S.A (PDVSA).

Luisa Túa. Ingeniera en Petróleo egresada del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas. Actualmente se desempeña como Ingeniera de Producción en la empresa Petróleos de Venezuela, S.A (PDVSA).

María López. Técnico Superior Universitario en Informática egresada del Instituto Universitario de Tecnología READIC UNIR, Licenciada en Educación de la Universidad del Zulia; Magister en Gerencia de la Educación

de la Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt”; docente universitaria de pregrado, tutora académica y asesora metodológica en la carrera de Ingeniería de Sistemas del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas; articulista, investigadora activa y ponente en eventos científicos y tecnológicos nacionales e Internacionales.

Alejo Sayago. Ingeniero Industrial, Magíster en Educación Superior, doctorando en educación, con amplia experiencia en el ejercicio profesional y docente en la Universidad de Oriente (UDO) y en el Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (IUPSM) Sede Principal Barcelona. Actualmente ocupa la jefatura del Departamento de Investigación y Postgrado del IUPSM.

Eduardo Rivas Casado. Se desempeñó como Maestro de escuela en todos los grados de la educación primaria; es Profesor egresado del Instituto Pedagógico de Caracas (IPC) y del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social localizado en Santiago de Chile; ejerció como docente en el IPC y en las Universidades “Católica Andrés Bello” y “Simón Bolívar”. Fue: Director Fundador de la Oficina de Planeamiento Integral de la Educación (EDUPLAN); integrante durante tres años del Cuerpo de Educación de la UNESCO, Paris; Especialista Principal de la OEA y Subdirector Auxiliar del Departamento de Asuntos Educativos de la OEA en Washington y de la Oficina Regional de la OEA en Venezuela; asesor de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, y miembro de la Asamblea de Consejeros de la Fundación de esta última institución universitaria (FUNDAUPEL).

Maigualida Malavé Mederos. Ingeniera de Sistemas egresada del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas; Magister Scietiarium en Gerencia de Proyectos Industriales. Docente de pregrado y postgrado. Tutora académica y asesora de trabajos de grado para pregrado en el Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas y de Postgrado en la Universidad Nacional Experimental “Rafael Maria Baralt”. Articulista, investigadora activa acreditada en el Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación (PEII) convocatoria 2011, ponente en eventos científicos y tecnológicos nacionales. Actualmente ocupa la jefatura del Departamento de Investigación y Postgrado del IUPSM.

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

A propósito de la publicación de artículos en la Revista *CITEIN*, las normas generales a seguir por los autores son las siguientes:

1. El correspondiente producto intelectual debe responder al propósito y secciones de la Revista.

2. Los artículos elaborados para ser publicados en las diferentes secciones se caracterizarán por ser **inéditos**, es decir: no pueden haber sido previamente publicados a través de ningún medio impreso o electrónico, como tampoco enviados simultáneamente a otras publicaciones periódicas.

3. Réplicas a artículos que hayan sido publicados en números anteriores de la Revista podrán ser aceptadas, e inclusive solicitadas. Corresponderá al Consejo Editorial Nacional decidir las que se publicarán.

4. Los artículos deberán ser enviados al Director Editor de la Revista, mediante comunicación firmada por el autor o los autores y donde se especifique, entre otros aspectos, los documentos que van adjuntos.

5. Todo artículo debe tener la siguiente estructura:

- **Encabezamiento:** incluye el título; el nombre y apellido del autor o los autores; identificación de la institución a que pertenece (n), la ciudad y/o país, cuando la institución de adscripción tenga su sede en un ámbito geográfico distinto a donde se localiza la sede de la Revista *CITEIN*; y el respectivo correo electrónico.

- **Resumen:** que debe incorporar el propósito y/o los objetivos de la investigación, una síntesis de la metodología y las conclusiones más relevantes contenidas en el artículo. Al final de este aparte deben aparecer las palabras clave, descriptoras de la temática abordada.
- **Cuerpo del Artículo:** que ha de contener como mínimo los siguientes alcances: introducción, desarrollo (teoría, metodología, resultados, conclusiones).
- **Referencias Bibliográficas:** ordenadas alfabéticamente al final del artículo, y únicamente se especificarán las obras citadas expresamente en éste.

