

# Generando Ciencia

---



**MEMORIAS DE LAS**  
JORNADAS INTERNACIONALES

# 1 Investigación Científica



IBARRA - ECUADOR

---





# Generando Ciencia













MEMORIAS DE LAS  
JORNADAS INTERNACIONALES

# 1 Investigación Científica

**UTN**  
IBARRA - ECUADOR

Miguel Naranjo, Miguel Posso, Albert Arnavat, Katharina Steinlechner  
(Coords.)

# Sumario

- 5**  La Investigación avanza en la Universidad Técnica del Norte  
MIGUEL NARANJO TORO. Rector de la Universidad Técnica del Norte
- 10**  Ponencias de las Jornadas Internacionales de Investigación Científica de la UTN  
COLOQUIO I. ECONOMÍA Y POLÍTICA
- Capítulo 1*
- 13**  Bienestar, *Sumak Kawsay* y Libertad  
Guillermo Guzmán Prudencio
- Capítulo 2*
- 19**  Desafíos para la seguridad humana en el post-terremoto de Ecuador del 2016  
Mathías E. Valdez Duffau  
COLOQUIO II. PEDAGOGÍA E INVESTIGACIÓN
- Capítulo 3*
- 25**  Propuesta de fortalecimiento de la investigación científica en la FECYT de la UTN  
Miguel Posso / Raimundo López / Alexandra Mina / Anabela Galárraga / Nelly Acosta
- Capítulo 4*
- 41**  Paradigmas y corrientes actuales de la Pedagogía  
Eugenio Víctor Doria de la Terga
- Capítulo 5*
- 53**  El perfil profesional, un constructo participativo para viabilizar el vínculo universidad-sociedad  
Edgar Alberto Martínez / Ligia Isabel Beltrán / Luis Leopoldo Jiménez / Rossana Estefanía Rosales
- Capítulo 6*
- 67**  Comprender la educación como un proceso de problematización permanente y como un instrumento de emancipación  
Jorge Polo Blanco
- Capítulo 7*
- 73**  Imbabura Gráfica: un recorrido por la gráfica urbana imbabureña o el diseño nuestro de cada día  
Albert Arnavat  
COLOQUIO III. BIOTECNOLOGÍA
- Capítulo 8*
- 91**  Optimización de los componentes del medio de cultivo para la producción de proteínas heterólogas en *Pichia pastoris*  
José Manuel Pais Chanfrau y Luis Enrique Trujillo Toledo

- 99** *Capítulo 9*  
 ☞ Análisis de promotores de genes implicados en el metabolismo del óxido nítrico en *Botrytis cinerea*  
 Daniela Isabel Santander-Gordón / Vinicio Danilo Armijos-Jaramillo
- COLOQUIO IV. INGENIERÍA E INFORMÁTICA
- 113** *Capítulo 10*  
 ☞ Secado de Café en lecho fluidizado  
 Ramón Cala Aiello / Mislaidys Riera García / Diego Armando Unigarro
- 121** *Capítulo 11*  
 ☞ Técnicas aplicadas en herramientas *Open Source* y comerciales para visualización de información de *Big Data*  
 Ana C. Umaquina / Diego H. Peluffo / Juan C. Alvarado / Milton V. Cabrera
- COLOQUIO V. ENERGÍAS RENOVABLES
- 137** *Capítulo 12*  
 ☞ Potencialidad de recursos biomásicos de agricultura para producción de Bioenergía en Imbabura  
 Juan Carlos García / Carlos Abdón Cazco / María Elsa Ramírez / Omar Napoleón Quinteros
- 143** *Capítulo 13*  
 ☞ Potencial energético de los desechos sólidos municipales en Ecuador  
 Gerardo Collaguazo
- COLOQUIO VI. CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
- 153** *Capítulo 14*  
 ☞ Model of strategic management based on the development of technological capabilities in mechanization centers in Ecuador  
 Fernando Caicedo / Fausto Calderón / Mayra Terán / Byron Jaramillo / Alexandra Chicaiza
- 169** *Capítulo 15*  
 ☞ Changing landscapes and their effects on populations of the Endangered *Fitzroya cupressoides*  
 James Rodríguez Echeverry / Cristian Echeverría / Laura Nahuelhual
- 179** *Capítulo 16*  
 ☞ Una mirada a la acuicultura sostenible en el Ecuador y algunos casos en América Latina  
 Silvia Nogales Mérida / Jorge Velazco Vargas
- 189** *Capítulo 17*  
 ☞ Depredación intragremial de ácaros predadores mediada por la presencia de domacia en las hojas  
 Julia Prado / Miguel Gómez / Clifford Sadof
- COLOQUIO VII. SUSTENTABILIDAD Y BIODIVERSIDAD
- 197** *Capítulo 18*  
 ☞ La Universidad un espacio para sustentabilidad: una propuesta para la UTN, Ecuador  
 Jesús Aranguren
- 205** *Capítulo 19*  
 ☞ El consumo responsable: un deber pendiente en la construcción de sociedades sustentables  
 José Alí Moncada
- 211** *Capítulo 20*  
 ☞ La importancia de los museos y colecciones zoológicas científicas en el Ecuador: el caso de la UTN  
 Sabina Caula y Luis Rodríguez
- COLOQUIO IX. FÍSICA Y MATEMÁTICAS
- 223** *Capítulo 21*  
 ☞ Transferencia de información en redes basada en modelado  
 Pedro García / L. Rosa / J. Chiza, P. Méndez / C. Otero / Y. Fernández / A. Silva / R. Mujica
- 231** ☞ Créditos



# JORNADAS INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

*1a  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**

Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*




# La Investigación avanza en la UTN

DR. MIGUEL NARANJO TORO  
Rector de la Universidad Técnica del Norte

**L**a Universidad Técnica del Norte, pone a consideración de la comunidad científica, académica y público en general, el resultado de las Primeras Jornadas Internacionales de Investigación Científica de nuestra casona universitaria. Docentes investigadores presentan los avances de sus proyectos, demostrando el compromiso de la academia con el desarrollo de la región en las áreas multi-interdisciplinarias de economía y política; pedagogía e investigación; biotecnología; ingeniería e informática; energías renovables; ciencias agrícolas y forestales; sustentabilidad y biodiversidad; salud; física y matemáticas.

Las jornadas llenaron las expectativas de estudiantes, docentes, investigadores y ciudadanía que asistieron el 12 y 13 de julio a nuestra Universidad. Ponencias abordadas desde una perspectiva dinámica, con rigor científico y de compromiso hacia la solución de problemas en los diferentes ámbitos que la región y el país demandan.

Fue un evento organizado por la institución con el que se rinde un justo homenaje a la gloriosa Universidad Técnica del Norte, en su trigésimo aniversario de vida institucional evidenciando su misión y visión.

En las memorias, se recopila la información de la mayoría de ponencias realizadas, siendo parte de las investigaciones que se están llevando a cabo en la Universidad Técnica del Norte. Contribuyendo así a la generación de nuevos conocimientos necesarias para la solución de los problemas de la Zona 1 y del País. Y a la vez asumiendo la responsabilidad que nos corresponde como Casona Universitaria dentro de la sociedad del conocimiento nacional e internacional. Así pues, la Investigación avanza imparable en la Universidad Técnica del Norte. 



JORNADAS INTERNACIONALES

# Investigación Científica

Auditorio de Posgrado

**12**

JULIO



**13**

JULIO





## INVITACIÓN

La Universidad Técnica del Norte, pone a consideración de la comunidad científica, académica y público en general, las JORNADAS INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Docentes investigadores, presentan los avances de sus proyectos, demostrando el compromiso de la academia con el desarrollo de la región en las áreas multi - interdisciplinarias de: economía y política; pedagogía e investigación; biotecnología, ingeniería e informática; energías renovables; ciencias agrícolas y forestales; sustentabilidad y biodiversidad; salud; física y matemáticas.

Las jornadas llenarán las expectativas de estudiantes, docentes, investigadores y ciudadanía, que asistirá el 12 y 13 de julio a la UTN, ponencias abordadas desde una perspectiva dinámica, con rigor científico y de compromiso hacia la solución de problemas en los diferentes ámbitos que la región y país demandan.

Evento organizado por la institución con el que se rinde un justo homenaje a la gloriosa UTN, en su trigésimo aniversario de vida institucional evidenciando su misión y visión.

**Dr. Miguel Naranjo Toro**  
**RECTOR DE LA UTN**

## INAUGURACIÓN: MARTES 12 DE JULIO

8h30	Bienvenida – Dr. Miguel Naranjo Toro
9h00	<i>“Fortalecimiento de la Investigación Científica en la FECYT”</i> Dr. Miguel Posso Yépez
9h30	<i>“Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos en Paisajes Cambiantes. Implicancias para su Conservación.”</i> Dr. James Rodríguez Echeverry

**MARTES**  
**12**  
JULIO

### DESARROLLO DE LA JORNADA: DÍA 1

HORA	AUDITORIO FACAE	AUDITORIO FECYT
	<b>Coloquio I: Economía y Política</b>	<b>Coloquio II: Pedagogía e Investigación</b>
10h30	<i>“Bienestar, Sumak kawsay y libertad”</i> <b>Dr. Guillermo Guzmán Prudencio</b>	<i>“Paradigmas y corrientes actuales de la Pedagogía”</i> <b>Dr. Eugenio Doria de la Terga</b>
11h00	<i>“El nuevo concepto del servicio y el enfoque servuctivo”</i> <b>Dra. Cecilia Parra Ferié</b>	<i>“El perfil profesional y la vinculación de la Universidad con la sociedad”</i> <b>Dr. Edgar Martínez Arcos</b>
11h30	<i>“Una Mirada a la Protección de la Niñez Afectada por el Terremoto de Ecuador del 2016”</i> <b>Dr. Mathías Valdez Duffau</b>	<i>“La educación como herramienta de combate. De Sócrates a Paulo Freire”</i> <b>Dr. Jorge Polo</b>
12h00		<i>“Imbabura Gráfica”</i> <b>Dr. Albert Arnavat</b>
HORA	AUDITORIO FICAYA	AUDITORIO FICA
	<b>Coloquio III: Biotecnología</b>	<b>Coloquio IV: Ingeniería e Informática</b>
15h00	<i>“sPR1, una proteína de plantas en la bacteria productora de la sarna de la papa Streptomyces scabies”</i> <b>Dr. Vinicio Armijos Jaramillo</b>	<i>“Secado de granos en lecho fluidizado”</i> <b>Dr. Ramón Cala Aiello</b>
15h30	<i>“Técnicas de Expresión Transitoria”</i> <b>Dr. Miquel Blasco Carlos</b>	<i>“Visualización interactiva de la información: Una forma de integración de hombre y máquina”</i> <b>Dr. Diego Peluffo Ordóñez</b>
16h00	<i>“Importancia de los actinomicetos en la productividad agrícola”</i> <b>Dra. María Cristina Echeverría</b>	<i>“Bioinformática: desde la salud pública hasta la bioseguridad”</i> <b>Dr. Enrico Rubagotti</b>
16h30	<i>“Optimización de los componentes del medio de cultivo para la producción de proteínas heterólogas en Pichia pastoris”</i> <b>Dr. José Pais Chanfrau</b>	
17h00	<i>“Efecto del óxido nítrico (NO) en esporas en germinación en el hongo fitopatógeno Botrytis cinérea”</i> <b>Dra. Daniela Santander Gordón</b>	



## DESARROLLO DE LA JORNADA: DÍA 2

HORA	AUDITORIO FICA	AUDITORIO FICAYA
	<b>Coloquio V: Energías Renovables</b>	<b>Coloquio VI: Ciencias Agrícolas y Forestales</b>
9h00	<i>"Potencialidad de recursos biomásicos sostenibles para producción de bioenergía en Imbabura"</i> <b>Dr. Juan Carlos García Montoya</b>	<i>"Modelo de Gestión para centros de mecanización agrícola del MAGAP"</i> <b>Dr. Fernando Caicedo Caicedo</b>
9h30	<i>"Potencial energético de los desechos sólidos municipales en el Ecuador"</i> <b>Dr. Gerardo Collaguazo Galeano</b>	<i>"La acuacultura sostenible en el Ecuador"</i> <b>Dra. Silvia Nogales Mérida</b>
10h00	<i>"El uso potencial y los componentes principales de las pequeñas centrales hidroeléctricas."</i> <b>Dr. Xavier Zapata Ríos</b>	<i>"El Control Biológico y su importancia en el Manejo Integrado de Artrópodos Plaga"</i> <b>Dra. Julia Prado Beltrán</b>
10h30	<i>"Programa de biorefinería: resultados UTN"</i> <b>Dr. Julio Pineda Insuasti</b>	
HORA		AUDITORIO FICAYA
		<b>Coloquio VII: Sustentabilidad y Biodiversidad</b>
11h00		<i>"La Universidad un espacio para la sustentabilidad"</i> <b>Dr. Jesús Aranguren Carrera</b>
11h30		<i>"El consumo responsable: un deber pendiente en la construcción de sociedades sustentables"</i> <b>Dr. José Alí Moncada Rangel</b>
12h00		<i>"Importancia de la biodiversidad y de las colecciones científicas en el Ecuador: el caso de la Universidad Técnica del Norte"</i> <b>Dra. Sabina Caula Quintero</b>
HORA	AUDITORIO DE POSGRADO	AUDITORIO FICA
	<b>Coloquio VIII: Salud</b>	<b>Coloquio IX: Física y Matemáticas</b>
15h00	<i>"Neuroanatomía de la memoria declarativa"</i> <b>Dra. Sandra Cebada Sánchez</b>	<i>"Transferencia de información en redes basada en modelado"</i> <b>Dr. Pedro José García León</b>
15h30	<i>"Bocio endémico: actividad científica del Grupo de Investigación de Rodrigo Fierro Benítez en el cantón Pedro Moncayo, periodo 1966-1973."</i> <b>Dra. Cristina Acosta Díaz-Granado</b>	<i>"Límite sobre la masa del Fotón"</i> <b>Dr. Miguel Rodríguez Rodríguez</b>
16h00	<i>"Materiales compuestos de sólidos porosos en la química"</i> <b>Dr. José Ángel Rivera Ortega</b>	<i>"¿Terremotos?: Qué son y por qué en Ecuador."</i> <b>Dr. Germán Martín Merino</b>
16h30	Cierre del evento - Katharina Steinlechner Auditorio de Posgrado	





# Ponencias de las Jornadas Internacionales de Investigación Científica de la Universidad Técnica del Norte





# La Ciencia se viste de gala

**UTN**

**30**  
años  
de Historia

Creando  
**CIENCIA**,  
construyendo  
**SUEÑOS**





# COLOQUIO I: ECONOMÍA Y POLÍTICA

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*



# Bienestar, *Sumak Kawsay* y Libertad

Dr. Guillermo Guzmán Prudencio  
Docente-Investigador de la Universidad Técnica del Norte. FACA  
gguzman@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

El Buen Vivir o *Sumak Kawsay* ecuatoriano ha supuesto un cambio significativo de ciertos paradigmas de bienestar social y desarrollo occidental, principalmente en lo referente a la sustentabilidad ambiental y la equidad social. Por otro lado, y visto desde enfoque de capacidades, ha representado la ampliación considerable de algunas libertades vitales antes restringidas por circunstancias como la desnutrición, la mortalidad prematura, el analfabetismo, etc. Sin embargo, también es posible que haya actuado en sentido contrario, restringiendo determinadas capacidades de generar riqueza, algunas oportunidades económicas y las propias alternativas de vida que los individuos consideran valiosas. El ensayo discute sobre estas expansiones y restricciones de la libertad entendida como bienestar.

Palabras Clave: BIENESTAR SOCIAL, ECUADOR, SUMAK KAWSAY, ENFOQUE DE CAPACIDADES.

## ABSTRACT

---

### **Welfare, *Sumak Kawsay* and Freedom**

Good Living or Ecuadorian *Sumak Kawsay* has implied a significant change in certain paradigms of social welfare and western development, mainly in relation to environmental sustainability and social equity. On the other hand, and seen from an ability approach, it has shown considerable expansion of some vital freedom previously restricted by circumstances such as malnutrition, premature mortality, illiteracy, etc. However, it is also possible to have a negative connotation, restricting certain abilities to generate wealth, some economic opportunities and life alternatives that people find valuable. This essay analyzes these expansions and restrictions of freedom as welfare.

Keywords: SOCIAL WELFARE, ECUADOR, SUMAK KAWSAY, ABILITY APPROACH.

### El Buen Vivir o *Sumak Kawsay*

El Buen Vivir o *Sumak kawsay* ha sido planteado en el Ecuador como un paradigma de bienestar propio, que busca escapar de los conceptos desarrollistas tradicionales y de los elementos más ortodoxos de la economía de mercado (Acosta, 2011 y 2015; Chuji, 2014; Dávalos, 2011; Gudynas y Acosta, 2001; Ramírez, 2008 y 2010; y Vega, 2014). Para ello, y desde al menos cuatro vertientes: una política, una socioeconómica, una indigenista y una ecologista (Belotti, 2014), se ha buscado estructurar un discurso y una práctica de políticas públicas capaces de conjugar objetivos tan diversos como la participación popular en la toma de las decisiones públicas, una distribución más igualitaria de la riqueza, el reconocimiento de los pueblos indígenas históricamente excluidos y un respeto, casi irrestricto, a los derechos de la madre tierra. En este marco, se ha perseguido una sociedad más equitativa y solidaria mediante potentes mecanismos de redistribución de la riqueza y reducción de la pobreza extrema, con considerables éxitos. Al mismo tiempo que se ha asentado un sistema político tendiente a la consolidación del Estado. Sin embargo, aún no se ha podido transformar eficientemente la matriz productiva del país y, consecuentemente, no se ha logrado posicionar al *Sumak kawsay* como un nuevo modelo económico que minimice el impacto de la producción sobre la naturaleza. Asimismo, el tan anhelado proceso de inclusión de los pueblos indígenas en la vida social, cultural y política del país tampoco ha sido pleno, y por el contrario, ciertas políticas gubernamentales de carácter extractivista han creado una brecha entre estos y el Estado, explicada muchas veces por incongruencias con el respeto hacia la naturaleza o Pachamama (Le Quang, 2014).

Pese a todo, los logros del *Sumak kawsay* no son pocos, y la reducción de la pobreza, aunque haya sido a través de la explotación intensiva de los recursos naturales, es sin lugar a dudas un gran avance. Asimismo, las inversiones en educación, salud e infraestructura pública no son para nada desdeñables y se traducen, como veremos más adelante, en importantes logros en ciertos ámbitos de lo que se considera bienestar social (SENPLADES, 2013). Sin embargo, la propia génesis del Buen Vivir encierra algunas interrogantes importantes sobre su posición frente a las capacidades y las libertades. Si entendemos al *Sumak Kawsay* como un modelo de planificación central impuesto desde arriba, aunque ciertamente consensuado con la mayor parte del pueblo ecuatoriano, entonces se trata, de alguna manera, de un modelo sobre cómo vivir (Acosta, 2014;

Houtart, 2011; y Ramírez, 2012), y por tanto, devalúa un potencial carácter restrictivo hacia algunas otras posibles alternativas vitales. Es decir, si se plantea un modelo de lo que se entiende por buen vivir, inevitablemente, se está definiendo lo que no es buen vivir, que no está contemplado socialmente y que, por lo tanto, no es una alternativa vital válida. Inexorablemente, esta circunstancia se traduce en una restricción hacia ciertas alternativas vitales y su libertad de elección, nos guste o no. Si adicionalmente, entendemos la libertad como bienestar social (concepto que desarrollaremos en el siguiente acápite), entonces, resulta pertinente preguntarse sobre estas potenciales restricciones.

### **El enfoque de las capacidades**

Justamente el enfoque de las capacidades (Nussbaum y Sen, 1996; Kuklys, 2005, y Sen, 2000, 2001 y 2008), aborda el problema del bienestar social y las libertades desde una perspectiva académica con el fin de formalizar su debate. La inclusión de las libertades como un elemento central del bienestar social, en primera instancia, no parece tan evidente, y existe la tendencia natural a interpretarlas como factores instrumentales y no como factores constitutivos. Sin embargo, y como veremos en seguida, no solamente resulta que la libertad es factor constitutivo del bienestar, sino que probablemente es el principal.

La contemplación de la libertad y su introducción como parte teórica importante complican sustancialmente la métrica y propia la concepción del bienestar social, toda vez que resulta insuficiente medir únicamente los logros sociales tradicionales (ingreso, salud, educación, etc.) y en cambio es necesario medir también las libertades. En un ejemplo que ya se ha hecho clásico, Sen (2000) nos propone evaluar el bienestar de dos personas hambrientas (A y B) enfocándonos únicamente en el ámbito de la valoración de sus logros, y más concretamente en el logro único de ingerir alimentos. Si resulta que ambas personas no han ingerido ningún alimento en absoluto, entonces, su bienestar será igual y, previsiblemente, muy bajo o nulo. Sin embargo, si valoramos además el ámbito de sus libertades, el resultado puede ser muy distinto. En el ejemplo de Sen, la persona A puede no haber comido por diversas razones, la más simple de ellas porque estaba haciendo dieta; mientras que la persona B, puede no haber comido por restricciones mucho más serias, básicamente por no tener el dinero para comprar alimento. Queda muy claro que la diferencia subyace en el hecho de que la persona A tenía la libertad entre comer y no comer, mientras que la persona B no gozaba de esa libertad. Por tanto, es plenamente coherente plantear que la persona A goza de un bienestar muy superior al de B, y que ese bienestar no emana de sus logros (alimentarse), ya que son los mismos que los B y son nulos, sino en cambio de su libertad de elección.

Bajo este razonamiento, el enfoque de las capacidades establece dos grandes ámbitos de valoración y medición del bienestar social: uno que mide los logros u objetivos alcanzados por una persona (comer o no comer), y otro, que mide las oportunidades reales (capacidades) o la libertad para conseguir las distintas cosas que una persona puede desear (libertad de comer o no comer). En síntesis, podemos decir que el bienestar es la libertad real de un individuo de proseguir la vida que considere valiosa, donde sus logros son relevantes en función de sus objetivos. Quizá resulte un tanto evidente, aunque no por ello menos importante, señalar que existirán tantas alternativas vitales como individuos.

### **¿Es el *Sumak Kawsay*, bienestar entendido como libertad?**

Si hemos definido el bienestar como libertad, entonces la pobreza no es otra cosa

que la carencia de libertades (Sen, 2000). En esta línea, queda claro que algunos avances en la aplicación del *sumak kawsay* son una expansión de las libertades reales, y consecuentemente un aumento del bienestar de la sociedad ecuatoriana. Específicamente, la reducción de la desnutrición, de la morbilidad evitable y de la mortalidad prematura, son el punto de partida para que los individuos puedan plantearse, acaso, emprender una vida (un niño que muere de cólera a sus cuatro años no gozó de ninguna libertad sobre la vida que deseaba vivir). Por otro lado, los avances en educación son, indudablemente, los mejores promotores de la libertad de los individuos. El saber leer, escribir o calcular, es seguramente la mejor herramienta para poder elegir y perseguir con éxito cualquier ideal de vida. De igual forma, una mejor distribución de la riqueza, y sobre todo una reducción de la pobreza extrema, no es otra cosa que una expansión en la libertad para consumir o intercambiar recursos económicos. Finalmente, la existencia de un Estado benefactor que provee ayudas a los miembros menos aventajados de la sociedad, también expande las libertades reales, toda vez que genera una seguridad protectora ante la incertidumbre y la mala fortuna.

Sin embargo, no todo son expansiones de las libertades y del bienestar dentro del *Sumak Kawsay*. El modelo económico elegido, ciertamente estatista y proteccionista, niega mediante controles gubernamentales la oportunidad de realizar ciertas transacciones y, por ende, es una fuente de restricciones sobre esa libertad. Los cupos a las importaciones, las salvaguardias, ciertos tipos de licencias estatales de funcionamiento y los aranceles limitan la libertad para consumir o intercambiar algunos bienes. La contracción de las oportunidades económicas repercute directamente en la capacidad potencial de crear riqueza y, en definitiva, en la capacidad para reducir la pobreza. Podríamos considerar en esta línea algunas intervenciones estatales en el ámbito productivo y determinadas decisiones de producción de carácter extractivista que, por un lado, sostienen los ingresos fiscales, pero por el otro, condicionan la libertad de elección de futuras generaciones, sobre todo si la evaluamos desde un enfoque medioambientalista.

Finalmente, respecto a las libertades políticas, que son fundamentales dentro del bienestar, podemos pensar que los individuos asignan un valor muy grande al hecho de elegir quien los gobierna y en base a qué principios. Y no solamente a elegir, sino a fiscalizar, disentir, criticar y oponerse, todas ellas capacidades que finalmente son una expresión de la libertad ciudadana para la participación en la política. Estas libertades constituyen ámbitos esenciales de la vida en sociedad y no está claro si el *Sumak Kawsay* ha logrado expandirlas de forma sustancial.

### Una propuesta de discusión

Para algunos pensadores liberales y libertarios, el respeto a ciertas libertades individuales fundamentales debería de ser irrestricto. Por ejemplo, no sería posible violar la propiedad privada de algunos para ayudar a otros que padecen una calamidad, aunque esta sea una hambruna, ya que la libertad tiene un valor en sí misma y no podemos alejarnos de ella sólo porque los resultados no nos parecen satisfactorios (Nozick, 1998).

Sen (2000) cuestiona seriamente este argumento señalando que: “*Es difícil que podamos estar de acuerdo en aceptar las simples reglas de procedimiento independientemente de sus consecuencias*” y añade: “*¿Por qué van a ser menos importantes las necesidades económicas vitales, que pueden ser cuestiones de vida o muerte, que las libertades personales?*”.

Nuestro cuestionamiento al analizar el *Sumak Kawsay*, y quizá el sentido de este breve ensayo, va en sentido contrario al pensamiento libertario, ya que no parte de un respeto irrestricto de ninguna libertad, pero tampoco desconoce que estas son la base del bienestar social. Es entonces que nos preguntamos: ¿Es necesario restringir ciertas



libertades para expandir otras? ¿Esto es siempre así? ¿No es posible reducir la pobreza o la miseria de unos sin reducir las libertades de otros? ¿Cuán justo es este mecanismo? ¿Cuánta equidad queremos? ¿Qué libertades son más valiosas? O mejor dicho, ¿Qué libertades son más valiosas para el planteamiento del *Sumak Kawsay*?. 🌀

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2011). El Buen Vivir en el camino del post-desarrollo. Algunas reflexiones al andar. En: Weber, G. (Comp.) *Debates sobre cooperación y modelos de desarrollo. Perspectivas desde la Sociedad Civil en el Ecuador* (pp. 61-82) Quito: Centro de Investigaciones CIUDAD.
- (2015). “El Buen Vivir como alternativa al desarrollo. Algunas reflexiones económicas y no tan económicas”, en *Política y Sociedad*, 52 (2), 299-330.
- (2014). *Post-crecimiento y post-extractivismo: dos caras de la misma transformación cultural*. En: Endara, G. (Comp.) *Post-crecimiento y Buen Vivir. Propuestas globales para la construcción de sociedades equitativas y sustentables* (pp. 93-122) Quito: FES Ecuador-ILDIS.
- Belotti, F. (2014). “Entre bien común y buen vivir. Afinidades a distancia”, en *Íconos*, 48, 41-54.
- Chuji, M. (2014). *Modernidad, desarrollo, interculturalidad y Sumak Kawsay o Buen Vivir*. En: Hidalgo-Capitán, A.L.; Guillén, A. y Deleg, N. (Comps.) *Antología del Pensamiento Indigenista Ecuatoriano sobre el Sumak Kawsay*, pp. 155-158. Huelva: CIM, FIUCUHU, PYDLOS.
- Dávalos, P. (2011). “La necesidad de un nuevo paradigma en la economía. ¿Puede la noción de Sumak Kawsay ser la alternativa?”, en *Polémika*, 6, 32-46.
- Gudynas, E. y Acosta, A. (2001). El buen vivir o la disolución de la idea del progreso. En: Rojas, M (Comp.) *La medición del progreso y del bienestar. Propuestas desde América Latina* (pp. 103-110) México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico-AC.
- Houtart, F. (2011). “El concepto de Sumak Kawsay (Buen Vivir) y su correspondencia con el bien común de la humanidad”, en *Revista Ecuador Debate*, 84, 57-76.
- Kuklys, W. (2005). *Amartya Sen's Capability Approach-Theoretical Insights and Empirical Applications*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Le Quang, M. (2014). *Buen Vivir y eco-socialismo: reflexiones a partir de la iniciativa Yasuní-ITT en Ecuador*. En: Riechmann, J.; Carpintero O. y Matarán A. (Comps.) *Los inciertos pasos desde aquí hasta allá: alternativas socioecológicas y transiciones postcapitalistas* (pp. 223-249) Granada: Universidad de Granada.
- Nozick R. (1988). “*Anarquía, Estado y Utopía*”, México: FCE.
- Nussbaum M. y Sen A. (1996). “*Capacidad y bienestar*”. México: FCE.
- Ramírez, R. (2008). *La felicidad como medida del Buen Vivir en Ecuador-Entre la materialidad y la subjetividad*, Quito: SENPLADES.
- Ramírez, R. (2010). Socialismo del sumak kawsay o biosocialismo republicano. En: *Los nuevos retos de América Latina: socialismo y sumak Kawsay* (pp. 55-76) Quito: SENPLADES.
- Sen, A. (2000). *Desarrollo y libertad*, Buenos Aires: Editorial Planeta.
- (2001). *El nivel de vida*, Madrid: Editorial Complutense.
- (2008). “Sobre ética y economía”. Madrid: Alianza Editorial.
- SENPLADES (2013). *Plan Nacional de Desarrollo-Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-17*, Quito: SENPLADES.
- Vega, S. (2014). Sumak Kawsay, feminismos y post-crecimiento: articulaciones para imaginar nuevas utopías. En: Endara G. (Comp.) *Post-crecimiento y Buen Vivir*, pp. 353-371. Quito: FES Ecuador-ILDIS.







# Desafíos para la seguridad humana en el post-terremoto de Ecuador del 2016

PhD. Mathías E. Valdez Duffau

Docente-Investigador de la Universidad Técnica del Norte. FECYT  
mvaldez@utn.edu.ec

## RESUMEN

El pasado 16 de abril de 2016 un terremoto de 7,8 en la escala de Richter sacudió principalmente las provincias de Manabí y Esmeraldas, en la costa norte de Ecuador. Ello produjo una afectación en la infraestructura regional y un impacto negativo en la economía de todo el país. Se calcula que las dos provincias están perdiendo diariamente más de 100 millones de dólares debido al impacto en las exportaciones y oficialmente se estima que al menos se necesita 3 años para la reconstrucción de la infraestructura dañada. En otros términos, ello representaría unos 3 mil millones de dólares, aproximadamente 2-3 puntos del PIB de Ecuador. En respuesta a ello, el Gobierno Nacional ha implementado una serie de medidas tendientes a recaudar más impuestos para financiar proyectos de reconstrucción en la zona. En otro sentido, el terremoto produjo una serie de retos en relación con la protección de la niñez. Alrededor de 300 escuelas están dañadas y aún un número indeterminado de niños han perdido a sus padres. Esta presentación se referirá a la labor del grupo multidisciplinario de investigación de esta temática dirigido por el presentador en la Universidad Técnica del Norte.

Palabras Clave: TERREMOTO, ECUADOR, GESTIÓN DE DESASTRES, SEGURIDAD HUMANA, PROTECCIÓN DE LA NIÑEZ.

## ABSTRACT

### **Human Security Challenges in the Aftermaths of Ecuador's 2016 Earthquake**

On 16 April 2016, a 7,8 earthquake on the Richter scale hit the provinces of Manabí and Esmeraldas in the northern coast of Ecuador. It severely affected the regional infrastructure and negatively impacted the whole country's economy. It is calculated that both provinces are losing daily more than USD 100 million due to the impact on exports. Officially it is estimated that at least it is needed 3 years for reconstructing the damaged infrastructure. In other terms this would represent around USD 3 billion, approximately 2-3 points of Ecuador's GDP. Therefore, the National Government has been implementing policies aiming to collect more tax for funding reconstruction projects on the coast. However, the earthquake poses several challenges regarding human security and child protection as well. For example, around 300 schools were damaged and still an uncertain number of children have lost their parents. This presentation will cover the on-going research project directed by the presenter at the Northern Technical University.

Keywords: EARTHQUAKE, ECUADOR, DISASTER MANAGEMENT, HUMAN SECURITY, CHILD PROTECTION.

## Introducción a la problemática y justificación

El pasado 16 de abril de 2016, un terremoto de 7,8 en la escala Richter afectó principalmente a las provincias de Manabí y Esmeraldas. Los daños materiales y humanos han generado un gran impacto en la sociedad y la economía. Por citar algunos aspectos, el impacto a la economía se calcula en la no-exportación de USD 4 millones diarios respecto de Manabí, y USD 100 mil diarios en relación a Esmeraldas. Se calcula que se requerirán entre 2 y 3 años para la reconstrucción de infraestructura y que ello representaría unos 2-3 puntos del Producto Bruto Interno (PIB) del Ecuador. Ello se traduce en una estimación de entre USD 2 mil y 3 mil millones (Asamblea 2016).

Por lo pronto, el Estado Nacional comenzó a implementar algunas medidas tendientes a aumentar la recaudación de fondos para paliar la situación. Ello se da a través de la subida del impuesto al valor agregado y la “*ley de solidaria y de corresponsabilidad ciudadana por las afectaciones del terremoto*”. Adicionalmente, el Gobierno Nacional ha activado una facilidad de crédito por USD 600 millones orientada a las labores primarias de reconstrucción y, en el plano internacional, solicitó el apoyo internacional de la comunidad internacional en diversos ámbitos (Reliefweb 2016). Recientemente, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades) ha calculado una estimación de USD 3.344 millones requeridos para afrontar la re-reconstrucción de las zonas afectadas por el terremoto (El Comercio 2016).

En lo que a protección de la niñez se refiere, la Secretaría General de Riesgos (2016) calcula que el número de instituciones educativas afectadas asciende a casi 300. Esto definirá la magnitud del impacto a la educación de la niñez y adolescencia de las zonas afectadas en los años venideros. En este sentido, cabe destacar que el número de niños que han quedado en situación de orfandad aún no ha sido revelado. No obstante, los estudios y análisis de situación efectuados por organismos públicos e internacionales, no fue posible hallar en las bases de datos disponibles publicaciones académicas específicas a este terremoto.

## Conformación del Grupo Interdisciplinar de Investigación

Como se puede apreciar, este episodio trágico dio lugar a una amplia diversidad de problemáticas que requieren de un abordaje científico, aún ausente, que brinde solucio-

nes, propuestas y alternativas sostenibles. Situaciones producto de la emergencia y de los recientes datos del objeto de estudio del presente sirven para explicar, por un lado, la ausencia de un enfoque riguroso en lo científico y académico, y de la pertinencia de este plantea en cuanto a la apertura marco novedoso para propiciar el abordaje de propuestas multidisciplinarias a las necesidades post-terremoto. Asimismo, las políticas públicas proyectadas y en proceso de aplicación, llaman a indagar sobre la real repercusión en el bienestar de la sociedad afectan y ofrecen también oportunidades para la investigación, análisis y formulación de propuestas alternativas.

A partir de esta ausencia fáctica, es que se plantea la línea base de esta novedosa propuesta investigativa. La implementación del mismo se llevará a cabo a través de la creación de un grupo científico multidisciplinario de estudio conformado por docentes-investigadores de la Universidad Técnica del Norte (UTN) y así brindar una aproximación transversal y holística de las problemáticas. Dicho grupo habrá de ser quizás el primer grupo de estas características en dicha universidad y estará también abierto a la participación de investigadores invitados de otras instituciones, así como de alumnos de la UTN. A través de la labor grupal se abordarán aspectos relativos a las problemáticas suscitadas no sólo desde la óptica de lo social, sino también desde lo económico, ambiental, de política pública, entre otros.

Con dicha finalidad, se efectuará una convocatoria invitando a participar del grupo de investigación. Debido a la naturaleza multidisciplinaria de esta propuesta se espera que se involucren investigadores tanto de psicología, gestión para el desarrollo y turismo, como de economía, ingeniería y ciencias de la salud (por citar algunos campos). Conformado que fuere el grupo de investigación se realizarán reuniones mensuales bajo la modalidad de seminarios. Dentro de los seminarios del grupo, se efectuarán presentaciones mensuales por parte de los investigadores seguidas de discusiones constructivas con aportes para el avance de las diferentes investigaciones. En este sentido, la metodología a utilizarse estará orientada a la formación de grupos de investigación y debate que logren articular, a modo de *cluster*, líneas de investigación multidisciplinarias.

En segundo lugar, se definirán las sub-líneas de investigación que abordará el proyecto, según los intereses investigativos y diferentes capacidades de los participantes. De este modo, sería posible generar sub-grupos de investigación, para el caso que hubiere más de un investigador trabajando en una misma sub-línea de investigación. En tercer lugar, se propiciará la creación de una red de investigación inter-universitaria para las temáticas vinculadas al desastre natural y humano en cuestión. Para ello, y dentro del marco de lo establecido por el artículo 75 del Reglamento de Régimen Académico, se formulará una invitación a las universidades de la Zona 1 a formar parte de esta iniciativa.

Promediando el trabajo del grupo de investigación se llevará a cabo un seminario con presentaciones abiertas a la comunidad científica de los resultados parciales (o definitivos según el caso). Para dicho evento científico se requerirá que los investigadores también proporcionen un *working paper* del avance de su investigación, siendo dichos materiales la "*semilla*" del producto final. En cuanto a ello, y dependiendo del éxito de la modalidad de trabajo, del compromiso y de la calidad de los productos de los investigadores, el "*objetivo de mínima*" será la realización de un artículo científico por sub-línea de investigación y el "*objetivo de máxima*" podría ser la confección un material bibliográfico para que sea publicado por el sello de la Editorial UTN. Para arribar a ello, los investigadores deberán presentar un borrador primero, y luego de los comentarios, trabajar en la versión final del texto. Seguidamente, se requerirá la colaboración de profesionales de la edición de libros provistos por la UTN para trabajar en el borrador a presentar. Así luego se procederá con las demás etapas del recorrido de aprobación interna para su publicación definitiva.

En otras palabras, las actividades del proyecto serán las siguientes:

1. Llamado a la formación de un grupo interdisciplinario de investigación y reuniones mensuales y periódicas,
2. Seleccionar sub-temas de investigación dependiendo de los intereses y capacidades de los investigadores del grupo,
3. Efectuar un seminario de presentación de los resultados parciales de los investigadores miembros del grupo, y revisión bibliográfica,
4. Propiciar invitación a investigadores de las redes de investigación existentes en la Zona 1 a integrarse a este grupo de estudio para luego evaluar la necesidad de formación de una red de colaboración inter-universitaria para abordar la temática específica de este proyecto,
5. Publicar los resultados finales de las investigaciones.


### Avances Preliminares del Grupo de Investigación

A partir del plan de actividades propuesto se dio comienzo a la conformación del grupo de investigación, tanto por docentes como por estudiantes y bajo la dirección del PhD Mathías Valdez Duffau y la sub-dirección del PhD Guillermo Guzmán. A lo largo de los sucesivos encuentros se fueron desarrollando una serie de discusiones, lluvia de ideas y presentaciones en torno a las problemáticas, lo que podría ser agrupado desde estas primigenias ópticas:

- Afectación a la Infraestructura y el Control Administrativo de los Gobiernos Locales.
- Impacto Económico del Terremoto y Planes Estratégicos de Desarrollo.
- El Turismo como Motor de la Reactivación de la Zona.
- Rol de los Actores Internacionales en la Asistencia Humanitaria y Labores de Reconstrucción.
- Protección de la Niñez, Escolaridad Post-Terremoto y Vulnerabilidad por Orfandad.
- Efectos en el Medio Ambiente y el Ecosistema.
- Políticas Públicas para el Manejo de Desastres Naturales.

Prosiguiendo con la metodología propuesta y a través del correr de las reuniones del grupo, se han definido los siguientes temas de investigación hasta el momento de esta presentación:

Nombre del Investigador	Tema de Investigación
Gustavo Villares (FACAE)	Estimación Descriptiva de Factores Socio-Económicos Provinciales en las Zonas Afectadas
Guillermo Guzmán (FACAE)	Factores Institucionales en la Prevención Sísmica: un Análisis desde la Teoría de Juegos
Mathias Valdez Duffau (FECYT)	Análisis de las Medidas de Protección de la Niñez y Adolescencia Vulnerada por el Terremoto y sus consecuencias
Wilma Guerrero (FACAE)	Impacto Ambiental en Agua, Saneamiento, Manejo de Escombros y Basura en las Zonas Afectadas
Germán Martín Merino (FICAYA)	Un Aproximación acerca de la Afectación de los Fenómenos Geológicos en las Poblaciones Costeras
Andrea Cisneros y Cristina Gallegos (FECYT)	Estudio Comparativo de la Políticas para Protección de la Niñez en Situación de Orfandad Post-Terremoto

Se espera poder generar un seminario para finales del corriente año 2016 y una publicación del grupo para el 2017. Por el momento y en cuanto a lo que presentaciones se refiere vale destacar que el Dr. Valdez Duffau fue invitado a presentar acerca de su tópico de investigación. El evento académico en cuestión será la 5ta. edición de la Conferencia Internacional de Estudios de América Latina y de Asia (LASA por sus siglas en inglés) el cual habrá de ser organizados por el Instituto de Estudios Latinoamericanos perteneciente al Centro de Estudios Internacionales de la Universidad Nacional de Malasia. El mismo tendrá lugar el próximo mes de octubre de 2016 en el campus de dicha universidad en la ciudad capital de Malasia, Kuala Lumpur. 

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional (2016). *Proyecto de Ley de solidaria y de corresponsabilidad ciudadana por las afectaciones del terremoto*. <https://goo.gl/80deei>
- BBC (2016). *Cómo quedó Manta, uno de los principales puertos de Ecuador, tras el devastador terremoto de magnitud 7,8*. <https://goo.gl/hJp89W>
- El Comercio (2016). *Senplades: USD 3 344 millones se requieren para reconstruir las zonas afectadas por el terremoto*. <https://goo.gl/0qQ7bm>
- El Universo (2016). *Manta, Portoviejo y más localidades manabitas con graves daños tras terremoto*. <https://goo.gl/Gw3Ozw>
- Expreso (2016). *Los huérfanos del sismo, un tema más que voluntario*. <https://goo.gl/tdlWzf>
- INEC (2016). *Datos Estadísticos y Geográficos de la Zonas Afectadas por el Terremoto*. <https://goo.gl/Y3y0fo>
- La Hora (2016). *Inicio de clases se retrasa en Muisne y Manabí*.
- La Hora (21 mayo 2016). *Padrinos solidarios para niños afectados por el terremoto*
- Reliefweb (2016). *Ecuador: Llamamiento - Terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016. Periodo: Abril a Julio de 2016*. <https://goo.gl/Qxtn7T>
- Secretaría General de Riesgos (2016). *Informe de situación No. 30*. <https://goo.gl/OIc3O4>





COLOQUIO II:

# PEDAGOGÍA E INVESTIGACIÓN

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**

Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*

# Propuesta de fortalecimiento de la investigación científica en la FECYT de la UTN

PhD. Miguel Ángel Posso Yépez  
MSc. Raimundo López Ayala  
MSc. Alexandra Mina Páez  
MSc. Anabela Salomé Galárraga Andrade  
MSc. Nelly Patricia Acosta Ortiz  
Docentes de la Universidad Técnica del Norte. FECYT  
mposso@utn.edu.ec

## RESUMEN

La Universidad Técnica del Norte (UTN) ha tomado muy en serio el criterio relacionado a la investigación científica en el marco de su desarrollo y proyección social, así lo evidencia su misión, visión y modelo educativo vigente. La Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología (FECYT), es una unidad académica de la UTN, que actualmente tiene trece carreras de pregrado (tercer nivel); en este contexto investigativo ha emprendido un plan de fortalecimiento de la investigación científica, que partiendo de un diagnóstico, establece un objetivo general investigativo: *“Fortalecer la investigación científica de estudiantes y docentes de la FECYT sobre la base de procesos eficientes y eficaces, para solucionar problemas educativos, sociales, culturales y deportivos de la zona de influencia de la UTN”*. Con este objetivo, se generan cuatro objetivos estratégicos, los mismos que dan lugar a cuatro macroprocesos sustantivos o agregadores de valor: proyectos de investigación científica, publicaciones científicas, eventos científicos y trabajos de titulación. Macroprocesos que dan lugar a procesos y estos a su vez generan subprocesos y metas o productos investigativos. Para cumplir con estas metas investigativas ha sido necesario plantear como eje transversal y de manera consensuada, entre autoridades y docentes de la facultad, una serie de políticas, tareas normativas, estrategias, procesos de evaluación y mecanismos de documentación y archivo, por cada uno de los macroprocesos sustantivos de investigación.

Palabras Clave: INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, PROCESOS SUSTANTIVOS, FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN, UNIVERSIDAD.

## ABSTRACT

### Scientific Research Strengthening Proposal at FECYT in UTN

Universidad Técnica del Norte (UTN), in the context of its development and social projection, has taken scientific research very seriously as the university mission, vision and the current educational model prove. Educación, Ciencia y Tecnología (FEYT) school is an academic unit of the UTN that currently has thirteen undergraduate careers (third level) and in this research context it has undertaken a plan to strengthen scientific research that based on a diagnosis, it states an overall objective: *“To strengthen scientific research of FECYT students and teachers on the basis of efficient and effective processes to solve educational, social, cultural and sport problems in the area of the UTN influence”*. Based on this goal, four strategic objectives were generated which lead to four strategic substantive macroprocesses or value aggregators: scientific research projects, scientific publications, scientific events and titling work. This macroprocesses will lead to processes and these in turn will generate threads and research goals or products. To meet these research objectives, it has been necessary to pose as transverse axis and in a consensually way, between authorities and teachers of the school, a series of policies, regulatory tasks, strategies, assessment processes and documentation and archiving mechanisms, for each research macroprocesses.

Keywords: SCIENTIFIC RESEARCH, SUBSTANTIVE PROCESSES, RESEARCH STRENGTHENING, UNIVERSITY.

## Introducción

En América Latina, donde las universidades han sido tradicionalmente organizadas en función de la docencia y no de la investigación, esta última en muchos casos ha seguido teniendo una capacidad muy limitada para la producción científica (Maletta, 2015).

La investigación científica, su planificación, desarrollo y socialización, es una función sustantiva o agregadora de valor en todas las Instituciones de Educación Superior (IES), en el Ecuador y en cualesquier país. Razón por la cual, hay que prestar especial atención a este componente que definitivamente marca la vida institucional y de la calidad de investigación dependerá el prestigio de la universidad y por su puesto su acreditación.

En la misión institucional, se hace referencia en la parte pertinente a que la UTN, genera, fomenta y ejecuta procesos de investigación, de transferencia de saberes, de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación (UTN, Estatuto Orgánico, 2013). De igual manera, en la visión institucional se menciona, con respecto a la investigación que la universidad al año 2020, será un referente regional y nacional en la formación de profesionales, en el desarrollo del pensamiento crítico, ciencia, tecnología, investigación, vinculación (UTN, Estatuto Orgánico, 2013).

Lo expresado en el párrafo anterior, demuestra el interés e importancia que la comunidad universitaria y sus autoridades dan a la investigación científica; es más, en el modelo educativo de la universidad, existe un componente muy bien explicado y caracterizado relacionado con la investigación científica y su función para el aprendizaje del Buen Vivir; También se expresa el componente de la innovación como motor de la transformación desde una cultura de la colaboración.

La Investigación Formativa es un tema al que debe darse mucha importancia en la universidad en el proceso de enseñanza aprendizaje, en este contexto los temas de investigación y producción de nuevos conocimientos serán motivo del trabajo docente en las aulas. Se tendrá que estudiar e investigar, no para reproducir conocimientos, sino para proponer soluciones prácticas a los dilemas sociales, económicos, productivos y culturales (UTN, Modelo Educativo, 2013).

Cada una de las facultades de la UTN, tienen una coordinación de investigación, al frente de la cual está un coordinador, cuya función principal es *“apoyar, facilitar y coordinar todas las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (ID&I) de la Unidad*

*Académica que representa, en estrecha coordinación con el Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica” (CUYTIC, 2015:1).*

Pero más allá de la normativa existente en la UTN, existe, tal vez, algo mucho más definitorio o preponderante para la institución en lo que respecta a la planificación, ejecución y socialización de la investigación científica, y es lo que el modelo de evaluación de Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), en los estándares del criterio relacionado a la investigación determina que las las Instituciones de Educación Superior (IES) deben tener y presentar:

- Un plan de investigación articulado a la planificación estratégica institucional.
- Políticas, normativas y procedimientos clave para la gestión de recursos y el financiamiento de la investigación, los mismos que se aplican y son ampliamente conocidos por los investigadores de la misma.

- Se espera que el resultado de los proyectos de investigación desemboque en artículos aceptados por la comunidad científica, a través de revistas indexadas con SJR. El estándar establece que *“Los profesores de la institución publican en revistas indexadas de tal forma que el valor obtenido en el indicador es al menos 1. Este mínimo equivale a que, en promedio, los profesores a tiempo completo han publicado un artículo en 3 años, en revistas con SJR=0.*

- La producción de artículos en revistas regionales y la publicación de ponencias, es importante. El estándar establece que como mínimo *“La institución ha producido un promedio de 6 artículos por cada profesor con dedicación exclusiva durante los últimos 3 años”.*

- La producción de material bibliográfico es esencial dentro de la academia. El estándar establece que: *“Como mínimo, la institución ha producido en promedio 0,5 libros por profesor con dedicación exclusiva, durante los últimos 3 años”.*

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, es urgente que todas las IES tengan una planificación de investigación que alineen sus resultados o productos a los que el CEAACES solicita, y para que la institución obtenga estos, cada una de las facultades y por lo tanto carreras o unidades académicas, también deberán planificar de tal manera que a mediano y corto plazo, básicamente se obtenga como productos investigativos el número de artículo académicos y científicos, libros y capítulos de libros, y publicación de ponencias que los estándares del criterio de investigación explicitan en el modelo de evaluación institucional y de carreras implementado.

## **Materiales y métodos**

La presente investigación es de tipo documental o bibliográfica, ya que recoge y analiza información secundaria contenida en diversas fuentes; es decir, se apoya en consultas, análisis crítico de información especializada sobre investigación científica.

En este artículo existe una aplicación del método lógico inductivo debido a que se considera el razonamiento que, partiendo de casos particulares se llega a conocimientos generales.

También se utilizó permanentemente el método analítico sintético, ya que fue necesario conocer casos particulares para entender, no solo sus resultados sino los constructos teóricos que se generan a través de estos; paralelamente se desarrollaba síntesis que permiten construir nuevos constructos teóricos a partir de los existentes. En la información relevante sobre las temáticas analizadas fueron tomadas de autores vigentes a través de citas textuales y de autor.

Como parte de la metodología también se aplicó un taller participativo con todos los docentes y autoridades de la FECYT para validar el plan de fortalecimiento, luego de tomar en cuenta las observaciones correspondientes.

El objetivo central de la investigación es plantearse un plan de fortalecimiento para la investigación en la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología (FECYT) basado en macroprocesos sustantivos y en un constructo teórico, por lo que fue necesario plantearse las siguientes preguntas de investigación que permitan lograr el objetivo antes mencionado: ¿Cuáles son los macroprocesos sustantivos o agregadores de investigación científica que permiten obtener metas o productos para la FECYT?

## Resultados y discusión

Las instituciones de educación superior en general, deberán procurar crecientes niveles de calidad en todos los resultados de la investigación científica; por tal razón se vuelve imperativo que cuenten con sistemas de planificación de la investigación en concordancia con la misión y visión institucional. *“La producción científica es un proceso social; es más, la ciencia es una práctica social, un sistema de prácticas sociales organizadas orientado a la producción y permanente ampliación y renovación de los conocimientos científicos”* (Maletta, 2015:380).

La planificación de la investigación en la universidad y en cada una de las unidades académicas, tiene que disponer de una planificación que le conlleve, a sobre la base de líneas de investigación, a crear grupos de investigación con sus docentes, los mismos que a más de fomentar la investigación en base a los proyectos y programas que desarrollen, divulguen y transfieran los resultados de la investigación. La FECYT de la UTN, plantea un modelo de fortalecimiento de la investigación científica basado en procesos agregadores de valor o sustantivos. Los procesos sustantivos se los define como aquellos que cumplen los objetivos o finalidad de la organización, dando por resultado un bien o servicio a un cliente externo (Samperi, 2009).

Cada uno de los cuatro objetivos estratégicos investigativos dan lugar a un macroproceso sustantivo de la investigación (ver tabla N° 1). Por cada macroproceso se establece varios procesos. Los procesos dan lugar a los subprocesos y estos a las metas o productos de investigación. Para poder cumplir con cada una de las metas tiene que funcionar eficientemente un eje transversal compuesto por las políticas de cada macroproceso, estrategias, procesos de evaluación y un sistema de documentación y archivo que haga que en cualesquier momento y circunstancia se presente las evidencias de los productos de la investigación científica de la facultad.