6. La presentación del artículo en papel y en versión electrónica se regirá por las orientaciones que se especifican a continuación:

6.1. Se presentará en papel y en un CD de alta densidad debidamente identificado.

6.2. Deberá estar escrito en papel tamaño carta, blanco, a una sola cara, procesado en WORD (Windows), a doble espacio en letras tipo Times New Roman 12 y páginas numeradas consecutivamente.

6.3. El autor (o los autores) enviará (n) a la revista un original y tres copias del artículo o trabajo. El original impreso en papel incluirá los alcances especificados en el numeral 5 de las presentes Normas. Las copias serán anónimas, es decir presentarse sin ninguna identificación del autor o los autores.

6.4. El contenido de la versión electrónica será igual al original impreso en papel.

6.5. El título del artículo, así como el resumen y las palabras clave tendrán la correspondiente versión en inglés (Abstract).

6.6. El resumen contendrá entre 100 y 200 palabras; las palabras clave no serán mayor de seis, y se ubicarán de lo general a lo específico.

6.7. Los artículos a ser publicados en la sección Investigación tendrán una extensión entre 15 a 30 cuartillas; los correspondientes a Foro Científico - Tecnológico e Innovación deberán presentar una extensión entre 10 y 15 cuartillas; las reseñas que se incorporen en la sección de Documentos, no excederán de tres cuartillas.

6.8. La fecha de publicación de la obra reseñada no podrá ser mayor a tres años cuando se trate de una obra escrita en idioma extranjero y de dos años si es en español.

6.9. La reseña se inicia con la especificación del apellido y nombre del autor o los autores, separados por una coma y seguido este último de un punto; la fecha de publicación de la obra va entre paréntesis y a continuación un punto; después se escribe el título de la obra, seguido de un punto; a continuación se registra la ciudad y/o país donde fue editada, y dos puntos; luego se incluye el nombre del ente editor, culminando este aparte con una coma; posteriormente se coloca el total de páginas que presenta y un punto. Ejemplo: Mas Herrera, María. (2005). Desarrollo Endógeno: Cooperación y Competencia. Caracas: Editorial Panapo, 180 pp.

6.10. Cualitativamente los trabajos deberán poseer claridad y coherencia en el discurso y adecuada organización interna. El

autor ha de extremar el cuidado en cuanto a las normas de redacción y lo relativo a ortografía, acentuación y puntuación.

6.11. La redacción, presentación de cuadros y gráficos, uso de citas y notas, referencias bibliográficas, parafraseos, deben ajustarse a la más reciente versión de las normas del sistema APA (American Psychological Association).

6.12. Las *ilustraciones* (cuadros, gráficos, y similares) se incluirán aparte, especificando en el texto el lugar que ocupan. En la versión en soporte de papel se incorporarán en páginas adicionales. En la versión electrónica irán en un archivo aparte.

6.13. Las *ilustraciones* se presentarán en blanco y negro, y sus dimensiones máximas serán de 11.5 cm. de ancho x 16,5 de alto, y no se aceptarán más de cuatro de éstas.

6.14. Las *citas bibliográficas* se incluirán dentro del texto, siguiendo las normas pautadas en la fuente bibliográfica nombrada en el numeral 6.11 precedente.

6.15. Debe evitarse el uso de *notas al pie de página*. De ser necesario, procede ubicarlas al final del trabajo, numeradas consecutivamente y a un espacio.

7. En sobre aparte el autor (o autores) presentará(n) una síntesis del curriculum vitae no mayor de dos cuartillas, así como la dirección (de habitación y de trabajo), teléfono y correo electrónico donde se pueda(n) localizar.

8. Todos los trabajos enviados a la Revista *CITEIN* que, a juicio del Consejo Editorial Regional reúnan los requisitos anteriormente

mencionados, serán sometidos a expertos revisores o *árbitros*. El procedimiento a utilizar es el de doble ciego.

9. El trabajo arbitrado y aceptado que tenga observaciones, será devuelto al autor para que realice las correcciones pertinentes y obtenga la versión definitiva. Esta última deberá ser entregada al Consejo Editorial en CD de alta densidad y en papel (original y dos copias), en un lapso no mayor de 30 días hábiles, contados a partir del momento en que fue devuelto.