En el marco descrito en el párrafo anterior, el objetivo general de investigación planteado para la FECYT es: Fortalecer la investigación científica de estudiantes y docentes de la FECYT sobre la base de procesos eficientes y eficaces, para solucionar problemas educativos, sociales, culturales y deportivos de la zona de influencia de la UTN. De este objetivo se derivan los cuatro objetivos estratégicos que generan los procesos agregadores de valor:

**Tabla 1:** *Objetivos estratégicos y procesos agregadores de valor*

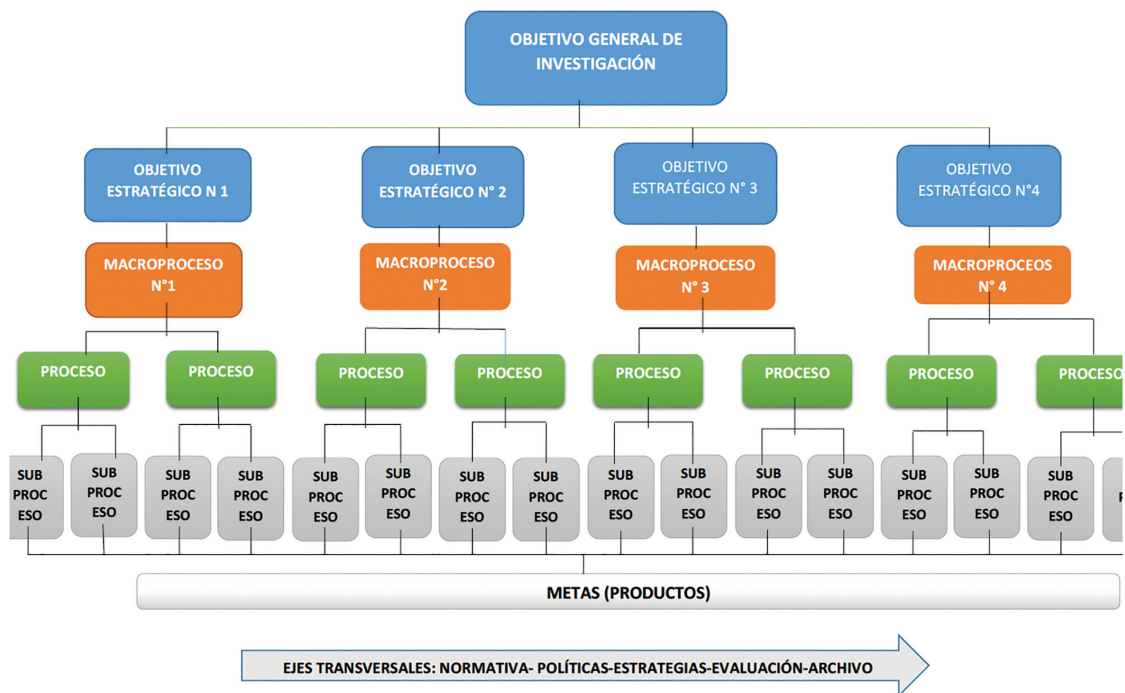
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	MACROPROCESOS AGREGADORES DE VALOR DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN
Desarrollar proyectos de investigación científica y tecnológica pertinentes que coadyuven al desarrollo de la región.	PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Socializar a la comunidad los resultados parciales y totales de las investigaciones científicas desarrolladas por los docentes de la facultad como una estrategia de posicionamiento institucional.	PUBLICACIONES CIENTÍFICAS
Desarrollar una serie de eventos científicos internos, nacionales e internacionales, que fortalezcan las capacidades investigativas de los docentes y estudiantes de la facultad.	EVENTOS CIENTÍFICOS
Desarrollar trabajos de titulación pertinentes en diferentes modalidades, en base a un programa de investigación, que permita a los estudiantes la obtención del título profesional de una manera ágil.	TRABAJOS DE TITULACIÓN

*Elaboración propia*

Es indudable que para poder cumplir objetivos estratégicos y metas, se requiere de unas políticas claras y definidas; la calidad de aplicación de estas políticas garantiza cumplir las metas establecidas, por esta razón, de una manera consensuado entre coordinadores de carrera y autoridades de la facultad, se ha establecido las siguientes políticas:

- Optimizar el tiempo y recursos destinados a la investigación mediante la estandarización de procesos.
- Desarrollar una investigación científica en base a indicadores de gestión y resultados.
- Rendir cuentas de una manera periódica, de los avances de los productos investigativos, a las autoridades de la facultad y universidad.
- Incluir a estudiantes de la facultad en las investigaciones desarrolladas por los docentes y en sus actividades relacionadas.
- Posicionar la facultad al interior y exterior de la institución en base a los productos generados por la investigación científica que se desarrolle.
- Articular permanente la investigación con los componentes de vinculación y docencia que realiza la facultad.
- Generar una cultura de calidad en el trabajo y desarrollo de productos investigativos.

Antes del detalle de la planificación de cada macroproceso, se presenta a continuación el gráfico o figura que representa el modelo de planificación:



**Figura 1:** *Objetivo general de Investigación.*

También es necesario aclarar que las metas de cada uno de los subprocesos que a continuación se plantean, son solo referentes, es decir, estas pueden ser aumentadas o disminuidas anualmente, en función de factores que la facultad disponga o políticamente plantee como: recurso humano existente (docentes investigadores), presupuesto asignado para investigación científica, número de grupos de investigación conformados, etc.

### **Macroproceso: Proyectos de investigación**

Si se asume a la investigación como una de las funciones esenciales de la educación superior, se requieren condiciones que favorezcan la generación y producción de conocimiento (Aldana de Becerra & Mora, 2012). Para poder cumplir con el macroproceso denominado “Proyectos de Investigación” es imprescindible que se desarrolle a la brevedad posible un trabajo de actualización de la normativa, ya que la existente no está acorde a la vigente en el Reglamento de Régimen Académico (RRA); básicamente lo que se requiere actualizar es:

- Reglamento de evaluación de proyectos de investigación.
- Procedimiento para la aprobación de Proyectos Internos de la Facultad.
- Diseño de instrumentos de evaluación de las fases de un proyecto (planificación, ejecución e informe final).
- Reglamento de Semilleros de Investigación.



**Tabla 2:** *Procesos, subprocesos y metas o productos del macroproceso “Proyectos de Investigación”.*

MACROPROCESO N° 1: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN		
PROCESOS	SUBPROCESOS	METAS ANUALES (PRODUCTOS)
Proyectos con fondos concursables CUICYT	Diseño de programa de investigación	1.1. Diseñado un programa de investigación, por facultad, sobre la base de las líneas de investigación existentes.
	Capacitación a docentes en diseño de proyectos formato CUICYT	1.2. Ejecutados dos eventos de capacitación para diseño de proyectos en formato CUICYT
	Diseño de proyectos	1.3. Aprobados por el CUICYT al menos 6 proyectos de investigación.
	Ejecución de proyectos	1.4. Ejecutados en un año, al menos el 80% de los proyectos aprobados.
	Presentación de Informe Final de Investigación	1.5. Presentados el informe final el 100% de los proyectos ejecutados.
	Evaluación de fases del proyecto	1.6. Evaluados trimestralmente, en cada una de las fases, todos los proyectos de investigación.
Proyectos internos de la facultad	Diseño de proyectos	1.7. Aprobados anualmente por el Comité Científico, 20 proyectos internos de investigación de la facultad.
	Ejecución de proyectos	1.8. Ejecutados al menos el 80% de los proyectos aprobados.
	Presentación de Informe Final de Investigación	1.9. Presentados el informe final del 100% de los proyectos ejecutados.
	Evaluación de fases del proyecto	1.10. Evaluados, en cada una de las fases, todos los proyectos de investigación.
Proyectos Internacionales	Firma de convenios específicos	1.11. Firmados, al menos 2 proyectos de investigación internacionales.
	Diseño de proyectos	1.12. Diseñados dos proyectos de investigación internacionales.
	Ejecución de proyectos	1.13. Ejecutados los dos proyectos internacionales de investigación de acuerdo al cronograma de trabajo.
	Presentación de Informe Final de Investigación	1.14. El 80 % de los docentes que realizan investigaciones presentan el informe final de investigación.
	Evaluación de fases del proyecto	1.15. Evaluados, en cada una de las fases, todos los proyectos de investigación.
Semilleros de Investigación (Investigación Formativa)	Conformación de semilleros de investigación	1.16. Conformados al menos 2 semillero de investigación por cada carrera de la facultad.
	Socialización de proyectos de investigación de los semilleros.	1.17. El 100 % de los semilleros de investigación, exponen y publican sus resultados en una feria de semilleros.

*Elaboración propia*

Las metas se las cumplen siempre y cuando se apliquen una serie de estrategias, por lo tanto para el macroproceso de “Proyectos de Investigación”, habría que poner en práctica las siguientes estrategias:

- Generar alianzas estratégicas con instituciones de educación superior nacionales e internacionales.
- Fomentar el desarrollo de proyectos de investigación inter y multi disciplinares. Crear grupos de investigación que desarrollen la cultura de colaboración y el trabajo en equipo. La investigación debe tener sus propios objetivos científicos o técnicos, el punto de partida de un programa de investigación deben ser las necesidades y los objetivos institucionales (Sánchez, 2004).
- Utilizar las NTICs en el desarrollo y socialización de proyectos en equipo.
- Lograr la consecución de financiamiento externo para el desarrollo de proyectos.
- Generar la cultura de la evaluación y retroalimentación en los procesos y fases de desarrollo de los proyectos.
- Incluir en los proyectos a estudiantes como auxiliares de investigación.

### **Macroproceso: Publicaciones científicas**

El esfuerzo cooperativo de los países para brindar acceso abierto a la producción científica permitirá también el desarrollo, en forma colaborativa no comercial, de indicadores bibliométricos y cienciométricos regionales y nacionales para complementar los actuales indicadores para la evaluación de los investigadores de la región, indicadores basados en conjuntos de revistas que reflejan pobremente la producción científica de América Latina y el Caribe (Babini, 2011).

No se puede negar que la evaluación por pares, continúa siendo estudiada como método o procedimiento llevado a efecto en la ciencia para evaluar la calidad de un artículo y por qué llega a ser publicado o no, aunque este punto tiene sus controversias tanto económicas como subjetivas desde los procesos editoriales con el movimiento de acceso abierto a la información científica. (González, Guzmán, & Chaviano, 2015). Por lo dicho, las tareas normativas que son necesarias actualizar o crear en el marco del macroproceso “Publicaciones Científicas” son:

- Actualización de las normas para la redacción de artículos científicos de la revista ECOS de la Academia.
- Reglamento administrativo operativo del Consejo Editorial de la Revista ECOS de la Academia.
- Diseño de instrumentos y procedimientos para la evaluación de artículos científicos y libros, previo a la publicación.

**Tabla 3:** *Procesos, subprocesos y metas o productos del macroproceso “Publicaciones Científicas”.*

MACROPROCESO N° 2: PUBLICACIONES CIENTÍFICAS		
PROCESOS	SUBPROCESOS	METAS
Publicación en Revistas Indexadas	Redacción de artículos	2.1. Redactados 40 artículos científicos.
	Envío de artículos a revistas indexadas	2.2. Enviados a revistas indexadas el 100% de los artículos redactados.
	Publicación en revistas indexadas	2.3. Publicados el 80 % de los artículos enviados a revistas indexadas.
Publicación de Libros	Presentación de Informes de Investigación	2.4. Presentados en formato de libro o capítulo de libro, al menos 15 investigaciones desarrolladas.
	Evaluación de pares académicos	2.5. Evaluados por pares académicos externos, el 100 % de las investigaciones presentadas en formato de libro.
	Publicación del libro	2.6. Publicados el 80 % de los libros evaluados por pares académicos.
	Presentación del libro (socialización)	2.7. Realizada la presentación de todos los libros publicados.
Ponencias, comunicaciones y posters (contribuciones en eventos)	Publicación de ponencias, comunicaciones y posters	2.8. Publicadas en memorias de eventos, 20 ponencias con ISBN.

*Elaboración propia*

Las estrategias necesarias que deberán aplicarse para este macroproceso serán:

- Priorizar la publicación de artículos en revistas indexadas.
- Desarrollar los artículos científicos y libros al menos entre dos docentes investigadores.
- Socializar en la comunidad mediante diferentes canales de comunicación, las publicaciones científicas.
- Realizar actos de presentación (lanzamiento) de los libros publicados.
- Obtener ISBN, ISSN y registro de propiedad intelectual para cada publicación.
- Crear la cultura de la evaluación de las obras científicas, antes de su publicación.

No puede dejarse pasar por alto el hecho de que en las publicaciones científicas resulta imperativo la existencia de un código ético, que manifieste la concienciación en el aseguramiento de la prevención del fraude científico, que oriente el procedimiento en casos de malas praxis. (Tur-Viñes & Gutiérrez-SanMiguel, 2012). El mismo autor en este sentido recalca que la autoría de los diferentes artículos científicos, debe contener responsabilidad moral y ética, que denoten consistencia y fiabilidad de la investigación, así como honestidad, originalidad, responsabilidad y transparencia.

### **Macroproceso: Eventos científicos**

La facultad tiene que desarrollar y aprobar un Instructivo para la organización de eventos científicos internos y externos. Este instructivo es un cursor para la planificación, ejecución y socialización de los eventos científicos que la facultad organice, tomando en cuenta que todos, o la gran mayoría de eventos de esta naturaleza, desemboquen en la publicación de artículos científicos en números especiales de la revista indexada o en la publicación de las memorias de los eventos en un libro con el respectivo ISBN. Solo de esta manera, según el nuevo modelo de evaluación de carreras, se puntúa en el criterio de investigación científica.

El principal medio de comunicación y difusión de los resultados de los eventos científicos son las publicaciones. La producción científica de un país o institución es el con-

junto de trabajos publicados, en tanto resultados de un proceso de investigación, y los indicadores las medidas que proveen información sobre esos resultados (Jorge & Félix, 2008).

Dadas las economías de escala que hay en la investigación y la especialización del conocimiento, se tendrá a que los grupos de investigación sean de mayor dimensión y multidisciplinares.

**Tabla 4:** *Procesos, subprocesos y metas o productos del macroproceso “Eventos Científicos”.*

MACROPROCESO N° 3: EVENTOS CIENTÍFICOS		
PROCESOS	SUBPROCESOS	METAS
Eventos Internos FECYT	Determinación de requerimientos de temáticas de eventos	3.1. Determinadas al menos 20 requerimientos de eventos.
	Seminarios Talleres	3.2. Desarrollados 10 seminarios talleres con docentes de la facultad.
	Conferencias	3.3. Desarrolladas 10 conferencias magistrales para docentes de la facultad.
	Cursos	3.4. Desarrollados 10 cursos con docentes de la facultad.
Eventos Nacionales	Determinación de requerimientos de temáticas de eventos	3.5. Determinados al menos 5 requerimientos de eventos nacionales.
	Seminarios	3.6. Desarrollados 5 seminarios nacionales.
	Congresos	3.7. Desarrollado 3 congreso nacionales.
	Conferencias	3.8. Desarrolladas 4 conferencias nacionales.
	Pasantías docentes nacionales	3.9. Al menos un docente de cada carrera de la facultad realiza una pasantías académica o investigativas en otras universidades del país.
Eventos Internacionales	Determinación de requerimientos de eventos	3.10. Determinados al menos 4 requerimientos de eventos internacionales.
	Congresos	3.11. Desarrollado 4 congreso internacional.
	Seminarios	3.12. Desarrollado 3 seminario internacional.
	Conferencias	3.13. Desarrolladas 5 conferencias internacionales.
	Pasantías docentes internacionales	3.14. Al menos un docente de cada carrera de la facultad realiza una pasantía académicas o investigativa en universidades del exterior.

*Elaboración propia*

Las principales estrategias que se requiere aplicar en el macroproceso “Eventos Científicos”, fundamentalmente son:

- Buscar auspicio para la organización de eventos científicos.
- Generar la cultura de la planificación y evaluación en el desarrollo de cada evento científico.
- Conseguir ponentes de alto prestigio local, nacional e internacional, para los eventos.



- Incluir a docentes de la facultad como ponentes en los eventos nacionales e internacionales.

- Apoyar a los docentes de la facultad para que realicen ponencias en eventos nacionales e internacionales organizados por otras instituciones. En este sentido, Bricall, (2000) con toda razón menciona que Internacionalización creciente de la investigación, el desarrollo de las nuevas tecnologías basadas en la información y la comunicación influye en gran medida a que eso sea así, por ello para la universidad supone la necesidad de que sus investigadores se integren en redes internacionales u establezcan alianzas estratégicas con otros centros.

- Imprimir la cultura de la calidad en todos los eventos organizados por la facultad.

### **Macroproceso: Trabajos de titulación**

Una gran parte del proceso investigativo universitario, se ve reflejado por medio de los trabajos de grado y es de esperarse que estas investigaciones contribuyan al avance del conocimiento en las diferentes áreas disciplinarias (Aldana, 2007). La unidad de titulación es la unidad curricular que incluye las asignaturas, cursos o sus equivalentes, que permiten la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera para la resolución de problemas, dilemas o desafíos de una profesión; su resultado final fundamental es: a) el desarrollo de un trabajo de titulación, basado en procesos de investigación e intervención o, b) la preparación y aprobación de un examen de grado de carácter complejo (CES, 2014).

Los trabajos de grado aportan información no únicamente sobre las universidades o facultades más productivas, sino también sobre las líneas de investigación y sobre la calidad de la investigación (Aldana de Becerra & Mora, 2012), por lo tanto es necesario plantear una planificación que garantice que los estudiantes tengan estas opciones de titulación.

Por lo tanto en este contexto, como tareas normativas que regenten todo lo relacionado a los trabajos de titulación se plantea:

- Actualizado el instructivo de trabajo de titulación para cada una de las fases: Planificación, Ejecución e Información.

- Aprobado el instructivo para exámenes complejo de la facultad.

- Actualizados los instrumentos de evaluación, de cada una de las fases, de los trabajos de titulación.

**Tabla 5:** *Procesos, subprocesos y metas o productos del macroproceso “Eventos Científicos”.*

MACROPROCESO N° 4: TRABAJOS DE TITULACIÓN		
PROCESOS	SUBPROCESOS	METAS
Trabajos de pregrado	Planes de investigación	4.1. Al finalizar la asignatura de Trabajos de Grado I, el 80 % de los planes de investigación son aprobados por el Consejo Directivo de la Facultad.
	Presentación de informes finales de investigación	4.2. Al finalizar la asignatura de Trabajo de Grado II, en todas las carreras de la facultad, el 90% de los estudiantes que fueron aprobados sus planes de investigación, presentan el informe final de investigación.
	Exposición y defensa de los informes de investigación	4.3. El 90 % de los estudiantes que presentaron su informe final de investigación, exponen y defienden su trabajo de titulación.
Trabajos de posgrado	Asesoría de trabajos de posgrado	4.4. Diez profesores de la facultad son designados asesores de las investigaciones de los maestrantes del posgrado de CCEE.
Exámenes Complejos	Determinación de un banco de temas, teórico-práctico, para rendición de exámenes complejos	4.5. En cada carrera determinadas las asignaturas del eje profesional y las temáticas generales para rendición de exámenes complejos.
	Preparación para exámenes complejos	4.6. Organizado un curso de preparación de exámenes complejos para estudiantes de la facultad.
	Rendición de exámenes	4.7. El 80 % de los estudiantes que optan por los exámenes complejos, como mecanismo de titulación, rinden el examen correspondiente.

*Elaboración propia*

Las estrategias a implementarse para el componente “Trabajos de Titulación” son:

- Fomentar la cultura de trabajos grupales en el desarrollo de proyectos de investigación.
- Fomentar la cultura de trabajos inter y multi disciplinares en el desarrollo de proyectos de investigación.
- Desarrollar trabajos de investigación de grado que respondan a los programas de investigación de la facultad.
- Optimizar tiempo y recursos en el desarrollo de trabajos de titulación.
- Lograr que el mayor número de estudiantes culmine su trabajo de titulación a la par de sus estudios regulares.

La producción de conocimiento nuevo es la principal finalidad de la investigación científica, esto se aplica en la medida que sea difundido, es decir, el proceso termina con la publicación del trabajo de grado (Gutiérrez & Mayta, 2003).

## Conclusiones

El modelo de planificación de la investigación en la FECYT, basado en macropro-

cesos, procesos, subprocesos y productos o metas, es el que se adecúa a la realidad institucional y además es congruente con el modelo de evaluación institucional y de carreras implementado por el CEAACES.

La investigación científica es un criterio o componente sustantivo en la universidad; a su vez la investigación científica puede descomponerse en procesos sustantivos de esta, los mismos que son: los proyectos de investigación científica, las publicaciones científicas, los eventos científicos y los trabajos de titulación.

Es fundamental que para el desarrollo de la investigación científica y el cumplimiento de metas, se establezca y aplique, como eje transversal: estrategias, tareas normativas, políticas claras de investigación para cada macroproceso, procedimientos de evaluación y retroalimentación, y un adecuado mecanismo de archivo y documentación.


Los productos o metas de la investigación científica tienen que medirse cuantitativamente de tal manera que estén en concordancia con cada uno de los indicadores del criterio de investigación y su respectivo estándar de calidad establecido por el CEAACES.

## Recomendaciones

Para la implementación del plan de fortalecimiento de la investigación en la FECYT, es necesario que a la Coordinación de Investigación de la facultad, se le dote de personal docente que cumpla funciones de gestión administrativa en esta dependencia, la misma que se encargue de los procesos de evaluación, monitoreo y retroalimentación de los procesos sustantivos.

Los procesos agregadores de valor o sustantivos de la investigación científica que se desarrolla en la facultad, tienen que ser socializados en todo el personal docente y administrativo de la FECYT, de tal manera que exista conocimiento y se genere empoderamiento institucional.

Como complemento al plan de fortalecimiento de la investigación científica de la FECYT estructurado, se vuelve imperativo que se trabaje y desarrolle de manera consensuada con coordinadores de carrera, secretario abogado y autoridades de la facultad, en los componentes o procesos apoyo como: normativas, instructivos, procesos de archivo y documentación, etc.

Para medirse de manera cuantitativa las metas o productos investigativos, y para optimizar tiempo y recursos, es necesario habilitar o generar el módulo de investigación, del portafolio docentes, en la plataforma virtual de la universidad. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana de Becerra, G. M., & Mora, E. (2012). *El quehacer investigativo: enseñanza, modalidades, presupuestos y evaluación de la investigación*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Aldana, G. (2007). Análisis Bibliométrico de trabajos de grado. El caso de un programa académico de la Fundación Universitaria del Área Andina. *Teoría y Praxis Investigativa*, 87-93.
- Sánchez Ramírez, L. D. (2005). La dinámica del proceso de formación para la investigación científica en la educación superior sustentada en las tecnologías de la información y las comunicaciones. *Pedagogía Universitaria* Vol. 15, No. 2,, 16.
- Arteaga, C. S. (1999). "Reseña: Las universidades Modernas: Espacios de Investigación y Docencia". *Perfiles Educativos*, Vol, 21 No.83-84, 147-149.

- Arturo Rodríguez Castellanos, A. A. (2001). La gestión del conocimiento científico - técnico en la universidad: un caso y un proyecto. *Cuadernos de Gestión volumen 1 No 1*, 19.
- Babini, D. (2011). Acceso abierto a la producción científica de América Latina y el Caribe: Identificación De Principales Instituciones Para Estrategias De Integración Regional . *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 6-17.
- Cegarra Sánchez, J. (2012). *La investigación Científica y Tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos.
- CES. (2014). *Reglamento de Régimen Académico*. Quito: CES.
- Cisneros, E. (2012). *Redacción y publicación de artículos científicos: enfoque discursivo*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- CUYTIC. (2015). *Funciones de coordinadores*. Ibarra: UTN.
- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la Investigación Científica*. Argentina: Brujas.
- González, M. J., Guzmán, M. F., & Chaviano, O. G. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 290-309.
- Gutiérrez, C., & Mayta, P. (2003). Publicación desde el Pre Grado en Latinoamérica: Importancia, Limitaciones y Alternativas de Solución. *CIMEL*, 54-60.
- Jorge, R. A., & Félix, D. M. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED v.17 n.4*, 1-27.
- July Pahola Calderón Saldaña Ph.D, L. A. (2010). *Investigación Científica para la tesis de Postgrado*. United States: Lulu internacional.
- Maletta, H. (2015). *Hacer ciencia: teoría y práctica de la producción científica*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Mayorga, R. (1999). Los desafíos de la universidad latinoamericana en el siglo XXI. *Iberoamericana No. 21*, 25-40.
- Melero, R. (2005). Acceso abierto a las publicaciones científicas: definición, recursos, copyrighy e impacto. *El profesional de la información* , 255-266.
- R. Frondizi, G. E. (s.f.). La universidad en un mundo de tensiones. *Misión de las. Academia edu*, 4.
- Rodríguez, L. d. (2014). *Metodología de investigación en las Ciencias Sociales*. México: PROMEP.
- Rodríguez, W. G., & Cuevas, J. L. (2010). *El artículo científico y su medición: un instrumento de gestión de la ciencia*. En: *Memorias Universidad 2008*. Cuba: Universitaria.
- Samperi, N. (2009). *Heramientas de Gestión Módulo II*. Recuperado el 30 octubre 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2929741.pdf>
- Sánchez, J. C. (2004). *Metodología de la Investigación Científica y tecnológica*. Madrid: Diaz de Santos.
- Santiago Lajes Choy, A. M. (2010). *La Investigación científica como Forma Superior*. Cuba: Universitaria.
- Semir, V. d. (2016). *La divulgación científica*. Barcelona: UOC.
- Tamayo, M. T. (2004). *El proceso de la Investigación Científica* . Mexico: Limusa.
- Tur-Viñes, V., & Gutiérrez-SanMiguel, M.C. F.M. (1 Septiembre 2012). Ética de la publicación científica: Iniciativas y Recomendaciones. *El Profesional de la Información*, págs. 491-497.
- Universidad Técnica del Norte (2013). *Es-tatuto Orgánico*. Ibarra: UTN.
- Universidad Técnica del Norte (2013). *Modelo Educativo*. Ibarra: UTN.











# Paradigmas y corrientes actuales de la Pedagogía

Dr.C. Eugenio Víctor Doria de la Terga  
Docente-Investigador de la Universidad Técnica del Norte. FECYT  
evdoria@utn.edu.ec

## RESUMEN

La evolución de la Pedagogía a través de los años ha venido ocurriendo como el de las demás ciencias, a la par de la Psicología, las Ciencias Naturales, la Sociología, la Historia, etc., marcan un hito en el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, la responsabilidad de todos los que de una u otra forma tenemos que ver con la preparación de las nuevas generaciones para que contribuyan a hacer realidad nuestro anhelo de un mundo más justo, tolerante y pacífico en este y próximos siglos. Siguiendo un orden de frecuencia en el uso de estos términos se escucha más a menudo la expresión corrientes pedagógicas, seguidas de modelos pedagógicos, enfoques curriculares, tendencias pedagógicas y paradigmas educativos. Precisamente de estos paradigmas y sus contradicciones presentes en todo sistema educativo queremos reflexionar basados en la experiencia, criterios y resultados de análisis teóricos y prácticos, de investigaciones actuales de profesores y estudiantes que son las que nos nutren para nuestro quehacer diario.

Palabras Clave: PARADIGMAS, CORRIENTES, ENFOQUES, CURRÍCULO, TENDENCIAS, EDUCACIÓN.

## ABSTRACT

### Paradigms and Current Pedagogical Approaches

The evolution of pedagogy through the years has taken place as any other sciences such as Psychology, Natural Sciences, Sociology, History, etc., they have become a milestone in the human development. However, the responsibility that people who are immersed in the preparation of new generations have is tough; it aims to achieve a common goal of training individuals that contribute with a more tolerant and peaceful world in this, and in the upcoming centuries. Following an order of frequency in this terminology usage, we most often hear the expression pedagogical currents, followed by pedagogical models, curricular approaches, pedagogical tendencies, and educational paradigms. We will precisely analyze these paradigms and their contradictions present in all educational systems, based on experience, criteria, and the results of theoretical and practical analysis by educators and students, research which nourishes our daily work.

Keywords: PARADIGMS, CURRENTS, APPROACHES, CURRICULUM, TRENDS, EDUCATION.

## Introducción

Según Thomas S. Kuhn (2004:19) paradigma es “una constelación global de convicciones, valores y comportamientos compartidos por los miembros de una determinada comunidad”. Esta constelación se convierte poco a poco en un sistema de creencias o “reglas y reglamentos” (Barker, 1996) aceptados como verdaderos, que dirigen el pensamiento y la acción de individuos y grupos a modo de referentes históricos, culturales y sociales. Un paradigma alcanza su madurez cuando se incorpora como engrana en el cerebro de muchas personas o se vuelve un “inconsciente colectivo” en un amplio sector de la población. En resumen: los paradigmas son sistemas de ideas o creencias compartidos por un grupo determinado como verdaderos mientras aparece otro sistema capaz de sustentar su propia validez. Ejemplos: la creencia en el destino, la concepción positivista de la ciencia, la calidad de los relojes suizos. (Bloguer Pedagogía, 2016).

Un paradigma se conoce básicamente por las siguientes características:

1. Es una idea(s), creencia(s), o comportamiento(s) arraigado y aceptado a priori como verdadero.
2. Lo comparte una comunidad con un número elevado de miembros.
3. Se forma generalmente en un periodo considerable de tiempo
4. No es fácil cambiar por otro nuevo debido a la resistencia que genera
5. Puede tener un sustento teórico o ideológico.

En pedagogía, se suele aplicar el término paradigma a un enfoque, modelo o corriente pedagógica que goza o ha gozado de amplia aceptación y aplicación en un sistema educativo socialmente reconocido. Por ejemplo la educación tradicional o bancaria y la tecnología educativa. El constructivismo empezó como corriente, luego pasó a ser modelo y en la actualidad se está convirtiendo en un paradigma.

Los paradigmas educativos no han tenido un desarrollo sencillo, de hecho su tránsito entre los actores educativos ha sido en cierto modo tortuoso por las posturas polares siempre presentes en el campo pedagógico. (Doria, 2016).

Por una parte, se encuentran las instituciones escolares, que siguen observando hacia el pasado y que se erigen como defensores de las tradiciones, con una manera segura y aceptada de hacer las cosas, y por otra, surgen precisamente estas corrientes innovadoras en diversos campos, direcciones y visiones, no obstante las prácticas y la investigación educativa no necesariamente avanzan a la par.



Consideremos todos que tenemos ahora una nueva cultura pedagógica, un nuevo consenso en torno a la idea superada en el sentido de una pedagogía de corte burocrático, instrumental, procedimental y meramente técnico o simplemente didáctico. (Doria, 2016).

Nos urge pensar y analizar que se han abierto y continuarán abriéndose nuevas formas de pensar referente a la Pedagogía.

Nos hemos contagiado de postmodernidad y hemos asumido el reto de pensar en la pedagogía desde la pedagogía. Las corrientes pedagógicas contemporáneas han hecho acuse de recibo, en tanto no se hace un planteamiento crítico o se fomenta la investigación pedagógica autónoma a esta recepción inicial.

Las tendencias pedagógicas resultan descontextualizadas de su idea original, decisionales o diseños instruccionales que a toda costa se pretender aplicar en los campos de enseñanza.

En consecuencia con las dificultades planteadas, podemos afirmar que la pedagogía aún no posee un territorio suficientemente diferenciado de las demás ciencias sociales y/o humanas, cuyo objeto de estudio es también el hombre cultural, aunque no puede excluir sus relaciones con el hombre natural. Doria, (2016).

Realicemos una breve descripción básica de las principales corrientes pedagógicas contemporáneas:

### **El paradigma de “la escuela nueva” (finales del s. XIX)**

Clasificación: movimiento pedagógico heterogéneo iniciado a finales del siglo XIX. Llamada también escuela activa. Representantes más destacados: Rousseau, Pestalozzi, Tolstoi, Dewey, Montessori, Ferrieri, Cousinet, Freinet, Piaget, Claparade y Decroly. (Palacios, 1999).

Relaciones: Surge como una reacción a la escuela tradicional y a las reacciones sociales que imperaban en la época.

Los pedagogos de la escuela nueva fueron poseídos por un ardiente deseo de paz y volvieron a ver en la educación el medio más idóneo para fomentar la comprensión entre los hombres y entre las naciones, la solidaridad humana; desarrollar el amor fraternal sin importar diferencias de nacionalidades, de tipo étnico o cultural; que el impulso de la vida se impusiera por fin sobre el instinto de muerte; que se pudieran resolver pacíficamente los conflictos entre las naciones y grupos sociales.

Según el movimiento de la Escuela Nueva era importante denunciar y modificar los vicios de la educación tradicional: pasividad, intelectualismo, magistrocentrismo, superficialidad, enciclopedismo, verbalismo, con el propósito de definir un nuevo rol a los diferentes participantes del proceso educativo.

Respecto a la relación maestro-alumno se transita de una relación de poder-sumisión que se da en la escuela tradicional a un vínculo marcado por una relación de afecto y camaradería.

Características:

-Se constituye en una verdadera corriente pedagógica, en una propuesta educativa de nuevo perfil, quizás al finalizar la Primera Guerra Mundial

-Pese a que sus orígenes son más remotos, el movimiento encontró su mayor auge en tiempos bélicos, por lo que su ánimo renovador de la enseñanza es característico, además de fundamentar gran parte de sus planteamientos en la psicología del desarrollo infantil

-Para algunos estudiosos (Ferriere, 1982) llegó a ser como una revolución copernicana en la educación.

- La noción del niño en este modelo debe estar basado en planteamientos del desarrollo y el acto educativo debe tratar a cada uno según sus aptitudes.
- No hay aprendizaje efectivo que no parta de alguna necesidad o interés del niño, ese interés debe ser considerado el punto de partida de la educación.
- Es más importante la forma de conducirse el maestro que la palabra. El maestro será pues un auxiliar del libre y espontáneo desarrollo del niño.

### **El paradigma de la pedagogía liberadora**

Clasificación: inicio de los años 70. (Pedagogo: Paulo Reglus Neves Freire) (Paulo Freire, Brasil 1940).

Freire (2010) plantea “*que el hombre debe ser partícipe de la transformación del mundo por medio de una nueva educación que le ayude a ser crítico de su realidad y lo lleve a valorar su vivencia como algo lleno de valor real*” (p. 39).

-La propuesta liberadora parte de una mirada dialéctica de la cultura, según la cual, ésta no solo contiene una forma de dominación, sino además las bases para que los oprimidos puedan interpretar la realidad y transformarla según sus propios intereses. (Freire, 2010).

Relaciones: -Pedagogía de los oprimidos (Freire, 1994), basada en el poder de la deshumanización, concientización, ideología, emancipación, oprimido, opresor, dialogicidad, antialogicidad, concepción bancaria de la educación, educación problematizadora, radicalización, sociedad cerrada, sociedad en transición, democratización, conciencia intransitiva, conciencia ingenua o mágica, conciencia crítica, educación liberadora, alfabetización, etc., palabras nunca utilizadas en la Pedagogía.

Características:

-Marcó un avance cualitativo en las ciencias de la educación al proponer una nueva mirada sobre cómo trabaja la cultura dominante para legitimar ciertas relaciones sociales.

-El proceso educativo ha de estar centrado en el entorno de los alumnos.

-Los educandos tienen que entender su propia realidad como parte de su actividad de aprendizaje.

-No basta con suponer, por ejemplo, que un estudiante sepa leer la frase: “*Mario ha sembrado frijol en el campo*”. El estudiante debe aprender a Mario en su contexto social, descubrir quién ha trabajado para producir la siembra y quién se ha beneficiado de este trabajo.

### **El paradigma del enfoque cognitivo. (J. Piaget, 1896-1980)**

Clasificación: Corriente pedagógica contemporánea basada en la teoría racionalista contra las tesis empiristas.

“*El conocimiento es una interpretación activa de los datos de la experiencia por medio de unas estructuras o esquemas previos, considerando estas estructuras no como algo fijo e invariable, sino como algo que evoluciona a partir de las funciones básicas de la asimilación y la acomodación*” Piaget, (1976).

Relaciones: -La filosofía racionalista, la biología evolucionista y el pragmatismo funcionalista, constituyen las principales coordenadas de su pensamiento.

-Uno de sus impulsores en nuestros días gracias a sus capacidades analíticas ha sido Noam Chomsky (1928. EE.UU).

-Realiza análisis científicos de situaciones extremadamente simples y de ahí explica situaciones complejas que nunca podrá probar experimentalmente (el lenguaje un ejemplo de ello).

- *“Es posible enseñar a un loro a repetir ciertas palabras, no es posible enseñar a un ser humano a escribir cada una de sus palabras de la forma que las pronuncia; necesariamente tiene que haber una contribución interna, elaboración, construcción, estructuración o cualquier término que indique este acto interno y personal que llamamos en forma general pensamiento”* (Chomski, 2009).

Características: -Si un conductista acepta las definiciones generales de caracterización de un evento físico impactando un organismo como estímulo y cualquier parte de este organismo como respuesta, es necesario concluir que la mayor parte de este comportamiento del organismo no está regido por las leyes conductista. Si se aceptan definiciones menos generales de comportamiento se puede decir que está regido por leyes, pero de alcance mucho más limitado ya que la mayor parte de lo que el organismo hace simplemente no ha de ser considerado comportamiento. (Chomsky, 1977).

### **El paradigma del enfoque constructivista. (Piaget / L. Vygotski, 1896-1934**

Corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al alumno herramientas (generar andamiajes) que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo.

Para Jean Piaget, (1974) la inteligencia tiene dos atributos principales: la organización y la adaptación. (p. 17).

Relaciones: como figuras clave del constructivismo destacan principalmente Jean Piaget y a Lev Vygotski. Piaget, 1976) se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio. (p. 21).

Por el contrario, Vygotsky, (1924) se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. La instrucción del aprendizaje surge de las aplicaciones de la psicología conductual, donde se especifican los mecanismos conductuales para programar la enseñanza de conocimiento. (p. 31).

-No pone la base genética y hereditaria en una posición superior o por encima de los saberes. Es decir, a partir de los conocimientos previos de los educandos, el docente guía para que los estudiantes logren construir conocimientos nuevos y significativos, siendo ellos los actores principales de su propio aprendizaje. Un sistema educativo que adopta el constructivismo como línea psicopedagógica se orienta a llevar a cabo un cambio educativo en todos los niveles.

Características: El constructivismo educativo propone un paradigma donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el *“sujeto cognoscente”*). El constructivismo en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción. -De acuerdo a las ideas constructivistas en educación todo aprendizaje debe comenzar en ideas a priori. No importa cuán equivocadas estén o cuán correctas sean estas intuiciones de los alumnos. Las ideas priori son el material que el profesor necesita para crear más conocimiento.

No pone la base genética y hereditaria en una posición superior o por encima de los saberes. Es decir, a partir de los conocimientos previos de los educandos, el docente guía para que los estudiantes logren construir conocimientos nuevos y significativos, siendo ellos los actores principales de su propio aprendizaje. Un sistema educativo que adopta el constructivismo como línea psicopedagógica se orienta a llevar a cabo un cambio educativo en todos los niveles.

Según esta teoría, todos los procesos superiores de la conducta, ya estén relaciona-

dos con el pensamiento, el lenguaje o la actividad motora, tienen un carácter instrumental, ya que no sólo se hace uso de los estímulos del medio, sino sobre todo de los recursos y estímulos internos del sujeto, como si fueran herramientas físicas. Estos recursos internos van siendo construidos por el sujeto a lo largo de su desarrollo, y dependen en gran medida del medio social en el que vive el sujeto. La cooperación social, según Vygotsky (1996), permitirá a los niños interiorizar las normas y pensamientos sociales, convirtiéndolas en propias. El papel de los adultos o de los pares más avanzados, será el de guiar y dirigir el aprendizaje antes de que el niño pueda dominarlo e interiorizarlo. Esta guía permitirá al niño cruzar la zona de desarrollo próximo, la brecha entre lo que ya es capaz de hacer y lo que no puede lograr por sí mismo. En el transcurso de esta colaboración, la responsabilidad de la dirección y control del aprendizaje pasan gradualmente al niño.

### Zona de desarrollo próximo

Es la distancia entre el nivel de desarrollo actual determinado por la habilidad para resolver problemas bajo la dirección de un adulto o de un compañero más capaz.

*“La zona de desarrollo próximo define aquellas funciones que aún no han madurado pero están en el proceso de maduración; funciones que madurarán mañana pero se encuentran en estado embrionario en el presente. Estas funciones puede decirse que son capullos o flores... más todavía no los frutos”.* (Vygotsky, 1996, p. 86)

### Proceso enseñanza-aprendizaje

En cuanto al aspecto mediacional, Vygotsky analizó en particular el problema de la adquisición de conocimientos en los contextos de enseñanza, que tiene lugar en un “sistema social definido”. Como características de este “sistema social definido” que conformarían los procesos de escolarización, según hemos visto, Vygotsky enfatizó la dirección impresa al desarrollo del sujeto hacia formas crecientes de control voluntario y consciente de los procesos intelectuales. (p, 79). Y, en segundo término, destacó las particularidades del uso del lenguaje en las situaciones escolares: “el discurso escolarizado representa una forma de comunicación cualitativamente diferente, ya que las palabras no actúan sólo como medio de comunicación, como en el discurso cotidiano, sino como objeto de estudio. Vygotsky, (1924).

### Resultados

¿Continuamos con los modelos tradicionales en Educación, o integramos todo lo concerniente a: paradigmas; enfoques; modelos; corrientes y tendencias? Ante tal disyuntiva nos encontramos los educadores «todos», técnicos, maestros, profesores, doctores de las diferentes ramas de la docencia, catedráticos, en fin todos los que de una u otra forma ejercemos la docencia. De ahí que planteemos el paradigma de cómo debe reaccionar y comportarse el proceso docente-educativo ante la preocupación de buscar, indagar, investigar, una nueva forma de concebir y representar el mundo, de manera que supere la forma en que lo conciben los alumnos.

¿Abarcan los paradigmas actuales todo el proceso de la formación del hombre como objeto central del accionar pedagógico? La formación, algo tan nombrado en la Pedagogía actual está estrechamente relacionado con el proceso de humanización que va caracterizando el desarrollo individual. Flórez (1994). Y opinamos que de acuerdo a las propias posibilidades, dicha formación es la misión de la Educación y de la enseñanza: *“facilitar la realización personal; cualificar «y aprovechar» lo que cada uno tiene de huma-*



*no y personal, potencializándose como ser racional y solidario*". Doria, (2016). Paradigmas que tienen implicaciones en la profesión docente, en la escuela y en el aula de clase de cualquiera de las enseñanzas.

Ante estas perspectivas nos ajustamos a los siguientes paradigmas pedagógicos contemporáneos:

- El Paradigma Ecológico.
- El Paradigma de las Pedagogías Críticas, y
- El Constructivismo.

Agreguemos que comienzan a definirse algunas tendencias pedagógicas que desde otros ámbitos tocan aspectos puntuales desde lo curricular, didáctico y organizativo, como es la calidad de la educación, globalización, transversalidad curricular y el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en la Educación, cuyo denominador común es la formación humana.

### El paradigma ecológico

El paradigma ecológico, también denominado "emergente" en el campo pedagógico, viene a ser una forma específica de explicar los fenómenos y situaciones educativas o formativas de la realidad según los principios de la ecología. Ésta se deriva de la tesis del biólogo alemán Haeckel (1869), quien estudió las formas y desarrollos de la organización de los seres vivos (ecosistemas). La escuela es interpretada desde el paradigma ecológico como un ecosistema social humano, ya que expresa en la realidad un complejo entramado de elementos (población, ambiente, interrelaciones y tecnología) y de relaciones organizativas que la configuran y determinan como tal.

Se ha convertido en un modelo de acción pedagógica que abarca la teoría, la praxis y la práctica educativa; por tanto, orienta la teoría, la acción y la investigación en el aula Diez y Pérez, (1990) (Anexo 1).

Esta corriente abre las posibilidades a una escuela en directa relación con la comunidad, sus necesidades e intereses cotidianos, bajo una visión de trascendencia social, *"las posibilidades de la escuela como centro de vivencia y recreación de la cultura utilizando la cultura crítica para provocar la reconstrucción personal de la cultura experiencial de los estudiantes"*. (Blog: pedagogía de Norita, 2016).

### Pedagogías críticas

Los grandes conflictos sociales, económicos y políticos de la sociedad, sustentados en la presencia de procesos opresivos y contra libertarios de la humanidad, dieron génesis a las pedagogías críticas.

Esta corriente es desarrollada en todo el mundo, particularmente en Europa y Norteamérica; entre sus representantes más significativos figuran Freire, Giroux, Apple, Kemmis, Carr, McLaren, Hargreaves y Popkewitz, comprometidos con la libertad, el pensar crítico y transformador del hombre. Se denominan Pedagogías Críticas, por cuanto obedecen a una amplia gama de enfoques teóricos sobre los procesos sociales, culturales, políticos, educativos, de la escuela, el hombre y la sociedad, originados en las teorías críticas, lideradas por Habermas y por la Escuela de Frankfurt.

Las Pedagogías Críticas se centran en cuatro grandes temas, a saber:

- Educación-Escuela-Sociedad.
- Conocimiento-Poder-Subjetivación.
- Institucionalización-Hegemonía
- Vínculos entre teóricos y prácticos.

Estos temas fundados en el estudio sobre la sociedad, la escuela, la educación y los procesos hegemónicos y totalizadores que ocurren en ella, permiten delinear a las Pedagogías Críticas. Estas se estructuran conceptualmente bajo tres lineamientos interrelacionados:

a) Su origen en los discursos del estructuralismo (contribuciones de neomarxistas como Gramsci, Althusser y Poulantzas) y del posestructuralismo (contribuciones de Foucault, Deleuze, Derrida y Lacan), así como de otros enfoques derivados de la escuela de Francfort, que a decir de Carr y Kemis, 1988, “...se mostraban preocupados por el predominio de la ciencia positiva y el grado en que esta se había convertido en un elemento poderoso de la ideología del siglo XX”. (p. 41).

b) La génesis del proceder de los discursos, que van desde lo académico hasta los discursos teóricos críticos construidos en y desde la escuela (génesis de producción discursiva).

c) La orientación e intencionalidad de los discursos pedagógicos críticos. Se hace crítica de la escuela y se propone una escuela crítica, por medio de una hermenéutica crítica. Las Pedagogías Críticas para Martínez Bonafé (1996) son “una producción cultural, una producción de saber para dar cuenta de una realidad; una red de significaciones que da razón también de los obstáculos que vence y de sus recreaciones a lo largo de la historia”. (p. 12). De esta manera, ellas representan una opción frente al proyecto político inconcluso de la Modernidad y la Ilustración, y pretenden no sólo el reconocimiento de la educación como proyecto político emancipador y liberador de las conciencias del yugo totalitario de la razón, sino también la constitución de un proceso de transformación, renovación y de reconstrucción de lo social.

Estas corrientes pedagógicas tienen la particularidad de expresar preocupación por temáticas diversas, desde lo que sucede en el aula, el desarrollo del currículo, las prácticas educativas del docente, la investigación en el aula, la comunicación alumno-profesor; entre otros temas, hasta discursos sobre el papel de la sociedad en la formación del ciudadano, revisando contundentemente la aseveración de saber es poder. A continuación se explican los aportes de algunos de sus exponentes:

Paulo Freire, (1947) pedagogo brasileño, desarrolló como línea de investigación la tesis de una educación emancipadora, focalizando su atención en torno a la educación en comunidad, la praxis educativa (como acción evaluada críticamente). Representa el máximo exponente de los desarrollos emancipadores de las pedagogías críticas en Latinoamérica y el mundo, sobre el cual se conforman muchas de las investigaciones de esta corriente en la actualidad (Martínez, 1997, 82). La educación como práctica de libertad, la educación problematizadora y la pedagogía de la esperanza son temas centrales en la obra de Freire.

Henry Giroux, (2004) filósofo norteamericano, destaca como investigador el papel del docente en el proceso formativo en la sociedad actual, concibiendo al profesor como un intelectual crítico reflexivo y transformador, y dándole a la educación un sentido relevante en la transformación y cambio de la sociedad. Profundiza en la investigación sobre el carácter político de la educación y la naturaleza ideológica de la escuela.

Wilfred Carr, filósofo inglés, junto a Sphem Kemis (1988), investigadores australianos, han desarrollado estudios profusos sobre la investigación-acción como un examen hermenéutico crítico de la práctica de los propios prácticos, es decir, la formación del teórico emancipador. Asumen, por lo tanto, la intencionalidad política del educador, “emancipadora” y con voluntad colaborativa y dialógica.

Hargreaves, (2005), investigador norteamericano, enfatiza el análisis de las culturas, escenarios y formas de colonización del trabajo de los docentes, generando cuestionamientos sobre la cultura escolar y la labor de los maestros. Por otra parte, Peter McLaren,

pedagogo norteamericano, trabaja en un plano más amplio, profundizando sobre el tema del alfabetismo mediático crítico contra el mundo y las implicaciones del neoliberalismo en el campo educativo, político y social, y reflexionando sobre las nuevas funciones de las escuelas en la sociedad actual.

## El constructivismo

Esta corriente surge bajo el influjo de enfoques epistemológicos renovados, ante la pregunta: ¿Cómo aprende el hombre?

Se constituye el constructivismo como una línea que ha venido conformándose y creciendo en el campo educativo y pedagógico, en relación directa con el desarrollo del conocimiento y del aprendizaje, lo que origina una perspectiva distinta de la enseñanza. Para Gallego-Badillo (1996): *“El constructivismo es una estructura conceptual, metodológica y actitudinal en la cual son conjugadas teorías de la psicología cognitiva (en cuanto a la indagación de cómo y porqué se originan las representaciones y sus conceptos en la conciencia humana y qué relaciones tiene con el mundo exterior), de la epistemología (la naturaleza de los saberes y el conocimiento en las relaciones individuo-comunidad), de la lógica (el problema del pensar metódico y las leyes de la deducción y la demostración de las hipótesis), de la lingüística (la codificación y descodificación comunitarias) y de la pedagogía y la didáctica (la transformación intelectual y el aprender a leer y a escribir en un lenguaje especializado”*. (p. 39).


Este proceso depende de la interacción cognitiva que logra el sujeto con la realidad en donde actúa, potenciado por los procesos mentales básicos o superiores (cognitivos) de que goza como ser inteligente. Su principal crítica la vemos precisamente en eso; la dependencia de los procesos mentales cognitivos lo hacen algo elitista y muy particular de las condiciones del ser humano y no de su desarrollo.

## Otras tendencias pedagógicas

Estas no constituyen ni representan verdaderas corrientes pedagógicas contemporáneas, tan solo expresan algunas de las tendencias pedagógicas que se vienen configurando de amplias investigaciones pedagógicas, curriculares y tecnológicas en el mundo.

Desde la teoría curricular, han surgido, en la actualidad, la Globalización y la Transversalidad. La primera es una respuesta al problema de la organización de las disciplinas, donde se aprecia la convergencia del conocimiento escolar con el conocimiento cotidiano (Ventura, 1996). La segunda, a decir de Yus (1996) es un medio de organización del currículo que pretende permitir a los estudiantes un aprendizaje global, significativo, contextualizado, centrado en la idea de formación humana integral. Obedece la transversalidad, de alguna forma, al principio de globalización y transdisciplinariedad de los saberes, para superar las parcelas en el tratamiento del conocimiento, o en su defecto, la visión compartimentada de éste.