10. El trabajo arbitrado y no aceptado será devuelto al autor o a los autores con las observaciones correspondientes. El mismo no será arbitrado nuevamente.

11. El autor (o autores) aceptará (n) los cambios de forma que el Consejo Editorial de la revista consideren oportunos realizar. Cada autor recibirá gratis tres ejemplares de la Revista *CITEIN* en la cual se encuentra publicado su trabajo.

12. Lo no previsto en estas normas será resuelto por el Consejo Editorial Nacional o el Comité Editorial Regional.



**INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO
"SANTIAGO MARIÑO"
(IUPSM)**

**REVISTA *CITEIN*
SUSCRIPCIONES PARA EL AÑO 2012**

Dos Números

Revista *CITEIN*

Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". Departamento de Investigación y Postgrado. Avenida Intercomunal "Andrés Bello" (frente a la Pasarela Boyacá). Teléfonos: (0281) 2759754 / 2755943. Barcelona, Estado Anzoátegui, Venezuela.

Valor

-En el país: BsF. 65,⁰⁰ (Envío incluido)

-En el extranjero: US \$. 65,⁰⁰ (Envío incluido)

Planilla de Suscripción

Condiciones de residencia:	Nacional	<input type="checkbox"/>	Extranjera	<input type="checkbox"/>
Nombre:	_____			
Dirección para el envío de la revista:	_____			

Ciudad:	_____	Estado o Provincia	_____	
País:	_____			
Código Postal	_____	Teléfono:	_____	
Fax:	_____	Email:	_____	

Suscripciones Nacionales: Depositar el monto especificado en la cuenta corriente N° 01050031151031558586 del Banco Mercantil a nombre del IUPSM y envíar el comprobante de depósito adjunto a esta planilla a la Revisra *CITEIN*

Suscripciones Internacionales: Adquirir un cheque internacional un US dólares y enviarlo por correo certificado a la Revista *CITEIN*



**INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO
“SANTIAGO MARIÑO”
(IUPSM)**

REVISTA *CITEIN*

Planilla de solicitud de canje

Nombre de la Institución

Dirección: _____

Teléfono: _____ Fax: _____
Correo electrónico: _____

Producto (s) bibliográfico (s) que canjeará: _____

Dependencia y persona responsable de la solicitud de canje: _____

Enviar esta planilla a la siguiente dirección:

Revista *CITEIN*

Instituto Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, calle Cumaná con Carabobo a 500 mts de la Avenida Intercomunal, Cabimas, Estado Zúlia. Teléfono. (0264) 2759754 - 3718351



INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITÉCNICO
“SANTIAGO MARIÑO”

Extensión Costa Oriental del Lago, Sede Cabimas

El N° 10 de la Revista *CITEIN* fue editado en su versión preliminar por la Extensión Costa Oriental del Lago, sede Cabimas del IUPSM.

La edición final y publicación de este número, en versión digital, fue realizado por el Programa Institucional de Investigación y la Extensión Caracas del IUPSM en el mes de Diciembre de 2023.



**INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITECNICO
"SANTIAGO MARIÑO"**

Revista CITEIN. Año 5, N° 10 – Cabimas, julio – diciembre de 2012

CONTENIDO

Editorial

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

La *Azobacter sp* como alternativa de fertilización en el rubro papa

Comportamiento de la relación adsorción-sodio (ras) en el biotratamiento de ripios y lodos de perforación petroleros

Riesgo tecnológico en la utilización de las tecnologías de información y comunicación en las instituciones de educación superior

Metodología para la evaluación de formaciones en el yacimiento Lagunillas inferior 05 a través de los perfiles de pozos

FORO CIENTÍFICO – TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN

Recorrido metodológico para la formulación de investigaciones desde la perspectiva compleja: reflexiones preliminares

Sobre el vínculo docencia – investigación universitaria

DOCUMENTOS

Reformas en la educación venezolana durante el siglo XX: de la Junta Revolucionaria de Gobierno a Marcos Pérez Jiménez

IV jornadas del Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LIANCOL) de la Universidad del Zulia Núcleo Costa Oriental del Lago