## Conclusiones

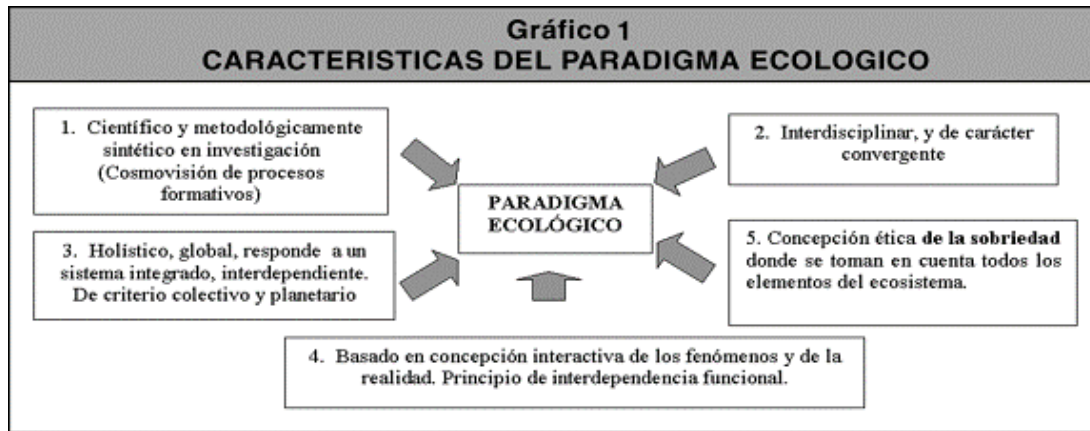
Repasando uno y otro paradigma, así como las diferentes tendencias, corrientes, etc., apreciamos que los pedagogos no podemos desvincularnos de ninguna, la que hoy no nos contribuye mañana lo hará. Siempre habrá una (o unas) de ella (s) que se adaptará al estilo propio, experiencia docente y personalidad del docente, esto decidirá qué hacer, de qué valerse y donde apoyarse para impartir la docencia bajo una concepción actualizada. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barker, J. A. Paradigmas. El negocio de descubrir el futuro. En: s06938d77eb-d85b76.jimcontent.com/download/version/.../PARADIGMAS.pdf. 1996.
- Blog de la cátedra de Pedagogía. PEDAGOGÍA. Universidad de Zamora. Fac. Cs. Soc. Tema 8 hegemonía y exclusión la cuestión social hoy. From: Cátedra de pedagogía. / Uni. Nac. de Lomas de Zamora (Bs.As. Argentina). 2016.
- Bruner, J. *Process of education*. Cambridge. MA. Harvard University Press. USA. 1990.
- Carr Wilfred, Kemis, Stephen. 1988, *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Ed. Martínez Roca, 1988.
- Cerda, Jesús A. Corrientes pedagógicas contemporáneas. En: <https://goo.gl/Wtb1b2>
- Chomsky, N. (2009). *Exterminate all the Brutes: Gaza 2009* \*chomsky.info, January 19, 2009  
– (1977). *Essays on form and interpretation* (23). Read on. Peace Between India And Pakistan.
- Diez, E. y Pérez, M. (1990). *Curriculum y Aprendizaje*. Pamplona. España. Editorial Navarra. 89 páginas.
- Doria, de la Terga. E. González Báez S. V. (2016). *Educación y Pedagogía*. Diversas aproximaciones. Revista “Ecos de la Academia”.
- Ferreire, A. 1992. *La escuela activa*. Herder. Barcelona.
- Freire, P. 1970: *Pedagogia do oprimido*. New York: Herder & Herder, 1970 (manuscrito en portugués del año 1968). Publicado con Prefacio de Ernani Maria Fiori. Rio de Janeiro, Paz e Terra, (23 ed., 1994).
- Freire, P. (2001). *La importancia de leer y el proceso de liberación*. Editorial Siglo XXI. México D.F.
- Gallego-Badillo. R. (1999) *Competencias cognoscitivas: un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico*. Barcelona. Magisterio.
- Giroux Henry. (2004). La educación es más que un logro corporativo. En: [www.dissidentvoice.org](http://www.dissidentvoice.org)
- Hargreaves, A. *Profesorado, cultura y post-modernidad*. Cambian los tiempos, cambia el profesorado. 5ta. Madrid. Edición. Ed. Morata. 2005.
- Kuhn, Thomas S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. (8va. Reimpresión (FCE, Argentina), 2004). Título original: *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press.
- Martínez Bonafé (1996). *Las Pedagogías Críticas*. En: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- McLaren, P. *La vida en las escuelas: una introducción a la pedagogía crítica en los EE.UU.* 4ta. Ed. Pearson education Ing. 2005.
- Palacios, J. *La cuestión escolar. Críticas y alternativas*. Barcelona. LAIA. 1999.
- Piaget, Jean. *Psicología y Pedagogía*. España. Grupo Planeta (GBS), 2001.
- Piaget, J. (1976). *La psicología de la inteligencia*. Alcoy: Marfil.
- Ventura, M. *Las Relaciones del Conocimiento*. Cuadernos de Pedagogía. Buenos Aires. 1996.
- Yus Ramos, R. *Temas transversales: hacia una nueva escuela*. Barcelona. Editorial Grao. En: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- Vygotski, L. (1996). *Teorías constructivistas del juego*. Universidad Complutense de Madrid.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Vygotsky, (1924). *Teorías de los Juegos*: Piaget, Vigotsky, Groos | Teorías del Juego. <https://goo.gl/Ay8fjk>.



## ANEXOS

Anexo 1: *El paradigma ecológico y sus explicaciones en la escuela como ecosistema.*

Fuente: Cerda, J.A. *Corrientes pedagógicas contemporáneas*. En: <https://goo.gl/0AHYuz>

Anexo 2: *Ilustración del desarrollo y relaciones de la teoría Constructivista.*

Fuente: Cerda, J.A. *Corrientes pedagógicas contemporáneas*. En: <https://goo.gl/0AHYuz>







# El perfil profesional, un constructo participativo para viabilizar el vínculo universidad-sociedad

PhD. Edgar Alberto Martínez Arcos  
MSc. Ligia Isabel Beltrán Urbina  
MSc. Luis Leopoldo Jiménez Guerra  
MSc. Rossana Estefanía Rosales Méndez  
Docentes-Investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FACAE  
eamartínez@utn.edu.ec

## RESUMEN

Este artículo tiene el objetivo de socializar una metodología para definir perfiles profesionales universitarios, derivada de la experiencia lograda en el diseño curricular de la Carrera de Derecho de la Universidad Técnica del Norte, considerando básicamente las necesidades sociales, la demanda ocupacional, la demanda académica, los problemas profesionales, las competencias genéricas y específicas, y los resultados de aprendizaje, en el marco de un nuevo entorno generado por los cambios políticos, culturales, económicos, sociales, ambientales que está viviendo el Ecuador actual, que obliga a las universidades a transformar radicalmente sus estructuras, optando por nuevas orientaciones paradigmáticas, coherentes con la diversidad cultural y la necesidad ineludible de conservar el medio ambiente. En esta línea, se han utilizado métodos y técnicas propios de las Ciencias Sociales: identificación del problema, formulación de objetivos, construcción de categorías teóricas de análisis, formulación de hipótesis, elaboración de instrumentos, recolección de información, tabulación y análisis de información, prueba de hipótesis, conclusiones y recomendaciones. Finalmente, el resultado más importante se relaciona con la naturaleza participativa e interdisciplinaria del proceso, vinculado a la planificación local y nacional, como condiciones para garantizar una respuesta eficiente de la universidad a las necesidades de la sociedad.

Palabras Clave: CURRÍCULO, CAMPO DE ESTUDIO, DEMANDA OCUPACIONAL, PERFIL PROFESIONAL, BUEN VIVIR.

## ABSTRACT

### **Professional Profile as a Participatory Construct to Enhance the University - Society Relation**

This article aims to socialize a methodology that defines university professional profiles, derived from the experience gained in the curriculum of the Law Major at Técnica del Norte University, basically considering social needs, occupational and academic demands, academic, professional problems, the generic and specific competencies and learning outcomes in the context of a new environment generated by political, cultural, economic, social, environmental, changes being experienced by Ecuador now, which requires universities to transform radically their structures, opting for new paradigmatic, consistent guidelines to cultural diversity and the inescapable need to conserve the environment. In this line, they have used methods and techniques of Social Sciences: problem identification, formulation of objectives, construction of theoretical categories of analysis, hypothesis formulation, development of tools, data collection, tabulation and analysis of information, test hypotheses, conclusions and recommendations. Finally, the most important result is related to participatory and interdisciplinary nature of the process, linked to the local and national planning, as conditions to ensure an efficient response from the university to the needs of society.

Keywords: CURRICULUM, FIELD OF STUDY, OCCUPATIONAL DEMAND, PROFESSIONAL PROFILE, GOOD LIVING.

## Introducción

La universidad ecuatoriana, sustentada en la Constitución de la República del Ecuador del año 2008, y en la Ley Orgánica de Educación Superior aprobada en el 2010, ha entrado en un proceso de transformación radical de sus estructuras, tanto en lo concerniente a la organización interna de aprendizajes, como en su relación con el entorno social y natural. En este marco, los perfiles profesionales han sido caracterizados como ahistóricos, descontextualizados, divorciados de la profesión y de la realidad, alejados de las tendencias actuales de la ciencia y la tecnología (Larrea, 2008), a tal punto que el Consejo de Educación Superior, mediante resolución emitida en marzo del año 2015, dispone que para el período escolar octubre/2016 – marzo/2017, sólo podrán iniciar sus actividades académicas las carreras que hayan rediseñado sus perfiles profesionales, claro está, que cuenten además con la correspondiente aprobación de este organismo rector de la educación universitaria ecuatoriana.

Es en esta coyuntura donde se siente la necesidad de una metodología para construir perfiles profesionales, acorde a esta nueva realidad jurídica, política, social, cultural y económica que está viviendo el país, que obliga a las instituciones de educación superior a alejarse de posiciones funcionalistas, neoliberales, elitistas, excluyentes y asumir roles más éticos, democráticos, de compromiso con el desarrollo del país, alineándose con el Régimen Constitucional del Buen Vivir, el Plan Nacional de Desarrollo, los planes regionales y locales, los requerimientos sociales en cada nivel territorial y las corrientes internacionales científicas y humanísticas del pensamiento (Reglamento de Régimen Académico, 2013).

Respecto a su conceptualización y formas de elaboración, varios han sido los autores que se han dedicado a su estudio, unos para ratificar y consolidar el carácter funcionalista de la Universidad, otros en cambio para tratar de encontrar alternativas que permitan ampliar y mejorar las relaciones universidad sociedad. Así, el pedagogo mexicano José Arnaz (1981), nos indica que los perfiles profesionales son descripciones de las características que se requieren del profesional para solucionar las necesidades sociales, mismas que se constituyen en guías permanentes para el funcionamiento adecuado de las carreras universitarias. En cuanto al proceso de elaboración, este autor nos indica que es necesario primero determinar las áreas generales del conocimiento en las que deberá adquirir dominio el profesional. Posteriormente, se identifican las tareas, actividades y



acciones que deberá realizar. Además, es necesario determinar valores y actitudes que el profesional deberá adquirir para su buen desempeño. Finalmente, se debe elaborar un listado de las destrezas que el estudiante debe desarrollar en las aulas universitarias.

Guadalupe Pérez Castaño (1985), lo define como el conjunto de habilidades, destrezas, actitudes y conocimientos que debe poseer el profesional al término de sus estudios, y lo concibe como un recurso de particular importancia en el proceso de planeamiento estratégico de la educación superior. Para su elaboración, la autora considera que es necesario determinar las obligaciones del futuro profesional con el sector social donde se inserta. Asimismo, se deben identificar los conocimientos científicos y técnicos que debe manejar el profesional para enfrentar sus obligaciones.

Para la Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional del Ecuador (2011), el perfil profesional constituye el marco de referencia para su desempeño profesional, está expresado en términos de competencias laborales y nos permite identificar si la persona está calificada para una determinada ocupación, bajo los parámetros y necesidades del mercado. Para su diseño son necesarias las siguientes fases: definición del sector o área objeto de análisis, determinación del propósito principal, señalamiento de funciones, elaboración de unidades de competencia laboral, construcción de los elementos de competencia, validación de los perfiles profesionales.

Por su parte, Glazman y De Ibarrola (1978), utilizan un término similar a perfil profesional, conocido como prácticas profesionales, que incluye la determinación de las actividades propias de las carreras que se imparten en el nivel universitario. La práctica profesional se refiere fundamentalmente a las actividades que posteriormente tendrá que ejecutar el egresado, mismas que generalmente se encuentran ubicadas en un determinado campo de acción y reflejan el comportamiento que caracteriza al profesional.

Frida Díaz Barriga (1990), considera al perfil profesional como la determinación de las acciones generales y específicas que desarrolla un profesional, en las áreas o campos de acciones generales, emanadas de la realidad social y de la propia disciplina, tendientes a la solución de las necesidades sociales previamente advertidas. Para su elaboración, la autora considera que en primer lugar se debe detectar problemas y necesidades a los que debe atender el egresado en su ejercicio profesional. Luego se debe identificar el mercado ocupacional potencial o campos de desempeño. Posteriormente se deberán investigar a las instituciones que conforman el mercado de trabajo, con la finalidad de detectar las posibles actividades a cumplir por los egresados. Finalmente, se deben identificar las disciplinas que pueden aportar elementos para la solución de los problemas profesionales.

Como se puede observar, la mayoría de autores enmarcados en la línea de análisis de Ralph Tyler, procuran que el diagnóstico de necesidades (en cualquiera de sus formas) constituya la base sobre la que se levanta el perfil profesional. Esta característica, determina el carácter funcionalista de las carreras respecto al aparato productivo, que tiende a ser superada por pedagogos de otras tendencias, como el caso de Ángel Díaz Barriga (1991) que concibe al mencionado diagnóstico de necesidades como una forma particular de funcionalizar la educación a los requerimientos formales del aparato productivo, por lo que propone en su lugar, la elaboración de un “marco referencial” que recupere las demandas y características de todo el contexto histórico, de manera amplia e integral, que supere las expectativas parciales de los que detentan el poder económico y político de la sociedad.

El mencionado autor, considerado uno de los mejores estudiosos del currículo en América Latina, analiza la “*práctica profesional*” en el marco del desarrollo nacional y de la división internacional del trabajo. Afirma que las actividades que despliega el profesional superan los linderos de las necesidades del aparato productivo, por lo que es necesario considerar otras variables en el proceso de formación universitaria: el desarrollo

teórico de los estudiantes, la investigación de los problemas propios de las disciplinas, la atención a grupos sociales históricamente desfavorecidos, etc.

Por su parte, Elizabeth Larrea de Granados (2014), identifica al perfil profesional con el perfil del egresado, y afirma que debe ser concebido de forma dinámica, cambiante, técnica, articulado a procesos más que a productos medibles. Deben construirse con conocimientos, valores, competencias, habilidades, desempeños, en términos del fortalecimiento de la persona humana, basadas en la gestión del conocimiento. Esta autora determina un conjunto de categorías que tributan al perfil profesional universitario: campos de actuación, demanda del mercado laboral, demanda del espacio profesional, entre otras.

Es en este contexto de concepciones y propuestas para construir perfiles profesionales, que ponemos en consideración de la universidad latinoamericana y mundial, una metodología específica, que no se agota en la dimensión laboral o del mercado de trabajo, sino que abarca otras variables que por principio le competen a la universidad actual, relacionadas con la atención a grupos sociales vulnerables, marginados de los procesos de desarrollo socioeconómico; y su vinculación con las tendencias del desarrollo de la ciencia y tecnología en el mundo.

## **Materiales y métodos**

Para la definición del perfil profesional del Licenciado en Derecho, se utilizó procedimientos metodológicos correspondientes a la investigación descriptiva, exploratoria, y bibliográfica, en sus fases de planificación, ejecución, y elaboración del informe, en razón de que su objeto de estudio está relacionado con criterios, expectativas, intereses, aspiraciones y formas de pensar de los actores curriculares de la carrera: empleadores, profesionales en ejercicio, docentes y expertos. Las técnicas y herramientas aplicadas fueron de diverso tipo, precisamente en función de las características de las fuentes de información, así para indagar a los empleadores, docentes, y profesionales en ejercicio se utilizó los cuestionarios escritos con preguntas abiertas, cerradas y mixtas. En cambio para el caso de los expertos fue necesario aplicar las entrevistas a profundidad. Además, las técnicas de investigación documental fueron de gran utilidad para revisar diversos documentos como la Constitución de la República del Ecuador, el Plan Nacional para el Buen Vivir, la Ley Orgánica de Educación Superior, y de otros materiales bibliográficos que proporcionaron los elementos del marco teórico del proceso. Finalmente, se desarrollaron varios talleres de validación de los aspectos del perfil profesional en construcción, con todo el colectivo de profesores de la carrera.

## **Resultados**

En este acápite se presenta la sistematización de la experiencia vivida en el proceso de diseño curricular de la Carrera de Licenciatura en Derecho en la Universidad Técnica del Norte, enfatizando la recuperación de los procedimientos administrativos más importantes y la metodología utilizada en la investigación y validación de los diferentes componentes de la propuesta, que bien puede servir de referente para procesos académicos similares:

### **Procedimientos administrativos y logísticos**

Creación de la Comisión de Carrera, configurada por el coordinador de la carrera que la preside, 1 docente que maneje epistemología, sociología, pedagogía, psicología, 1

docente representante del área de formación científica básica, 1 docente representante del área de formación profesional, 1 docente representante del área de formación general, 1 estudiante, 1 representante por los empleadores (en lo posible). La creación de esta comisión se viabiliza mediante resolución del Consejo Directivo de la Facultad.

Elaboración del Manual de Funcionamiento de la Comisión de Rediseño del Perfil Profesional de la Carrera, que regula su funcionamiento y determina la organización de todo el proceso, tanto de las actividades de investigación, cuanto de los talleres de construcción y validación de la información, así como la identificación de los funcionarios responsables de la dirección y ejecución de los mismos. Este instrumento legal debe ser aprobado por el Consejo Directivo de la Facultad, y socializado con los diferentes actores institucionales.

Recopilación y lectura de varios instrumentos legales, cuya observancia es obligada en sociedades de derecho como la ecuatoriana. Los referentes más importantes tienen relación con la Constitución Política, Ley Orgánica de Educación Superior, Reglamento de Régimen Académico, Reglamento de Aprobación de Carreras, Reglamento de Carrera y Escalafón Docente, Políticas de Permanencia y Promoción, Reglamento de Armonización de Títulos, Reglamento de Regulaciones, Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017, Agendas Zonales de Desarrollo, Planes Provinciales de Desarrollo, Planes Cantonales de Desarrollo, Modelo Educativo Institucional, Plan Estratégico de Desarrollo Institucional, Plan Operativo Anual, Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, Modelo Genérico de Evaluación de Carrera.

Campaña de motivación y empoderamiento del proceso de rediseño del perfil profesional de la carrera al interno de la Universidad, misma que se inicia con la socialización del correspondiente proyecto a los diversos sectores y actores universitarios: Rector, Vicerrector Académico, Vicerrector Administrativo, Vicerrector de Investigación y vinculación con la colectividad, Directores departamentales, Directores de institutos, Director de escuela, docentes, estudiantes, empleados, trabajadores, en la perspectiva de lograr su compromiso y participación responsables en el proceso.

### **Investigación bibliográfica y de campo**

Elaboración del Proyecto de Rediseño del Perfil Profesional de la Carrera, en el marco de la Metodología de la Investigación de las Ciencias Sociales, considerando el problema a investigar, su planteamiento y formulación, la justificación, objetivos, fundamentación teórica, hipótesis de trabajo, identificación de variables, operacionalización de variables, cronograma de actividades, aspectos administrativos del proyecto, presupuesto, financiamiento, entre otros.

Identificación y construcción de las Categorías Teóricas del proyecto, para lo que es necesario revisar referentes conceptuales actualizados de la Teoría y el Diseño curricular, que para nuestro caso consistió en una voluminosa literatura especializada y almacenada por el Consejo de Educación Superior, entre los que sobresale la producción científica de la señora Elizabeth Larrea de Granados, y demás documentos que se trabajaron en 5 Talleres Nacionales sobre Educación Superior, implementados desde enero del 2012 hasta diciembre del 2014, a lo largo de toda la geografía nacional. Finalmente, no puede faltar como material de obligada lectura, la producción de Edgar Morín, Boaventura de Sousa Santos, Gibbons, Cristóbal Cobo y John Moravec, Frida Díaz Barriga, Ángel Díaz Barriga, José Arnaz, entre otros.

Difusión del proyecto rediseño del perfil profesional de la carrera en la comunidad, utilizando los principales medios masivos de información: radio, televisión, medios escritos, en la posibilidad de que los diversos sectores económicos, sociales, culturales, políticos.... participen en su construcción, en razón de que como actores curriculares

deben proporcionar la información necesaria sobre las necesidades y problemas del entorno, los campos y áreas de intervención profesional, el mercado ocupacional, funciones y actividades del profesional, entre otras.

Identificación de los principales grupos sociales e instituciones que van a ser atendidos con el perfil profesional, los que deberán estar vinculados con los sectores productivo, empresarial, cultural, político, educativo, ambiental, según el objeto de estudio de la carrera, pues su presencia y contribución son de suma importancia para determinar el tipo de profesional a formarse, las actividades y funciones que éste va a cumplir, y los ámbitos en los cuales se va a desempeñar. Por lo tanto, de lo que en rigor se trata, es de seleccionar los futuros informantes para la elaboración del mencionado perfil.

Definición de la Muestra de cada uno de los grupos de informantes: directivos de las instituciones empleadoras, profesionales en ejercicio, expertos, para lo cual se consideró una desviación estándar del 0.5 en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Elaboración de la Matriz de Operacionalización de Variables, en la posibilidad de concretar dimensiones, subdimensiones, indicadores, ítems, fuentes de información, técnicas y herramientas de investigación, como una síntesis de todo el proceso de construcción del conocimiento de cada una de las variables que configuran al perfil profesional de la carrera: pertinencia, dimensión científica, y mercado ocupacional.

Construcción de Instrumentos de recolección de información, en función de los indicadores de la matriz de operacionalización de variables, y a la luz de las recomendaciones de la metodología de la investigación científica, mismos que para el caso que nos ocupa fueron: 1 guía de encuesta para empleadores, 1 guía de encuesta para profesionales en ejercicio, 1 ficha de preguntas para el grupo focal con docentes. Las preguntas formuladas fueron abiertas, cerradas, y mixtas, que nos permitió información cualitativa y cuantitativa.

Aplicación de Instrumentos por los estudiantes de los cursos superiores de las carreras de la facultad, a los miembros de los grupos sociales considerados como informantes, para lo cual fue necesario un taller de entrenamiento a los encuestadores, en la posibilidad de que conozcan las preguntas y reflejen la cortesía necesaria ante las personas investigadas, pues como es de conocimiento general, no tienen ninguna obligación para proporcionarnos información, por lo que la cortesía se convierte en la mejor estrategia para obtener la información requerida.

Tabulación y Procesamiento de la Información, como una actividad importante dentro del proceso de investigación curricular, ejecutada con los datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas a empleadores, profesionales en ejercicio, y docentes. Además, con estos resultados se elaboró un documento en el que constan las respuestas debidamente organizadas en tablas y gráficos, que sustentó a todo el trabajo de construcción del perfil profesional.

En este contexto se procedió a la identificación de los llamados Problemas Profesionales a los que debe atender el egresado, mismos que constituyen la fundamentación del perfil, es decir, se convierten en su justificación, que nos indican el por qué y el para qué de su implementación. Parafraseando a Frida Díaz Barriga (1996), diremos que sin problemas profesionales, el perfil profesional universitario y las carreras universitarias no tendrían ninguna vinculación real con la problemática apremiante del país ni con el mercado laboral; por tanto, carecería de un valor real y los egresados estarían destinados al subempleo o a realizar actividades en un área totalmente distinta a la de su campo de acción.



Entonces, entendemos a los problemas profesionales como el objeto de transformación, aquello sobre lo que recae la actividad de estudiantes y docentes, de cuya relación se deriva el conocimiento. Deben reflejar el compromiso institucional con toda la sociedad, por lo tanto no pueden provenir exclusivamente de las necesidades de los sectores productivos, como ha sucedido a lo largo de la historia de la Universidad Ecuatoriana, sino que deberán constituirse en la síntesis que contenga las utopías institucionales a materializarse en el mediano y largo plazo, relacionadas especialmente con los sectores sociales más vulnerables del país, con la eliminación de la pobreza, la desnutrición, el analfabetismo; con la recuperación y mantenimiento de los ecosistemas naturales, la generación de ciencia y tecnología propias para disminuir el grado de dependencia de las grandes potencias. Los problemas constituyen el eslabón que vincula a la universidad con el Estado y con la sociedad, y de cuya selección depende su carácter democrático o elitista, orientada a las grandes mayorías sociales o a los grupos tradicionalmente beneficiados de los procesos de desarrollo nacional.

Además, los problemas profesionales no pueden ser jamás producto de la improvisación ni de la inspiración de unos pocos “iluminados”, sino el resultado de procesos de evaluación e investigación, bibliográfica y de campo, exploratoria y descriptiva. En esta línea, consideramos importante, en primer lugar, vincular a los problemas profesionales con el Régimen de Desarrollo que contempla la constitución de la República del 2008, y en segundo lugar, a las necesidades de la sociedad que para el efecto se concretan en la demanda académica y la demanda ocupacional, a la planificación territorial en todos sus niveles (nacional, zonal, provincial, cantonal, parroquial), y a las tendencias científico tecnológicas de la profesión.

En el Ecuador, el régimen de desarrollo es entendido como el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socioculturales y ambientales, que se orienta a la realización del buen vivir, con lo cual se plantea definitivamente la transformación del paradigma dominante de desarrollo, para pasar del mero crecimiento económico al aumento de oportunidades para todos (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Esto equivale a superar esa concepción economicista de acumulación de capital, para priorizar la redistribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los factores de producción. Implica además la generación de trabajo digno y estable, la implementación de una política tributaria progresiva, y la conservación de la naturaleza (Quintero, 2008).

La Demanda Académica está relacionada con la potencial población estudiantil de una carrera, que está de acuerdo con el perfil profesional planteado, y con el resto de elementos curriculares ofertados por la Universidad. En nuestra experiencia la obtuvimos de la aplicación de una encuesta a los estudiantes que estaban por terminar su bachillerato en las instituciones de educación media, ubicadas en el área de influencia de la Universidad, preguntándoles fundamentalmente sus preferencias respecto a su futura profesión.

La Demanda Ocupacional del perfil profesional ha sido suplantada por el conocido estudio de mercado, que generalmente proporciona información cuantitativa de la necesidad de recursos profesionales en la sociedad. Para nuestro caso, es el resultado de todo un proceso de investigación sobre el ejercicio real y posible de la profesión, considerando fundamentalmente el campo ocupacional y las prácticas profesionales en sus dimensiones decadente, dominante, y emergente alternativa.

El campo ocupacional está configurado por instituciones y empresas públicas o privadas, regionales y nacionales, que requieren el tipo de profesional a formarse, en los que a manera de niveles de una división social del trabajo, el profesional desempeña determinadas prácticas profesionales (roles y funciones) en el marco de un proceso productivo.

El egresado, el profesional en ejercicio, y el empleador se convierten en las principales fuentes de información, y la encuesta, la entrevista a profundidad, el taller, el grupo focal se constituyen en herramientas idóneas de investigación.

Finalmente, y en la posibilidad de tomar decisiones acertadas respecto a la orientación que queremos imprimirle al perfil profesional, como herramienta para la reproducción de una estructura socio económica determinada o como un espacio desde donde se visualiza la transformación educativa y de la sociedad en general, es necesario recuperar la evolución histórica de la profesión, los sectores sociales a los que sirve, sus finalidades, las funciones y actividades, etc.

Un tercer factor de análisis para la determinación de los problemas profesionales constituye la Planificación Territorial del entorno en el que se ubica la Universidad, en razón de que las instituciones de educación superior, al igual que los colegios, escuelas, direcciones, ministerios, jefaturas, se convierten en espacios operacionalizadores de la política pública y de los planes de desarrollo en todos los niveles: local, provincial, zonal, nacional. En esta línea, el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017 constituyó nuestro principal referente, donde se pudo establecer que los objetivos nacionales 4, 6, 9 y sus correspondientes lineamientos, políticas y metas, se relacionan directamente con la carrera de Licenciatura en Derecho. Además, la Agenda de Desarrollo de la Zona 1 que involucra a las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos, establece aún con mayor precisión las tensiones y debilidades a las cuales apunta el proyecto curricular de la carrera en mención.

En el mismo propósito, otra fuente importante de información constituyen los profesionales en ejercicio, quien sino ellos para indicar la “salud” de la profesión, los nuevos problemas a resolver, las nuevas competencias generales y específicas de la profesión, el estado del mercado ocupacional, la pertinencia del objeto de estudio. Son los egresados de la carrera, aquellos que ya están dentro del mercado ocupacional, las personas más indicadas para proporcionar información válida para modificar o conservar la estructura curricular, en la posibilidad de armonizar las relaciones universidad - sociedad.

El criterio de los principales actores económicos del entorno, que en conjunto constituyen el mercado ocupacional de las profesiones universitarias, se vuelve un referente fundamental para construir problemas profesionales. En otras palabras, los empleadores tienen todo el derecho para exigir a las universidades determinadas características en los perfiles profesionales, pues son ellos quienes utilizarán los conocimientos, habilidades, destrezas de los profesionales a cambio de un salario, por lo que su criterio se vuelve un imperativo a la hora de señalar los problemas que debe resolver el egresado.

Como paso siguiente es muy importante la Definición de la Profesión vinculada al perfil profesional que se está construyendo, más aún cuando existen otros perfiles un tanto similares, por ejemplo, los perfiles de licenciaturas en Educación Inicial, Educación Básica, Educación Infantil, etc. En este propósito, es necesario considerar en primer lugar el nivel de formación, esto es, si se trata de técnico, tecnológico, licenciatura, ingeniería, o posgrado. Además, se deben considerar los roles y funciones que el egresado va a cumplir, en el marco de la fundamentación ontológica, axiológica y teleológica, que determina el tipo del profesional a formarse.

Es necesario construir la Fundamen-tación Ontológica, Axiológica y Teleológica del perfil profesional, para lo cual es determinante la pregunta ¿Qué tipo de hombre y de sociedad queremos como Universidad? Su respuesta va mucho más allá del empleo, del estudio de mercado, o de las necesidades y aspiraciones del aparato productivo, y se relaciona con la esencia misma de los seres humanos, con nuestra condición humana, que nos diferencia de otros organismos vivos y constituye una circunstancia indispensable para que podamos proyectarnos en el tiempo y el espacio. Nos estamos refiriendo a los

valores humanos y finalidades que como especie humana nos corresponde, en la posibilidad de contribuir desde la Universidad a la recuperación de la dimensión humana del ser humano, en una era en la que, sin embargo de calificarla como la era del conocimiento, paradójicamente la vida y el destino de la humanidad no está en la capacidad de la ciencia y la filosofía, sino en el pragmático y destructivo poder del mercado.

En esta línea y para el caso de las universidades ecuatorianas, resulta de obligada consulta la filosofía del Buen Vivir que atraviesa a la Constitución de la República y al Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2017, por lo que es necesario pensar en la construcción de un ser humano para una comunidad política incluyente, reflexiva, justa, solidaria, intercultural y soberana; que propicie relaciones sociales para el mutuo reconocimiento entre las personas, y para el aumento de la confianza colectiva. Es necesario pensar en un ciudadano para un modelo económico alternativo, que margine definitivamente la lacra de la exclusión, y convierta a las oportunidades otorgadas desde el Estado, en el motor del desarrollo para ejercer una vida distinta, libre, solidaria, democrática y justa, con un profundo respeto a las leyes de la naturaleza.

Es necesario realizar una Investigación Bibliográfica para poder determinar objetivamente las diferentes disciplinas que se convertirán en los campos de estudio, investigación e intervención de los futuros profesionales, y que obligadamente deben reflejarse en las mallas curriculares. En este propósito, el procedimiento que regularmente se utiliza para buscar disciplinas, exige primero la identificación de los problemas profesionales a los que debe atender el egresado, frente a los cuales se deberá hacer constar los contenidos disciplinarios necesarios para su transformación. De esta manera logramos que la carrera se asiente sobre bases científicas y garantice una formación profesional consolidada desde la ciencia, y no únicamente desde las necesidades técnicas e instrumentales que generalmente demanda el mercado laboral.

Una forma de operacionalizar esta investigación es, primero, través de la conformación de los llamados Núcleos Básicos en cada una de las disciplinas de los campos de formación general, científica, y profesional. Cada núcleo básico deberá constituirse con los conceptos y categorías conceptuales más esenciales de la disciplina, además de los métodos, procedimientos y técnicas de investigación propios de su lógica, a lo que de manera insoslayable deberá sumarse, el análisis histórico de las condiciones sociales, económicas, políticas, ambientales, que permitieron el surgimiento y desarrollo de las mencionadas disciplinas.

De la misma manera, se vuelve imprescindible establecer la Vinculación Conocimiento Científico + Nuevas Tecnologías + Desarrollo de la Profesión, pues todos estamos conscientes del enorme desarrollo de la ciencia en los últimos tiempos, que ha obligado a transformar radicalmente los procedimientos, técnicas e instrumentos utilizados para transformar la naturaleza y construir la sociedad. Hemos pasado definitivamente del industrialismo al informacionalismo, con lo cual las profesiones y la educación universitaria en general, han dado paso a la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, en la posibilidad de formar profesionales a la altura de las necesidades actuales.

En este contexto, el Art. 385 de la Constitución de la República del Ecuador aprobada en el 2008, establece que *“El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología y Saberes Ancestrales, tendrá como finalidad: generar, adaptar, y difundir conocimientos científicos; desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad que mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir”*.

Adicionalmente el Art. 183 de la Ley Orgánica de Educación Superior, se orienta a *“Establecer desde el gobierno nacional, políticas de investigación científica y tecnológica de*

*acuerdo con las necesidades de desarrollo del país*". Por lo que, para el caso de las universidades ecuatorianas, es de obligada observación las políticas establecidas por el Sistema de Ciencia y Tecnología, mismas que luego de un análisis profundo por parte de los miembros de la comisión de carrera, serán priorizadas aquellas que le competen al perfil profesional que se está construyendo.

Finalmente, se indica que cada uno de los elementos que configuran al perfil profesional: problemas profesionales, demanda académica, campo ocupacional, roles y funciones; fundamentación ontológica, axiológica y teleológica; definición de la profesión, competencias genéricas, competencias específicas, competencias básicas; se validan una vez terminadas de elaborar, en talleres que se realizan con todo el colectivo de profesores de la carrera.

Una vez identificados los problemas, los núcleos básicos de las disciplinas, el sustento ontológico, axiológico y teleológico del perfil, la demanda ocupacional, las prácticas profesionales (roles, funciones, actividades) nos queda por construir las competencias profesionales, mismas que para el caso que nos ocupa son entendidas como *"un conjunto de atributos socio afectivos, cognoscitivos y motores que permiten cumplir adecuadamente una función o una actividad, incorporando la ética y los valores. Las competencias profesionales son adaptables y transferibles en cualquier ámbito de la vida del hombre, por tanto, suponen la capacidad de aprender, innovar y comunicar lo aprendido, el saber reflexionar, valorar, organizar e integrar el conocimiento y, conjugar igualmente diferentes experiencias de aprendizaje basados en el saber, saber hacer, ser, convivir"* (Canquiz, 2006:15).

Respecto al procedimiento utilizado, se indica que la Comisión de Carrera conformada por profesionales de diversas especialidades, en función del tipo de hombre y de sociedad proyectados en la misión y visión institucionales, de los problemas que debe resolver el egresado, de los roles y funciones que va a cumplir, y de los conocimientos y métodos disciplinarios, procede a construir competencias genéricas, específicas y básicas de la profesión, utilizando la siguiente estructura: saber (verbo presente) + procedimiento de aplicación + capacidades actitudinales y valóricas + desempeños en la gestión de la profesión.

## Discusión

Una de las debilidades de la universidad ecuatoriana tiene relación con la utilización del sentido común y de procedimientos empíricos en los procesos de diseño y rediseño de los perfiles profesionales para carreras universitarias, que han contribuido al ahondamiento de la brecha entre la academia y la sociedad. Ante esta situación, la propuesta metodológica que se difunde a través del presente artículo, se sustenta en métodos y técnicas de investigación científica, que permite organizar e implementar carreras profesionales desde los problemas del entorno (sociales, económicos, ambientales, políticos, culturales, científicos), y desde los aportes teórico - metodológicos que las diversas disciplinas disponen para solucionarlos.

La mayoría de autores que se han ocupado de estudiar y sistematizar procedimientos para diseñar perfiles profesionales, lo hacen desde los aportes realizados por los autores norteamericanos Raph Thiler e Hilda Taba, en la primera mitad del siglo anterior, con lo cual, el diagnóstico de necesidades del aparato productivo se convierte en el único referente de la formación en las universidades, es decir, la pertinencia de las carreras está determinada exclusivamente por las demandas del mercado laboral. En cambio, desde la perspectiva de la metodología que proponemos, las instituciones de educación superior dejan de ser "funcionalistas" para abordar la realidad social en toda su complejidad, que para el caso del Ecuador Entonces se viabiliza a través de la implementación del bucle



episteme – política - ética. La Epistemología se convierte en el eje integrador y articulador de otras formas de producir y organizar conocimiento, donde el conocimiento occidental ya no es el único o el principal, sino que se vincula en igualdad de condiciones a los saberes ancestrales, no formales, etc. La Política en cambio es concebida como una forma reflexiva del comportamiento humano tendiente a recuperar lo público, lo colectivo, que priorice el nosotros, de tal manera que, por ejemplo, los espacios públicos sean de todos, y no como sucede en la actualidad, que son de nadie. Y la Ética, es entendida básicamente como una actitud de respeto al “otro”, al “diferente”, en el plano de la interculturalidad.

Entonces, la inclusión desde la pertinencia ya no es vista como la integración de los “diferentes” a un patrón occidental de vida y conocimiento, sino que en el marco de un diálogo intercultural, serán respetados su historia, sus valores, formas de pensar y de saber. Desde esta nueva concepción, la pertinencia necesita de una noción integral y transdisciplinar del conocimiento, de dinámicas de investigación diseñadas y realizadas en los contextos de aplicación del conocimiento, de una investigación y conocimientos coherentes con las necesidades de los núcleos de potenciación del buen vivir: la democracia, la economía social y solidaria, el hábitat sustentable. Además, deben guardar coherencia con las necesidades de los sectores productivos, sociales, culturales, y con el proceso de formación profesional.

Definitivamente discrepamos con aquellos autores que promueven esa práctica burocrática del diseño curricular exclusivamente desde los funcionarios de una dependencia institucional particular, como si el proyecto universitario fuera una obra de unos cuantos “iluminados” y la universidad existiera por y para sí mismo. Desde nuestra experiencia metodológica la participación de los actores curriculares se vuelve una condición de éxito, y no solo de los de adentro de la universidad (autoridades, docentes, estudiantes, empleados y trabajadores), sino de aquellos que están fuera de ella, y que conocen con objetividad las necesidades de formación de los recursos profesionales en función de los requerimientos del mercado laboral, o de las exigencias del desarrollo científico tecnológico de frontera (empresarios, industriales, funcionarios del gobierno, expertos, científicos, etc.).

## Conclusiones

El perfil profesional es una categoría del diseño curricular que corresponde al campo científico de la Didáctica, a través del cual las instituciones de educación superior reflejan sus verdaderas finalidades, al establecer teóricamente y de manera a priori sus vinculaciones con los sectores de la sociedad, por lo tanto, es en este constructo donde ya se manifiesta la naturaleza de las carreras universitarias, a saber: democráticas, populares, funcionalistas, alternativas, científicas, posmodernas, etc

El diseño de perfiles profesionales para carreras universitarias es de carácter participativo, cuya elaboración demanda la actividad de múltiples actores: autoridades universitarias, egresados, profesionales en ejercicio, empleadores, expertos en diseño curricular, investigadores educativos, docentes de las diversas disciplinas. Todos participan activamente con el propósito de construir una propuesta alternativa a los problemas del entorno, a ejecutarse desde lo que le compete a la academia, esto es, desde la generación de conocimientos científicos y la formación de profesionales


La concepción sistémica de la realidad es un buen marco metodológico para la definición de perfiles profesionales universitarios, y nos exige su estrecha relación con las necesidades sociales del país, reflejadas en diferentes instrumentos de la planificación nacional, zonal y local, razón por la cual, los planes de desarrollo de estos tres niveles de planificación territorial, conjuntamente con la Constitución Política del Estado, se vuelven sus referentes

indispensables en el proceso de su definición.

La definición de perfiles profesionales es una actividad interdisciplinaria, debidamente sustentada en la metodología de la investigación científica, de orden pedagógico, sociológico, antropológico, psicológico, de mercado, entre otras, por lo que demanda de sus ejecutores una vasta preparación epistemológica, teórica, e instrumental. Por tal razón, definitivamente es necesario abandonar aquellas prácticas empíricas, de plagio, de sentido común, que no han permitido la implementación científica de procesos de diseño y rediseño curricular.

La importancia de la elaboración de los perfiles profesionales y de todas las actividades de diseño y rediseño curricular, para el funcionamiento planificado y óptimo de las universidades frente a la problemática socioeconómica y ambiental del entorno, exige la creación e implementación de la suficiente institucionalidad, más aún si consideramos que los procesos de evaluación y acreditación institucional, giran en buena parte alrededor de dimensiones, variables, e indicadores relacionados con los componentes del perfil profesional señalados a lo largo de este artículo.

Los perfiles profesionales de las carreras universitarias son constructos muy complejos, que fácilmente superan las necesidades de los sectores productivos, para vincularse con el resto de sectores sociales del país y con la necesidad de recuperar y conservar los ecosistemas, por lo que para su construcción se necesita paradigmas emergentes y alternativos: Desarrollo Humano, Pensamiento Complejo, Pensamiento Sostenible, Buen Vivir, etc.

La investigación social en general y la pedagógica en particular, recuperan su verdadera dimensión en la Universidad y fuera de ella, convirtiéndose en oportunidades para los profesionales de estos dos campos del saber humano, pues en el Ecuador como en muchos otros países, la docencia y la investigación pedagógica han sido marginadas frente a las prioridades de las llamadas ciencias duras. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

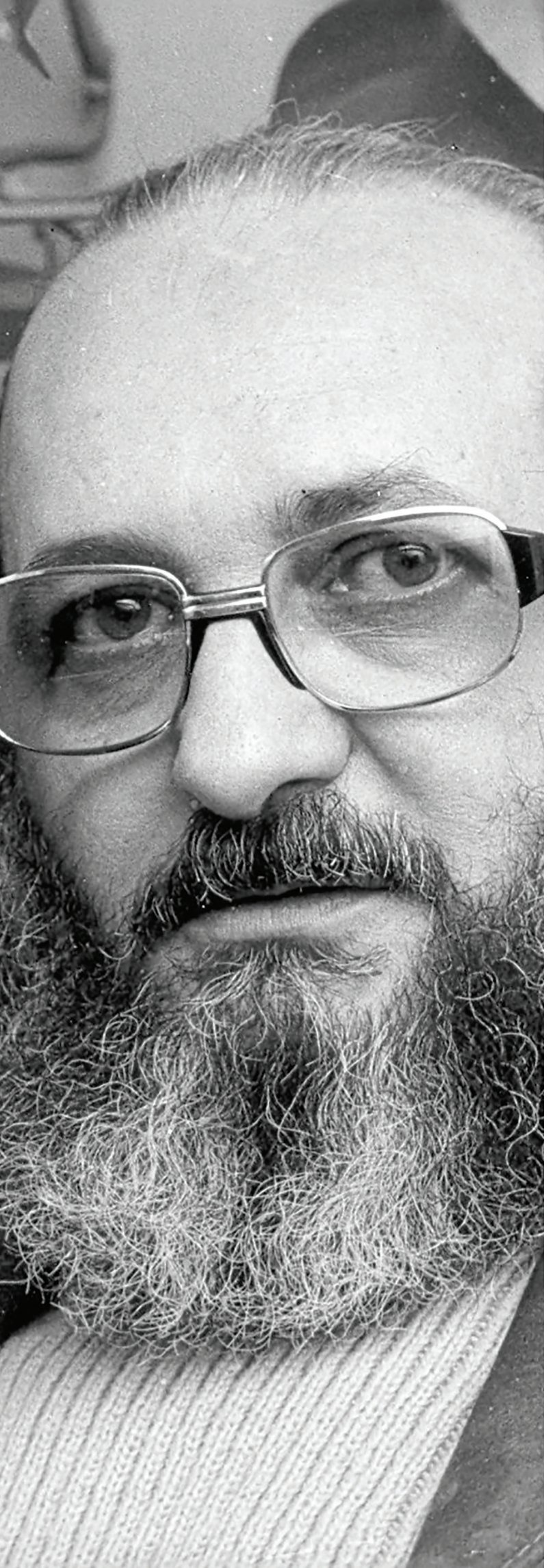
- Arnaz, J. (1981). *La planeación curricular*. México: Editorial Trillas.
- Consejo de Educación Superior. (2013). *Reglamento de Régimen Académico*. Quito, Ecuador.
- Díaz, F. (1990). *Metodología de Diseño Curricular para Educación Superior*. México: Trillas.
- Díaz, A. (1991). *Ensayos sobre la problemática curricular*. México: Trillas.
- Glasman, R. e Ibarrola, M. (1978). *Diseño de planes de estudio*. México: CISE-UNAM.
- Larrea, E. (2008). *El currículo de la educación superior desde la complejidad sistémica*. Quito: CES.
- Larrea, E. (2014). *El currículo de la Educación Superior desde la Complejidad Sistémica*. Quito: CES.
- Pérez, G. (1985). El perfil académico profesional. *Revista Perfiles Educativos*. México: CISE – UNAM.
- Presidencia de la República de Ecuador (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Publicación oficial de la Asamblea Constituyente.
- Quintero, R. (2008). *La constitución del 2008. Un análisis político*. Quito: Ediciones Abya Yala.
- Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional del Ecuador. (2011). *Manual de levantamiento de perfiles profesionales*. Quito.

Recibido para revisión: 30 junio 2016

Aceptado para publicación: 10 julio 2016









# Comprender la educación como un proceso de problematización permanente y como un instrumento de emancipación

PhD. Jorge Polo Blanco

Profesor Investigador en la Universidad Técnica del Norte. FECYT

jpolo@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

En el presente trabajo, sin ánimo y sin posibilidad de ser exhaustivos, pretendemos hacer un recorrido que nos permita observar lo que ha significado, en diferentes contextos históricos, ese concepto de educación íntimamente vinculado a la independencia de la “voz de la razón”; entendiendo por tal independencia, de una manera muy amplia, esa capacidad crítica que nos faculta como seres humanos lo suficientemente libres como para, si fuera menester (y casi siempre lo es), ser capaces de construir de forma autónoma juicios propios contra el peso inercial de la tradición y contra la fuerza de los consensos sociales que estructuran el sentido común de nuestra época. En ese sentido, y para concluir, será conveniente evaluar cuál es el papel que está adoptando el proceso educativo en una era, la contemporánea, donde los procesos de intensa mercantilización también han terminado permeado todas las dimensiones del conocimiento.

Palabras Clave: EDUCACIÓN, RAZÓN AUTÓNOMA, INSTRUCCIÓN PÚBLICA, MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

## ABSTRACT

---

### **Understanding Education as a Lifelong Process of Problematization and Emancipation Instrument**

In this paper, without trying to be exhaustive, we intend to take a journey which will enable us to see what the concept of education as closely linked to the independence of the “voice of reason” has meant in different historical contexts; we understand this independence, very broadly speaking, as that critical capacity that enables us as human beings to be sufficiently free and, if necessary (and it almost always is), to be able to construct in an autonomous manner our own judgments in the face of the inertial weight of tradition, and the force of the social consensuses that structure the common sense of our time. In this sense, and to conclude, it will be appropriate to assess what role the educational process is taking on the contemporary era, where the intensive processes of commodification have also come to permeate all aspects of knowledge.

Keywords: EDUCATION, AUTONOMOUS REASON, PUBLIC EDUCATION, COMMODIFICATION OF KNOWLEDGE.

## Introducción

La educación, fenómeno esencialmente humano, alberga unas potencialidades de orden crítico que no siempre han tenido ocasión de desplegarse a lo largo de la historia. Ya Sócrates, en la Grecia de la Antigüedad, entendía que el primer paso para alcanzar un conocimiento verdadero habría de ser el de reconocer la propia ignorancia. ¿Qué nos quería decir con esto el filósofo griego? Sócrates, según podemos observar en todos los textos de Platón, que era su joven discípulo y el que nos legó las enseñanzas socráticas, era un tipo que se paseaba por las calles de aquella esplendorosa Atenas del siglo V. a. C., con aire sereno y mirada sagaz, y gustaba de conversar con los hombres más sobresalientes de su tiempo. Él, en aquellas doctas tertulias, hacía muchas preguntas a sus interlocutores. Porque el llamado método socrático, la mayéutica, era en realidad un diálogo (Platón, 2003). Un diálogo en el que Sócrates no exponía sus propias tesis, sino que de una forma sutil conseguía que el otro, que sí sostenía con firmeza ciertas teorías, acabase reconociendo que todo aquello que tenía por más cierto y seguro era, en realidad, una opinión infundada. Sócrates, en definitiva, era aquél que te dejaba intelectualmente desnudo en medio del vacío. Era aquél que, argumentando racional y dialógicamente, te hacía comprender que todas las ideas que tenías dentro de tu cabecita (y que tú considerabas irrefutables y de “*sentido común*”) eran en realidad ideas endebles y dudosas.

Lo que Sócrates en última instancia nos estaba enseñando es un elemento crucial que debe estar presente en todo proceso educativo que sea verdaderamente tal, a saber, la puesta en práctica de una labor de desmitificación de todas aquellas ideas que de forma espontánea consideramos “*evidentes*” y “*naturales*”. La actitud socrática, en ese sentido, consiste en hacer ver que todas aquellas cosas que creíamos conocer de manera estable, afianzada e indubitable podrían, en verdad, no ser verdaderas. Sócrates, así, comprendía que la primera labor de la filosofía (y de la educación) era poner en cuestión todas las ideas recibidas, dudar de todo aquello que a primera vista pudiera parecer de “*sentido común*” pero que, quizás, tras un examen crítico no aparecieran más que como un conglomerado solidificado de supersticiones o falsas creencias.

Esa misa “*actitud socrática*”, pues así podemos llamarla, habría de cobrar inusitada fuerza con el movimiento cultural y filosófico de la Ilustración, ya en el siglo XVIII. Kant, el gran filósofo alemán, en un afamado texto pronunció aquella histórica consigna, *Sapere aude*, una locución latina que podríamos traducir como “*atrévete a saber*”, esto

es, “*atrévete a usar la razón por ti mismo*” (2013). Lo que nos estaba trasladando era la insoslayable necesidad de que las personas, pero también los pueblos y las naciones, escapasen de una situación de “*minoría de edad*”. Para Kant un individuo o un pueblo viven en una situación de minoría de edad cuando no quieren utilizar la razón de una forma autónoma, es decir, sin tutelajes o vasallajes de ningún tipo. Una razón autónoma, debemos apuntar, es aquella que no reconoce más autoridad que a sí misma. Solamente el uso de la razón, sin cortapisas de ningún tipo, nos abre las puertas de un mundo emancipado y libre con respecto a unas cadenas y unos grilletes que son peores que las prisiones de piedra, a saber, la ignorancia y la superstición. La Ilustración fue ese impulso del espíritu humano que se atrevió, contra la voz autoritaria de la “*tradicción*”, a reclamar un espacio genuino de libertad de conciencia y libertad de pensamiento.

El propio Simón Bolívar, inmortal libertador de las tierras hispanoamericanas, había quedado impregnado de todas aquellas ideas ilustradas, al igual que su maestro Simón Rodríguez. Ambos comprendieron pronto que la liberación de las naciones políticamente oprimidas sólo alcanzaría un nivel profundo, completo y verdadero a través de la educación del pueblo. Era obligación del Estado, en ese sentido, organizar un sistema educativo público y eficaz. Porque la emancipación no sólo debía ser política o económica, sino también moral o espiritual (Luzuriaga, 1969). Sólo un pueblo instruido puede ser lo suficientemente crítico para exigir la propia libertad. O, dicho de otro modo, no hay una República verdaderamente libre si en ella habita un pueblo analfabeto e ignorante.

Y, de una manera muy sugestiva, el brasileño Paulo Freire retomaría, ya en el siglo XX, ese concepto de la educación como una herramienta de transformación, liberación y emancipación. En su obra *Pedagogía del oprimido*, publicada en 1970, desarrollaría esa noción del fenómeno educativo como una forma de crear conciencias libres, esto es, mentes capaces de no asimilar de forma ingenua y acrítica todo el entramado axiológico de las ideologías imperantes (Freire, 1980). Un sistema educativo diseñado y pergeñado para que las jóvenes mentes se limiten a repetir de forma mecánica los conocimientos heredados y, lo que es aún peor, para reproducir los valores socialmente dominantes es en verdad un sistema perverso que no contribuye de ningún modo a la construcción de personalidades libres, críticas y autónomas, siendo éste el auténtico objetivo de la educación. La educación, en suma, no debe producir sujetos meramente *adaptativos*, esto es, plenamente sometidos a las exigencias socioeconómicas, políticas y culturales vigentes e imperantes; el proceso educativo, por el contrario, debe alumbrar sujetos capaces de enfrentarse críticamente a dicho entorno y capaces de proyectar transformaciones en él (Freire, 1989).

Debe superarse, para que tal proceso alcance sus fines, lo que Freire denomina la “*concepción bancaria*” de la educación, ésa por la cual el educador detenta una posición epistemológica absolutamente superior (en tanto que centro unidireccional en la transmisión cognoscitiva), mientras que el educando es un ser inerte, absolutamente ignorante y vacío que debe limitarse a recibir de forma mecánica una batería de conocimientos que lo “*llenan*”. El educador, bajo este prisma, ocupa el lugar privilegiado de la enunciación, mientras que el educando se halla encajado en una posición silente y enteramente pasiva, anestesiada y aletargada. Este modelo es la antítesis de la educación “*problematizadora*” que propone Freire (1978, 89).

No podemos desentendernos, en este marco, del problema de la *mercantilización* del conocimiento, dentro de eso que bien ha podido denominarse “*capitalismo cognitivo*” (Galcerán, 2007). Con esta expresión pretendemos acotar y significar un ciclo histórico de las sociedades contemporáneas caracterizado por el desarrollo de un sistema económico que exige la formación dinámica y permanente de un eficiente “*capital humano*” adaptable a un mercado laboral muy volátil, cambiante y extremadamente flexible. Ob-



sérvese, de entrada, el lenguaje empleado: “*capital humano*”. Con ello, una terminología puramente empresarial procedente del mundo de los negocios, habría invadido de forma alarmante todo el andamiaje del sistema educativo. Semejante modelo, como era de esperar, ha tenido ardientes defensores en el universo teórico de eso que se ha dado en llamar “*neoliberalismo*”. Por poner un ejemplo, lo encontramos en Gary S. Becker, reputado miembro de la Universidad de Chicago y galardonado en 1992 con el Premio Nobel de Economía (1983).


La Universidad, dentro de dicho esquema, iría quedando progresivamente atrapada dentro de un paradigma que, en última instancia, termina subsumiendo buena parte de la investigación y de la producción de conocimiento en una dinámica dirigida a la mera aplicabilidad empresarial-productiva (Schultz, 1983). El conocimiento sería comprendido exclusivamente como fuente de generación de valor (económico) agregado, podríamos decir, siendo así que la investigación proyectada y ejecutada en los centros universitarios ya sólo se destinaría (de una manera cada vez más acentuada e intensificada) a dinamizar el sistema tecno-económico. El saber producido en los centros de conocimiento, y la investigación por ellos ejecutada, irían quedando tendencialmente mercantilizados precisamente porque su valor sólo sería evaluado y medido por la inmediata rentabilidad productiva y por su aplicabilidad funcional dentro de un mercado dinámico y competitivo.

El escritor uruguayo José Enrique Rodó publicó en 1900 su obra *Ariel*. Esta obra, que trataba de diagnosticar el estado del espíritu y la cultura en Latinoamérica, contiene elementos críticos muy interesantes para el tema que estamos tratando de analizar. En efecto, el ensayo de Rodó contiene un desmenuzamiento crítico de algunos de los efectos de esa *concepción utilitaria de la vida* que, por cierto, procedía y procede del gran vecino del Norte y ejerce una poderosa influencia sobre las naciones iberoamericanas. Una concepción que, en el mundo occidental, y a ambos lados del Atlántico, parece haberse tornado hegemónica en dos frentes: por un lado, el utilitarismo opera como un principio que organiza de forma preeminente la vida colectiva de las sociedades; y, por otro lado y en íntima consonancia con lo anterior, dicho principio también organiza las *subjetividades* de una muy determinada manera.

Uno de los muchos efectos de la implantación avasalladora de una concepción cultural semejante, en el ámbito de la organización institucional del conocimiento, es el endiosamiento de la *especialización*. Y, como bien supo establecer Rodó, ese proceso no puede dejar de producir ciertos efectos de enorme alcance. “*Cuando cierto falsísimo y vulgarizado concepto de la educación, que la imagina subordinada exclusivamente al fin utilitario, se empeña en mutilar, por medio de ese utilitarismo y de una especialización prematura, la integridad natural de los espíritus, y anhela proscribir de la enseñanza todo elemento desinteresado e ideal, no repara suficientemente en el peligro de preparar para el porvenir espíritus estrechos, que, incapaces de considerar más que el único aspecto de la realidad con que estén inmediatamente en contacto, vivirán separados por helados desiertos de los espíritus que, dentro de la misma sociedad, se hayan adherido a otras manifestaciones de la vida*” (1985, 47). Esa vorágine intensamente utilitarista, advertía Rodó hace ya más de cien años, sólo podía producir en el largo recorrido “*espíritus estrechos*” y una “*cultura unilateral*” (1985, 51).

La Universidad, es cierto, no puede vivir de espaldas a la sociedad. Y tiene que producir conocimientos útiles, que sirvan para mejorar la vida de los pueblos. Nadie puede negar esto. Pero lo que se ha querido señalar es otra cosa bien distinta, a saber, esa dinámica por medio de la cual la investigación y el conocimiento quedan enteramente supeditados a lógicas empresariales que sólo operan en base al beneficio inmediato (Castro-Gómez, 2007). Y en un contexto de intensa mundialización capitalista el papel

de la Escuela, cuya dimensión y vocación ético-política siempre fue irrenunciable, entra en crisis, como señala el argentino Carlos A. Cullen, precisamente porque la institución educativa también queda atravesada y reorganizada por los valores hegemónicos de la competitividad y la rentabilidad (2005). Es por todo ello que un sistema educativo *repúblicano* y un sistema educativo *mercantil* constituyen dos modelos absolutamente disímiles, cuando no abiertamente contrapuestos. El primero trata de construir, ante todo, *ciudadanos* responsables, críticos y autónomos; mientras que el segundo está diseñado y concebido para producir sujetos altamente competentes dentro de la esfera del mercado laboral, esto es, un *capital humano* altamente rentable o valorizable.

¿Acaso sólo conoceremos e investigaremos aquellos aspectos que produzcan rentabilidad económica? Esta es la cuestión que debería preocuparnos. Porque la educación es mucho más que eso, como decíamos al principio de esta intervención. La instrucción y el conocimiento son herramientas de combate, las únicas que pueden permitir una genuina emancipación de las personas y una liberación real de los pueblos. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becker, Gary S. (1983): *El capital humano. Un análisis teórico y empírico referido fundamentalmente a la educación*. Madrid: Alianza.
- Castro-Gómez, Santiago (2007). “Decolonizar la Universidad. La hybris del punto cero y el diálogo de saberes”. En Santiago Castro-Gómez y Ramón Grosfoguel (comp.): *El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*, Bogotá: Siglo del Hombre Editores; Universidad Central, Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos y Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar, 2007, pp. 79-91.
- Cullen, Carlos A. (2005). *Perfiles ético-políticos de la educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Freire, Paulo (1978). *Pedagogía del oprimido*. Madrid: Siglo XXI.
- Freire, Paulo (1989). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI.
- Galcerán, Montserrat (2007). “Reflexiones sobre la reforma de la Universidad en el capitalismo cognitivo”. *Nómadas*, Nº 27, Octubre, Universidad Central, Bogotá, pp. 86-97.
- Kant, Immanuel (2013) *¿Qué es la Ilustración?* Madrid: Alianza.
- Luzuriaga, Lorenzo (1969). *Origen de las ideas educativas de Bolívar y Simón Rodríguez*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Platón (2003). *Teéteto*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Rodó, José Enrique (1985). *Ariel*. Madrid: Alba.
- Schultz, Theodore W. (1983). *Invirtiendo en la gente. La cualificación personal como motor económico*. Madrid: Alianza.

Recibido para revisión: 30 junio 2016

Aceptado para publicación: 10 julio 2016



Albert Arnavat (dir.)

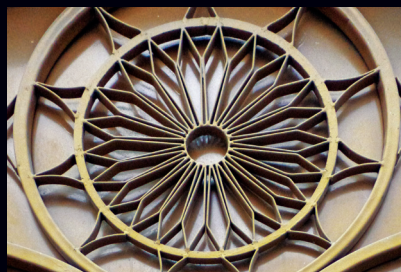
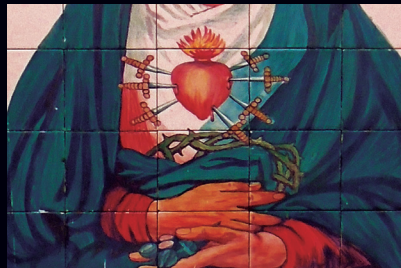
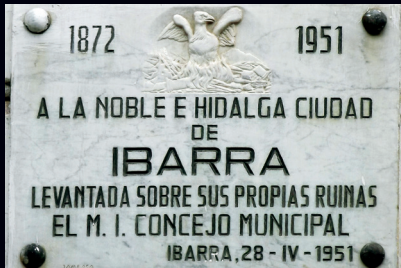
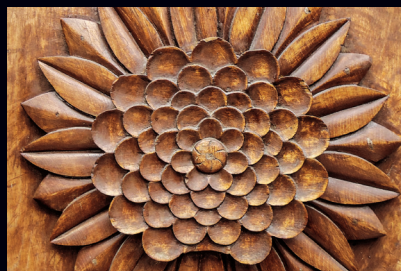
Claudia Ruiz

David Ortiz

Ángela Posso

# Imbabura Gráfica

EDITORIAL  
**UTN**  
IBARRA - ECUADOR





# Imbabura Gráfica: un recorrido por la gráfica urbana imbabureña o el diseño nuestro de cada día

PhD. Albert Arnavat

Docente Investigador de la Universidad Técnica del Norte. FECYT

aarnavat@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

Imbabura Gráfica es un proyecto de investigación, culminado en un libro, sobre la relación entre nuestras ciudades y nosotros, sus habitantes y los creadores de la gráfica urbana. En él se muestran las principales piezas gráficas situadas en el espacio público de la provincia de Imbabura, que forman parte de nuestro entorno visual cotidiano. Para realizarlo, hemos fotografiado, referenciado, clasificado y organizado unas 1.800 piezas de gráfica urbana imbabureña: rótulos comerciales, números de portales, esculturas, viñetas, alegorías, pinturas, emblemas, pictogramas, placas, murales comerciales, herrajes, etc., que se hacen legibles e ilustran los múltiples usos de la ciudad. Pretendemos sacar así del anonimato la obra de un elenco de grafistas espontáneos y desconocidos: rotulistas, pintores, grabadores, tallistas, herreros, vitralistas, etc... Con ello, contribuiremos a un nuevo campo de estudio sobre la cotidianidad gráfica en Ecuador.

Palabras Clave: ECUADOR, IMBABURA, DISEÑO GRÁFICO, PUBLICIDAD, GRÁFICA URBANA, FIGURA HUMANA, FLORA, FAUNA, ESCUDOS, PLACAS, AZULEJOS, RÓTULOS, MONOGRAMAS, NÚMEROS, ORNAMENTOS, HERRAJES.

## ABSTRACT

---

### **Graphics of Imbabura: a Tour Through the Urban Graphics of Imbabura or our Daily Design**

This is a book that illustrates the relationship among our cities and us, its habitants and urban graphic creators. The purpose is to show the main graphic pieces located in public spaces of Imbabura province which make up our daily visual surroundings. To get it, we have photographed, referenced, classified and organized 1800 pieces of urban graphics of Imbabura: commercial adds, gate numbers, sculptures, signs, allegories, pictures, emblems, pictographs, plaques, commercial murals, ironwork, etc., that become readable and illustrate multiples usages in the city. We attempt to reveal works from a genuine group of graphic designers and unknown sign makers, painters, engravers, wood carvers, blacksmiths, stain glass window workers, etc. With it, we will proudly contribute with a new field of study about everyday life graphics in Ecuador.

Keywords: ECUADOR, IMBABURA, GRAPHIC DESIGN, PUBLICITY, URBAN GRAPHICS, HUMAN FIGURE, FLORA, FAUNA, COAT OF ARMS, PLAQUES, TILES, SIGNS, MONOGRAMS, NUMBERS, ORNAMENTS, IRONWORK.

*«Hay culturas que no escriben; pero no hay ninguna que carezca de algún medio de expresión gráfica» NORBERTO CHAVES (2001)*

*«Los historiadores y arqueólogos descubrirán algún día que los anuncios de nuestra época son los reflejos cotidianos más ricos y más fieles que cualquier sociedad haya presentado nunca de toda su diversidad de actividades».*  
MARSHAL MCLUHAN (1964)

*«El anuncio comercial nos produce una emoción de orden infinitamente superior a la que nos procuran los kilómetros de pintura cualitativa que infestan nuestros salones. El anuncio comercial está regido por las leyes de composición y de economía que han gobernado las producciones de las épocas más florecientes».*  
SALVADOR DALÍ, SEBASTIÀ GUASCH Y LLUÍS MONTANYÀ. Manifiesto Surrealista (1928)

## Introducción

Los historiadores del arte, enfrascados en el estudio y el análisis de obras de más resonancia, se han olvidado frecuentemente de esta segunda familia artística que son los anuncios publicitarios, que no por ser de menor volumen tienen menor importancia. Estos tienen mucho más interés que el posible valor artístico, pues son vehículos de información visual. Por eso, la historia del diseño publicitario no es, como alguna gente piensa, la de una forma de arte menor sino la de un método poderosísimo de comunicación entre los hombres y la de sus efectos sobre el pensamiento y la civilización del mundo occidental. Una visión histórica del diseño gráfico y de la publicidad comercial ha estado presente pocas veces en la perspectiva de los diseñadores, publicistas e historiadores de este país.<sup>1</sup>

Hoy, en pleno siglo XXI, bombardeados diariamente con imágenes multimedia, puede ser un buen momento para reflexionar sobre la evolución del diseño y la publicidad. Es un hecho que el diseño gráfico publicitario, gratuito y elemental, ejerce más allá de su papel, una función cultural de transmisión de arte. La mayor parte de la población no se acerca a los museos ni a las salas de exposiciones pero recibe las corrientes artísticas a través de los anuncios, los rótulos, los carteles y los impresos comerciales. El especialista en la historia del diseño y galardonado diseñador catalán Enric Satué, ya demostró como las imágenes publicitarias han hecho más por la alfabetización visual, estética, de las mayorías intelectualmente sencillas, que muchas de las obras encerradas en libros y

1. Loables excepciones, aunque con conceptos distintos, son los libros de Cevallos y Sabater (1992) sobre el Ecuador en avisos entre 1822 y 1939, y el de Pablo Iturralde (2004), mucho más interpretativo, un recorrido por la comunicación visual de este país a lo largo de los espacios y momentos vitales que han dado forma a la sociedad ecuatoriana actual.

museos. En consecuencia, los pintores, o ilustradores que participaron en la creación y promoción comercial de formas gráficas de marcas y productos, llegaron a la inmensa mayoría de la población, que de manera inconsciente las fue asimilando. Así sus creadores, muchas veces anónimos, han contribuido a potenciar la iniciativa del diseño gráfico y a incrementar el nivel cultural de la población (Satué 1988: 7-9).

La publicidad, tan antigua como el comercio, es el signo en nuestra vida moderna, es el signo más evidente del carácter de las costumbres sociales. Pero su verdadera historia como factor económico poderoso tiene su origen en la industrialización, que señala para el anuncio la utilización de los recursos del arte, la industria y la psicología, determinando la creación de una verdadera técnica publicitaria. Ejerce una poderosa e innegable influencia sobre la población y juega un papel fundamental en las sociedades desarrolladas contemporáneas. La publicidad constituye uno de los termómetros sociológicos más eficaces para medir el nivel estético de la población media de una época de la manera más fácil y lúdica. Son estas características que, como a Satué, me parecen especialmente útiles hoy en plena expansión de la aldea global, cuando todo el mundo es consciente de la evidencia de la supeditación de la publicidad a la estructura denominada capitalismo, responsable de la información tendenciosa, que transmite (Satué 1988: 39-42).

### Mirar es leer. Diseñar es hablar

Ibarra, y las otras ciudades de Imbabura, están llenas de paisajes que a fuerza de ver cada día, hemos dejado de percibir. Paisajes a veces estridentes, ordinarios, públicos, quizás demasiado vulgares para llamar nuestra atención. Lo hayamos notado o no, los habitantes ciudadanos de Imbabura vivimos inmersos en paisajes gráficos. En ciudades como Ibarra o Otavalo, donde el terrible terremoto de 1868 arrasó absolutamente con su patrimonio arquitectónico –y la desidia y la desregulación de buena parte del siglo XX volvieron a arrasar parte de lo reconstruido a partir de 1872–, se hace aún más cierto el dictamen del filósofo alemán Jürgen Habermas (1981) según el cual el skyline de las ciudades contemporáneas ya no está determinado solo por la arquitectura, sino por el conjunto de rótulos comerciales y sus anuncios de neón.<sup>2</sup> De esta manera, la preponderancia de la arquitectura en la definición de la forma de la ciudad le es disputada hoy, sin duda, por la rotulación publicitaria, vial y comercial.

Ibarra es descrita tradicionalmente como la ciudad blanca, pero tal vez sea más realista describirla como una ciudad abarrotada de multitud de cables aéreos, rótulos multiformes y multicolores y pinturas en spray. Como escribió X. Andrade en el prólogo del libro de Juan Lorenzo Barragán (2007), quizás sea lo anodino en que se está convirtiendo el panorama visual de las ciudades ecuatorianas, lo que justifica la realización de este tipo de libros. Lo popular se está convirtiendo en una especie en extinción debido a la creciente homogeneización gráfica del espacio público debido a la globalización y al uso intensivo de la tecnología digital.

¿Cómo se podría regenerar los paisajes tipográficos, pictográficos y cromáticos actuales, culturalmente enpobrecidos, visualmente contaminados, y cívicamente salvajes? Como apunta Enric Satué (2001), de un modo bien sencillo: rastreando la sabia tradición histórica, rehabilitando la menospreciada condición informativa y no publicitaria de los rótulos comerciales de nuestras ciudades y recuperando la muy noble categoría del buen gusto. Es precisamente el coctel mal conjugado de rótulos desordenados el que crea confusión y poca legibilidad.

---

2. Dice el filósofo: “Una señal evidente que demuestra que la forma del hábitat urbano está cada vez más influida por relaciones sistémicas, a las que no se puede dar forma concreta, son, por ejemplo, los rótulos comerciales y los anuncios de neón, que demuestran que la diferenciación de la ciudad ha traspasado el lenguaje formal de la arquitectura y sigue caminos bien distintos”. (Teoría de la acción comunicativa, 1981 [en español 1987])



Si el paisaje urbano es un valor ambiental constituido por un conjunto de elementos que configuran una determinada imagen de ciudad, tengo que confesar, de entrada, que el conjunto de rótulos ibarreños e imbabureños, en general, no van sobrados de calidad gráfica, con todas las excepciones que sea necesario hacer, y son de una extraordinaria mezcla anárquica. Lo de poca calidad debe ser considerada solo una opinión y por tanto subjetiva y discutible, pero el hecho que existe una infinita mezcla de colores, medidas, tipografías y materiales no puede ser negado por nadie que vea el panorama de estas calles. Sobre todo por quien lo observe al llegar desde un país europeo, relativamente más ordenado en este aspecto. Cada establecimiento se ha preocupado de poner un rótulo bien distinto del establecimiento de al lado. El resultado es un pastiche embriagador de formas, colores, texturas y tamaños.

En los últimos años se ha intentado, desde la administración municipal, corregir algún aspecto de este descontrol. En el año 2010 se dictó la primera ordenanza municipal reguladora de la publicidad en Ibarra, el «*Reglamento de Publicidad Exterior*». En él se prohíbe la que por sus características y efectos pueda producir miedo, alarma, alboroto, confusión o desorden público; la que utilice al ser humano degradando su dignidad, especialmente a los niños, jóvenes, mujeres y grupos étnicos culturales o sociales; la publicidad engañosa, la subliminal, la de bebidas alcohólicas y la que induzca a la violencia, la discriminación, el racismo, la toxicomanía, el sexismo, la intolerancia religiosa o política y toda aquella que atente contra los derechos constitucionales, así como aspectos materiales.

El paisaje urbano es un entorno percibido como una suma de signos que se leen y se interpretan dependiendo del usuario y que originan unas imágenes mentales y una forma de leer la ciudad (Lynch, 1998: 49-53). En el tejido de la ciudad hallamos la publicidad y todos sus soportes cumpliendo con la función de comunicar, persuadir para la compra, pero también para informar y contribuir a la socialización e integración de los urbanitas (Molero, 1995: 56). Los elementos de la publicidad son, a su vez, los puntos de amarre entre la ciudad y la sociedad de consumo con sus marcas, su fetichismo y su supuesto lujo. Tanto es así que ese anclaje deviene requisito para mantener el status de la ciudad frente a otras y su capacidad de atracción de recursos económicos (Lipovetsky y Roux, 2004: 19). Delante de esta situación, ahora «*se trata de volver a mirar al patrimonio gráfico con una mirada más sensible y más inteligente que la del simple pintoresquismo revivalista, y francamente opuesta a la del elitismo profesionalista despreciativo de toda producción espontánea. Un desafío tan grande como lo serán sus réditos: revalorizar los bienes culturales relegitimando su disfrute y devolver sustancia y profundidad a la labor de producirlos*». (Chaves, 2001b)

### **La cambiante figura humana**

La figura humana es representada ampliamente en la gráfica imbabureña. Desde las clásicas esculturas con materiales nobles en lugares preminentes del espacio urbano, hasta los rótulos publicitarios más actuales, pasando por vitrales policromos, pinturas religiosas, tallas en madera o murales y neones. Encontraremos indígenas guerreros, incas hieráticos, adoradores del sol, personajes mitológicos, ayahumas imponentes, héroes libertadores, militares imbatidos, músicos andinos, calaveras aterradoras, jóvenes heroicos, obreros laboriosos, profesionales impecables, secretarías eficientes, chicas seductoras, camareros sonrientes, viejecitas encantadoras, brujas malvadas, chefs bigotudos, bebedores empedernidos, valientes bomberos, policías fornidos, pintores aplicados, querubines rosados, arcángeles implacables, familias unidas, vírgenes impolutas, ángeles añiñados, líderes revolucionarios, políticos antiguos, cheguevaras cocineros, actores te-



Una doble página interior del libro *Imbabura Gráfica*.

levisivos, personajes de cómic y dibujos animados...

Sobre ello podemos hacer un par de consideraciones. Una, de género: mientras la figura masculina aparece casi siempre en posiciones heroicas, serias o trascendentes, la femenina suele ser representada desnuda, o con finas telas pegadas al cuerpo, con pocas excepciones salvo, claro está, las representaciones religiosas. Y la otra, étnica: la gran mayoría de representaciones humanas corresponden a las etnias blanca y mestiza, y en menor medida a la indígena, mientras que las representaciones de afro-ecuatorianos son casi inexistentes.

### Una flora omnipresente

La presencia de las formas vegetales en la gráfica zonal es constante. Quizás por lo imponente de la naturaleza en este país o por su importancia en la cosmovisión andina, encontramos representaciones de vegetales en todos los materiales y técnicas posibles: piedra, yeso, madera, hierro, cerámica, pinturas, murales, grabados sobre vidrio, cristales, rótulos, etc.. Flores, frutos, árboles, plantas, hojas... las formas orgánicas vegetales han gustado y gustan a los «grafistas» imbabureños que las han usado profusamente en sus creaciones a lo largo del tiempo. Del puro cacao a las flores esplendorosas, de las dulces uvas a los picantes ajís, pasando por el omnipresente maíz en sus múltiples presentaciones y denominaciones.

### Una fauna diversa

También los animales han sido y son un elemento recurrente en la gráfica de la provincia, ya que el imbabureño, en constante contacto con la naturaleza, es un gran

amante de los animales. Encontramos cóndores majestuosos –uno de los elementos protagonistas en la iconografía militar ecuatoriana– enfrentándose con vigor y fiereza a leones rugientes –símbolo del imperialismo español–, serpientes amenazadoras, dragones llameantes, demonios infernales, águilas imperiales, tiernos terneros, lobos aullantes, vacas lecheras, toros bravos, monos contentos, caballos sonrientes, perros tiernos, pit-bulls amenazantes, monos meseros, duendes sonrientes, ranas farmacéuticas, tigresas seductoras, hipopótamos bebés, gatos maullantes, tilapias fritas, colibrís gigantes, pollos camareros, cerditos alegres, cuyes merodeadores, demonios de Tasmania hambrientos, camarones camareros, gallos futbolistas, delfines saltarines, cangrejos saludando, pollos parlanchines, gallinas alegres, pumas rugientes, venados bailarines, ardillas sonrientes, cabras herméticas, dinosaurios vegetales, unicornios pétreos y otros animales imposibles... ¡Todo cabe en la imaginación de la gráfica imbabureña!

### **Escudos: ese pasado heráldico**

Los escudos son otra de las categorías recurrentes en la gráfica zonal. Son utilizados desde sus variantes puramente heráldicas hasta las versiones estilizadas y actualizadas como marca corporativa en las más variadas instituciones y empresas. Desde congregaciones religiosas, empresas estatales, símbolos municipales, centros de educación –escuelas, colegios, institutos, universidades...–, compañías de seguridad, servicios policiales, clubes de fútbol, clubes sociales, cooperativas, sindicatos, talleres mecánicos, escuderías, hasta hostales, hoteles y condominios.

### **Placas para la eternidad**

Imbabura, y especialmente su capital Ibarra, son prolijas en cuanto a colocar placas –especialmente conmemorativas– en el espacio público. Mayoritariamente con tipografías doradas sobre mármol claro. Pero también en metales diversos y, aunque la mayoría son estrictamente tipográficas, encontramos también ejemplos con imágenes alegóricas, laureles u otros vegetales simbólicos, y figuras femeninas o religiosas. Naturalmente también hay placas del nomenclátor urbano, nombres de calles, señalizaciones de edificios e instituciones destacadas, profesionales, familiares, comerciales y informativas.

### **Azulejos para la historia**

A diferencia del cristal como soporte, el uso del azulejo continúa la tradición de siglos en el ornamento de paredes. Los azulejos son usados principalmente para mostrar imágenes de los grandes hitos de la historia, temas de ámbito cultural y imaginería religiosa. En los temas históricos destacan las batallas entre incas y caranquis en Yahuarcocha, la fundación de la ciudad de Ibarra, y las gestas de la guerra de independencia contra los españoles. En temas culturales encontramos desde una serie de grandes músicos ecuatorianos, alegorías de la interculturalidad, del arte y la cultura, hasta paisajes andinos y animales diversos. En los temas religiosos, la más representada es la Virgen María. No hemos encontrado ejemplos de utilización comercial con esta técnica. En cuanto al diseño de mosaicos destacan las composiciones geométricas de los mosaicos hidráulicos de principios de siglo XX.

### **Rótulos: una antigua tradición**

De los sistemas de señalización comercial, la muestra colgada en la fachada al lado





Una doble página interior del libro *Imbabura Gráfica*.

de la puerta es, cronológicamente, la más antigua, utilizada en las sociedades medievales europeas para localizar a distancia un determinado establecimiento. «Cuando las casas no tenían numeración de calle, un signo o bien una enseña proporcionaban individualidad a cada tienda. En algunos casos, la enseña de madera tallada, de hierro forjado o de bronce era una representación más o menos artística de la mercancía que se vendía; en otras una representación de personas, animal o símbolo que adquiría un valor de una marca o nombre. «El Sol», «La Hiena», «El Ciervo», «El Gallo», etc., enseñas estilizadas, algunas de ellas consideradas de gran valor artístico son hoy reliquias de la historia comercial de Europa y América que se conservan en nuestros museos» (Prat Gaballí, 1953). Además, muchos signos y símbolos de identificación personal o de identidad fueron esculpidos sobre la clave de piedra de las puertas de las casas: los nobles ponían el escudo de armas de la familia; los gremios y corporaciones de artesanos símbolos y herramientas o los religiosos sentencias en latín.

En el siglo XIX «los artesanos colgaban en las puertas de sus negocios los objetos que producían: así los cerrajeros colgaban una llave; los sastres unas tijeras; los torneros una peonza; los sombrereros un gorro; los barberos un cuenco; los cambistas de moneda una onza; los chocolateros una tableta de chocolate, y así por el estilo. Signos más o menos grandes trabajados en madera, latón o plancha de hierro que se puede decir que tenían un carácter internacional» (Curet y Anglada, 1982). En la actualidad aún encontramos algunas muestras contemporáneas inspiradas en estos antiguos reclamos. De esta manera tan simple se consigue que el establecimiento sea identificable y se singularizase de los otros del mismo ramo. Aún perviven colgadas en las fachadas llaves enormes, muelas, llantas rotuladas, o pailas de helado, entre otras.

Son imágenes triviales, directas, sencillas sin pretensiones artísticas. Aparecen hoy a nuestros ojos supervivientes de una imagen comercial un poco ingenua, pero entra-

ñablemente evocadora y con un valor formal remarcable. Frente a una población con elevado índice de analfabetismo, la decoración de la fachada comercial tenía que desarrollar un doble discurso: señalar claramente su situación y género a través de recursos no verbales y sugerir usos y expectativas a través de imágenes. Su desarrollo explica su extraordinaria diversidad ornamental, por un lado, y la rigidez semiológica de los diferentes géneros. (Corazón 1979:7).

Este libro muestra también el estado actual del diseño gráfico publicitario aplicado en los rótulos imbabureños. La gran mayoría han sido creadas por dibujantes, ilustradores, diseñadores, artistas y agencias de publicidad locales destinadas a productos y empresas locales. Podemos ver anuncios decorativos y simbolistas, realistas y sintéticos, caricaturescos, humorísticos, arcaicos y tradicionales. También academicistas, modernistas, cubistas, etc. Todos ellos después del tiempo tienen valor como documento histórico de una época y algunos –pocos– como objeto artístico, a pesar de que el nivel artístico de las realizaciones es muy variado.

Los personajes representados abarcan todos los grupos sociales, sexos y edades y también aparece el mundo de la zoología y la naturaleza en general. En los rótulos encontraremos todo un universo de representaciones objetuales: pistolas automáticas, helados apetecibles, ojos escrutantes, negros y negritas, pollazos imponentes, cruces cristianas, agujas surzidoras, columnas clásicas, jinetes árabes, ángeles celestiales, demonios infernales, manos santificadas, corazones atravesados, huellas dactilares, esfinges faraónicas, herramientas perfectas, alas voladoras, musculosos deportistas, copas apetecibles, tazas humeantes... y un larguísimo número de otros ejemplos conforman un universo que, aliñado con letras de variadas tipografías, toman las paredes de las calles.

En las barberías y peluquerías imbabureñas, por ejemplo, han casi desaparecido las franjas tricolores –azules, rojas y blancas– que las caracterizan visualmente en casi todo el mundo. Así mismo, en las farmacias, la simbología de la serpiente y la copa que comparten médicos y farmacéuticos, ha desaparecido casi totalmente de los establecimientos de la provincia. Tampoco los garajes, que en otros lugares ostentan una señalización blanca y roja, han mantenido esta cromática vistosa.

El cristal pintado y dorado es prácticamente inexistente en los rótulos ibarreños, así como el del vidrio grabado. Solo perviven unos pocos ejemplos en algunos restaurantes. Tampoco hemos encontrado ejemplos de utilización comercial de vitrales emplomados, ni en relieves escultóricos, ni esgrafiados y solo algunos ejemplos de rotulación comercial en hierro forjado. Tampoco se conservan rótulos de hierro esmaltado y pintado, ni de latón litografiado. También subsiste algún ejemplo de pintura sobre madera, poco numerosa y en mal estado de conservación. Tampoco subsisten, prácticamente, rótulos o decoraciones elaborados en madera. Es evidente, por otro lado, que la absoluta destrucción que padeció Ibarra, Otavalo y buena parte de la provincia debido al arrasador terremoto de 1868 destruyó absolutamente cualquier rastro de rotulación comercial originaria.

### **Monogramas: menos es más**

La selección de los mejores monogramas empieza con los clásicos de significado religioso, tallados en madera o fundidos en metal en la mayoría de las iglesias de la zona, desde hace siglos. El monograma, con las iniciales del propietario, ha sido y es un clásico para identificar y marcar propiedades en las puertas. Empresas de todos los ramos, y grandes y pequeños negocios, sobre todo los de reciente creación, los utilizan como identificadores corporativos dada su gran potencia visual. Algunos ejemplos son de una modernidad absoluta, fruto de la globalización imparable de la estética y los gustos.

## Números a millares

El número es la referencia orientadora y el graphos mágico. El ojo no alfabetizado no descifra letras, pero lee números. Las letras siempre dicen algo, pero el número no. Es una clave, abstracta, geométrica, que se refiere a sí misma, y sin embargo con poder. (Corazón 1979: 14). La variedad tipográfica de los números es infinita: desde los caligrafados de mil formas a los pintados, esculpidos, tallados, grabados, fundidos, pegados, esmaltados, con las mas diversas formas, colores y materiales: madera, piedra, metales, plásticos, etc. Indican años, números de casas, calles, precios, partidos políticos, establecimientos, entre otras varias aplicaciones multiformes.

## Barroquismo ornamental

La ornamentación es abundante y variada en la gráfica imbabureña. Por un lado la derivada de las estéticas de los diversos pueblos indígenas que han poblado la zona, y por otro la producida como reminiscencia del estilo barroco impuesto por la dominación política y cultural de los invasores españoles, convertido en estilo predominante en la estética nacional ecuatoriana, y no solo, pero principalmente, en las construcciones religiosas católicas. Encontramos profusa ornamentación sobre cualquier material: piedra, madera, metal, cristal, yeso, tela, pintura... y en cualquier técnica: esculpida, tallada, grabada, pintada, fundida, dorada, moldeada, labrada, etc.

## Herrajes: una sólida tradición

Los trabajos decorativos en hierro y otros metales son abundantes. Una larga tradición de herreros avala y explica la gran cantidad de muestras gráficas realizadas en herrajes. Las más prolijas son, sin duda, las rejas de puertas y ventanas. Mil formas y variantes son omnipresentes en las calles de la provincia, mostrando la habilidad de estos artesanos: formas solares, lunares, vegetales, animales, geométricas, y una minoría con recursos de la gráfica ancestral –como variantes de las famosas máscaras de la cultura toilita, obra cumbre de la metalúrgica prehispánica–. Puertas, fanales, tiradores y picadores de puertas con formas zoomórficas y antropomórficas, manos de todos tipos, mirillas, pasadores, candados, tapas de alcantarilla, rótulos, cerrojos, cruces y simbología católica diversa.

## Gráfica popular: patrimonio cultural

Transversalmente a estas categorías se desarrolla la gráfica popular, que es la expresión de la cultura social, de los usos, costumbres e idiosincrasia de una comunidad. Un bien patrimonial de extraordinario valor y un reflejo de la diversidad cultural. La recuperación, conservación y difusión del patrimonio cultural es uno de los objetivos de la Convención de la UNESCO sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales (2005).<sup>3</sup>

La gráfica popular es una de las formas de comunicación visual y de diseño usadas en el paisaje urbano ecuatoriano, aunque quizás en menor cantidad que otros países sudamericanos. Quizás por su uso y su carácter popular no se le ha prestado la atención merecida por parte de los historiadores del arte y del diseño y ha sido poco valorada. Podemos definir la gráfica popular como el conjunto de elementos gráficos, imágenes

3. De esta consideración nació el espectacular «*Tutti Frutti, Archivo Fotográfico de Gráfica Popular*», como continuación de la exposición del mismo nombre, comisariada por America Sanchez. <http://extranet.aecid.es/tuttifrutti/index.php>. Ecuador no está representado en esta interesante muestra.



y letras que, usando las paredes y muros, fachadas y vallas, sirven para comunicar informaciones del devenir de la vida cotidiana. Desde reclamos comerciales a proclamas políticas e incluso información de campañas institucionales. En algunos casos, la gráfica trasciende su sentido funcional para ir más allá e introducir aspectos como son el humor y la ironía, señalando un valor agregado del recurso, enraizado en la cultura popular de la sociedad que lo genera. A nivel estético, la gráfica popular es una fuente de soluciones tipográficas, y de elementos decorativos: dibujos, logotipos, caricaturas, representación de objetos. Estas soluciones son creadas, o por iniciativa del artista, o como copia de modelos externos adoptados de la cultura cada vez más globalizada.

Es una forma de comunicar urbana, mutable, efímera y poco valorada, que cubre la necesidad de comunicar de un amplio segmento de la sociedad. Y dado el segmento poblacional al que se dirige, el dibujo aparece como complemento imprescindible para corroborar y certificar que la función comunicativa se cumple. (Checa-Artasu y Castro, 2010:25)

Además se trata de una manifestación cultural no oficial, exenta de las convenciones académicas de la composición plástica, aunque con notas de destreza en dibujo, tipografía y diseño. Un fenómeno que podemos considerar global y muestra de la diversidad cultural del planeta (Chaves, 2000). Su práctica desaparición en el mundo occidental desarrollado explica que recientemente diseñadores y artistas plásticos hayan realizado su compilación en catálogos.<sup>4</sup> En cambio, en Latinoamérica, Africa y la mayoría de países orientales la rotulación popular sigue presente y activa dentro del sistema comunicacional. Ello no quiere decir que no se den las técnicas y los conceptos más avanzados del diseño gráfico, pero éstos van ganando espacio con mayor lentitud de lo que lo hicieron en Europa o Estados Unidos, dadas las condiciones económicas, culturales y educativas de estos países. Todo ello explicaría la pervivencia de la denominada rotulación popular.<sup>5</sup>

En Ecuador, encontramos el proyecto de recopilación de rotulación por todo el país llevado a cabo por el diseñador Juan Lorenzo Barragán (2007) y el de los diseñadores Ana Lucía Garcés y Manuel Kingman (2008), que agrupados bajo el nombre de «La Cajonera», han desarrollado un proyecto de recuperación y catalogación de la rotulación popular de Quito, adentrándose en el rescate, en el papel de ese diseño en el paisaje urbano y en el quehacer de los profesionales que lo realizan.

Las imágenes de la gráfica popular forman un archivo del patrimonio en proceso de destrucción sistemática por una modernidad mal entendida. La rotulación popular es una actividad que, a pesar del auge de las nuevas tecnologías, se mantiene relativamente vigente en el Ecuador rural y en algunos de los barrios populares de sus ciudades, donde continua utilizándose para publicitar productos y servicios o señalar tiendas, pero en clara recesión.

Como señalan los activos miembros de la cooperativa colombiana Populardelujo (2009), los rotuladores «*son personajes interesantísimos: especie de gitanos de la gráfica, no suelen tener un teléfono fijo sino que recorren la ciudad ofreciendo sus servicios y dejando como única clave una firma en la esquina de los avisos que dibujan*», entre los que destacan al ecuatoriano Jorge Montesdeoca, un virtuoso dibujante que ha recorrido América del sur de punta a punta rotulando negocios comerciales, con su vistosa gráfica popular.

4. Como los trabajos de Marc Combiér y Henri Mérou (2007) en Francia, los de Enric Satué y Claret Serrahima (1984) en Cataluña, de América Sánchez (2001) para Barcelona y los de Barry Dawson (2002) en Tokio o Nueva York.

5. Existen diversos trabajos sobre la rotulación popular en Latinoamérica. En Argentina destaca el trabajo del diseñador y editor Guido Julián Indij (2006a, 2006b, 2008a, 2008b), a través de La Marca Editora, que ha desarrollado la colección Registro Gráfico. En Chile, el trabajo de Estudio Tipográfico, dirigido por Luis Rojas y Javier Soto (2001). En Colombia, el trabajo de recuperación realizado por el colectivo de diseñadores Populardelujo cooperativa (2009), que se puede encontrar en <http://www.populardelujo.com>, y los de Suárez (2005). En México destaca el trabajo de los diseñadores José Carlos Mena y Oscar Reyes (2001), entre otros. Véase Checa-Artasu y Castro (2010), un buen estudio del estado de la cuestión en México y América Latina.

Hay que valorar al rotulista, un artista a medio caballo entre el pintor y el diseñador, un productor que se esconde tras sustantivos como letrerista, pintor o incluso grafitero. Son los creadores de expresiones gráficas que decoran los paisajes urbanos, caracterizados por el uso diverso de tipografías realizadas a mano alzada, los dibujos realistas de los más diversos objetos cotidianos, la asunción de personajes del cómic, de dibujos animados o de series televisivas, las caricaturas y el color contrastado y chirriante a la vista. Ejercen su oficio al aire libre pero que pasan desapercibidos aunque se les vea trabajando en la calle, dejando su huella en barrios, calles y plazas. Con un poco de atención e interés, se puede reconocer su estilo propio que los identifica. (Checa-Artasu y Castro 2010).<sup>6</sup>

La producción gráfica popular es artesanal e inmediata. No hay proyecto previo; la premeditación es mínima. A partir de la idea general el dibujante espontáneo lo realiza y va corrigiendo rasgos a medida que la imagen que va apareciendo ante sus ojos. Por eso la pieza transmite naturalidad. De allí su calidez, su proximidad: en el cartel está el mensaje, la mano y sus temblores, los errores y sus correcciones. Lo «anónimo» es, personal: el dibujo, la mano y el alma (Chaves, 2000). La gráfica popular está al servicio de una utilidad, su esencia es el comunicar.<sup>7</sup>

La rotulación o gráfica popular se muestra como un elemento de publicidad propio del paisaje urbano ecuatoriano y de otras muchas partes del mundo en vías de desarrollo. Es el conjunto de elementos gráficos, imágenes, letras que, usando las paredes, vallas y otros recursos murales, sirven para comunicar reclamos comerciales, campañas institucionales o eventos artísticos. En numerosos casos, la rotulación trasciende su sentido funcional para introducir aspectos como el humor y la ironía.

Dentro de la saturación de imágenes publicitarias de las zonas comerciales, rótulos artesanales, anuncios de pequeños negocios hechos en algún taller de rotulación y la publicidad pintada a mano, compiten, peleando por ser mirados, con anuncios impresos digitalmente y con las gigantografías realizadas por profesionales de diseño. La publicidad pintada a mano ha subsistido como una forma de producción visual en un momento de cambio tecnológico, en una economía visual (Chaparro, 2011).

En este ejercicio de recuperación de gráfica urbana, se busca *«volver la mirada a una gráfica que no por ser autóctona o popular, era menos efectiva que aquella que provenía de las escuelas de arte y diseño. Además de la presencia de rótulos en comercios y calles, hay determinadas como el cartelismo, impresiones publicitarias, novelas gráficas, y empaques de productos que han desarrollado un lenguaje gráfico propio. La característica que tienen en común es la factura: los autores no siguen las normas de la academia, las convenciones de la composición plástica ni, mucho menos, las últimas modas, porque no las conocen. Sin embargo, pertenecen a gremios o forman parte de una tradición y, por ello, su trabajo tiene un estilo. Sumado al ingenio de los propietarios y sus ideas de cómo comunicar al consumidor las virtudes de sus productos, el resultado es casi siempre un híbrido, combinación de la habilidad gráfica y la audacia»* (Mena, 2010:11).

Las clases populares son las creadoras de la gráfica popular, la desarrollan y la asumen como forma de comunicación propia. Y no olvidemos nunca que, en América, *«la historia de la colonización fue siempre también la de una guerra de las imágenes»* (Belting, 2007). Algunos de estos elementos, los más antiguos, más artesanales, como la gráfica popular, se hallan en un proceso de progresiva desaparición. Por eso, en los momentos

6. Son éstos –con características como el humor, la ironía, el doble sentido, el deseo, la vanidad o la burla– el alma de la gráfica popular. Son su parte sustancial, formada por toda una serie de recursos gráficos que va desde la copia de logotipos y marcas, hasta la creación de personajes inventados por el rotulista. Y en todas ellos destaca también la presencia de la letra, ya que sin ella no hay comunicación del mensaje que se quiere transmitir. La imagen, el dibujo, añadido a la tipografía, cerrará el círculo comunicacional de aquello que se quería transmitir. (Checa-Artasu y Castro 2010).

7. *«Es una manifestación más de la cultura social, o sea, del acervo de usos, habilidades y costumbres de una comunidad y de cada uno de sus miembros. Es expresión directa de esa comunidad, la exteriorización de su universo simbólico. Integra el mismo paradigma que la cocina popular, la jerga, el baile, la cultura indumentaria, la gestualidad. Emanada de la propia comunidad y vuelve a ella como su imagen en un espejo. Es el alma de esa comunidad vuelta visible».* (Chaves, 2000)

actuales, hacemos nuestra la reflexión de Alberto Corazón hecha hace casi 40 años referida a Madrid, la capital española: «¿Qué inexplicable pulsión obliga a cambiar una bombilla por el neón, a embadurnar de verde un muro pintado al fresco, a ocultar un azulejo por un rótulo de plástico, a tirar un mostrador de mármol y sustituirlo por fórmica? No me refiero ya ha lo que ha desaparecido, sino a lo que se oculta en estos momentos. Como diseñador puedo asegurarles que ninguna de estas alteraciones tiene el menor sentido desde el punto de vista de la estimulación visual, la diferenciación, pregnancia, legibilidad, economía o uso de estas alteraciones. Precisamente por eso utilizo término pulsión». (Corazón, 1979: 117).

## Diseño gráfico, siempre

La larga tradición del diseño gráfico, milenaria, se desarrolló finalmente en los talleres de impresores y se trasladó después a nuevos profesionales especializados que dejaron el ámbito de la imprenta. El diseño gráfico ha formado parte central de la comunicación social. Algunas épocas con una marcada pobreza conceptual y en otras con una eclosión espléndida. Y, en todas las épocas, la gráfica publicitaria no se puede desligar de sus soportes. Es imposible pero pensar en el diseño gráfico actual y en toda la comunicación contemporánea sin tener en cuenta las creaciones de los diseñadores anteriores. En este libro encontrarán muestras de una cierta cultura popular seleccionadas para honrar los valores de esta gráfica anónima.<sup>8</sup>

Y es que, tal como denuncian diversos estudiosos, «en el mundo globalizado actual, las artesanías – y por extensión, las producciones visuales [incluido el diseño, añadimos nosotros]– se dividen en dos grupos: aquellas con identidad de algún pueblo en específico que a través de su artesanía muestra su originalidad, su singularidad y creatividad y aquellas artesanías de imitación, descontextualizadas, repetitivas, que copian o mezclan sin criterio alguno diversas tradiciones, con productos anodinos, sin alma, sin historia, sin fuerza. La copia se ha vuelto descarada y agresiva, se bajan patrones, diseños y modelos de internet, revistas o fotografías, pretendiendo pasar por creaciones originales: tal la crisis del diseño y la innovación». (Valarezo, 2015).<sup>9</sup>

Tal como ha manifestado con conocimiento de causa el premiado diseñador quiteño Pablo Iturralde, la riqueza gráfica de Ecuador, desde tiempos inmemoriales, es incontestable pero lastimosamente no es muy conocida por los diseñadores gráficos contemporáneos, por lo que no suelen generar diseños representativos o conectados con las culturas ancestrales ecuatorianas y no los diferencian de los que proceden de otros países andinos. Ello provoca un desconocimiento generalizado, fuera y dentro del país, de la identidad gráfica ecuatoriana. Las culturas ecuatorianas ancestrales tenían una cosmovisión sólida y bien estructurada que repercutía directamente sobre sus elementos gráficos. En cambio, en la actualidad, la falta de unas bases fuertes que sostengan la gráfica y la estética ecuatoriana provoca que estas sean muy vulnerables frente a influencias externas. A pesar de que Ecuador posee una riqueza gráfica enorme, no ha sido aprovechada ni apreciada suficientemente, provocando que sea más conocida la gráfica autóctona de otros países mucho más que la propia ecuatoriana (Ríos, 2015).<sup>10</sup>

8. Para una aproximación a la historia del diseño gráfico en Quito y Ecuador, véase la obra de María Luz Calisto y Gisela Calderón (2014).

9. “Una vez que hemos descubierto los principios del diseño de estos valiosos bienes culturales, podemos asumírnos como norandinos contemporáneos para buscar la continuidad de esta enorme tradición plural de nuestros ancestros. En este punto, es necesario plantearse diversas estrategias de diseño que vaya más allá de su réplica, se planteen la creación siguiendo y desarrollando los principios ancestrales”. (Valarezo, 2015).

10. Entrevista realizada por Nicolás Ríos, en enero de 2015, en Ríos (2015). En palabras de otro especialista, Brito, (2015): “Partimos de una constatación empírica: La crisis profundidad del diseño y las imposibilidades prácticas de superarlo desde la modernidad y desde el logos occidental. Pero la crisis del diseño es la crisis de la identidad y ahí se levanta como una columna totémica la gran paradoja: Que exista pobreza en el diseño, a pesar de la existencia de una enorme y casi inagotable riqueza estética heredada de nuestros antiguos pueblos, cuya polifonía en el relato, en las formas y en los colores son fuente inagotable de inspiración. Por estas





Una doble página interior del libro *Imbabura Gráfica*.

Los múltiples usos de la imagen en el ámbito comercial han influido en la transformación de las ciudades mismas como medio publicitario, creando nuevas imágenes que representan los anhelos y deseos de la población, como por la imposición de los nuevos poderes corporativos multinacionales que transformados en marcas tienen un fuerte impacto en nuestras vidas cotidianas.

La gráfica callejera, murales, carteles publicitarios, comunicaciones y señales de todo tipo, ocupan un lugar cada vez más importante en el espacio urbano. Espacios publicitarios legalmente ocupados se amalgaman con otros que incumplen las normativas, o con gráfica callejera espontánea. Para muchos el lugar que va ganando el diseño gráfico en el espacio público es un logro de la profesión, mientras que para otros, la proliferación de la gráfica está degradando el espacio urbano y afectando la calidad de vida de los ciudadanos. Para quienes están a favor el fenómeno representa más trabajo, difusión y legitimación social del diseño, y hasta la oportunidad de embellecer la ciudad mediante una producción cultural. Para los detractores la gráfica urbana afea la ciudad más allá de su calidad, distrae a los automovilistas, ocupa la mente de los ciudadanos en forma inoportuna, e interfieren con las señales de información pública que prácticamente pasan desapercibidas.<sup>11</sup>

### El libro *Imbabura Gráfica*

*Imbabura Gráfica* es un libro sobre la relación entre nuestras ciudades y nosotros, sus habitantes y los creadores de la gráfica urbana. El propósito es mostrar las principales

razones históricas como un 'sacramento de la esperanza' tenemos la urgencia de explorar en nuestros orígenes, es decir en aquellos símbolos que se han mantenido invisibles de manera deliberada o inconsciente, porque únicamente con esta singularidad podemos pretendernos universales".

11. Véase el debate planteado por ForoAlfa (2011), en <http://foroalfa.org/articulos/grafica-urbana-degradacion-visual-o-conquista-del-diseno>

piezas gráficas situadas en el espacio público de la provincia de Imbabura, que forman parte de nuestro entorno visual cotidiano. Para realizarlo, hemos fotografiado, referenciado, clasificado y organizado unas 1.800 piezas de gráfica urbana imbabureña: rótulos comerciales, números de portales, esculturas, viñetas, alegorías, pinturas, emblemas, pictogramas, placas, murales comerciales, herrajes, etc., que se hacen legibles e ilustran los múltiples usos de la ciudad. Pretendemos sacar así del anonimato la obra de un elenco de grafistas espontáneos y desconocidos: rotulistas, pintores, grabadores, tallistas, herreros, vitralistas, etc... No son muchas las obras reproducidas de autores conocidos. Con ello, contribuiremos orgullosamente a un nuevo campo de estudio sobre la cotidianidad gráfica en Ecuador.

Con el, queremos hacer una aportación al mundo de la cultura visual de la sierra norte ecuatoriana y, a partir de esta obra, Ibarra y toda la provincia de Imbabura, podrán mirarse en el espejo de su gráfica anónima y, de este modo, recuperar otro aspecto de su rico patrimonio visual. Esta apuesta editorial de la Universidad Técnica del Norte conjuga la voluntad institucional de difundir el conocimiento del diseño y la comunicación visual local, para reparar el hecho de que, durante demasiado tiempo, esta había sido olvidada.

Esta es la primera guía-catálogo del patrimonio gráfico de una ciudad y su provincia en Ecuador. Inspirada fiel y directamente en el libro pionero *Barcelona Gráfica* (2001), del reconocido diseñador argentino-catalán America Sanchez (Buenos Aires 1939), la obra tiene un amplio abanico de lecturas: libro de fotografías, catálogo del patrimonio, manual de consulta para diseñadores, tipógrafos, arquitectos e interioristas y una guía turística en la que están representadas las mejores muestras gráficas de las calles de Imbabura. El libro se abre con un prólogo del reconocido asesor en identidad corporativa, ensayista y docente argentino-catalán Norberto Chaves (Buenos Aires 1942), que inauguró el estudio de este tema con sus aportaciones teóricas a la obra de America Sanchez; con una presentación de uno de los mejores diseñadores ecuatorianos, Pablo Iturralde (Quito 1971), y con este texto interpretativo del resultado de la investigación.

Las imágenes, debidamente geo-referenciadas, son clasificadas en once grandes temas: figura humana, flora, fauna, escudos, placas, azulejos, rótulos, monogramas, números, ornamentos y herrajes. Todas las ilustraciones y fotografías que conforman el proyecto y finalmente el libro han estado escogidas conscientemente y todas juegan un papel determinado y seguro. Todas están porque era necesario que estuvieran.

La obra pretende ser mucho más que una simple recopilación gráfica divulgativa y acrítica. Una fotografía dice más cosas al observador atento que a aquel que sólo pasa los ojos por encima. Y una colección de fotografías será mucho más que la suma de documentos gráficos que la forman, cuando estos han sido elegidos según un criterio. Exactamente igual que ocurre con las piezas de un mosaico, que sólo nos muestran su imagen final cuando están todas juntas y puestas en su lugar correspondiente.

Las imágenes que configuran este libro son el exponente de la realidad gráfica imbabureña actual. Hemos salido a las calles y hemos disparado exhaustivamente la cámara fotográfica –o el smartphone– para comprobar que la existencia de esta mezcla es la norma en nuestras ciudades y no la excepción. Este desorden visual contribuye a polucionar el entorno comercial más que no ha regenerarlo, pero también parece una incitación a interpretar la libre y legítima competencia entre comerciantes. La franja de las fachadas ocupada por los rótulos anunciadores de los establecimientos es, en las sociedades consumistas, la línea más visible del horizonte de la ciudad, la parte de la calle que se corresponde con más frecuencia con el campo visual del paseante. Y por eso es importante. Quizá fuera bueno que los comerciantes no consideraran estos espacios como un patrimonio exclusivamente privado, sino también como un patrimonio colectivo: de toda la



Una doble página interior del libro *Imbabura Gráfica*.

ciudad y de toda la ciudadanía (Satue 2001: 17-18).

La voluntad final de este libro es estar al servicio de los ciudadanos, poner a su alcance, guiar y acompañar todos los lectores de esta obra en un viaje visual imaginario a través de la gráfica popular imbabureNSE, en un intento por fijar su atención en la gran variedad de detalles gráficos existentes en las fachadas que conforman su paisaje urbano. Un viaje, sorprendente y fascinante...

En los últimos años se ha producido una evolución exponencial de los lenguajes visuales como herramientas educativas, culturales y de explicación de la realidad. Es interesante, pues, editar un producto basado de forma preeminente en las imágenes fotográficas, en esta nueva sociedad global en que vivimos, donde la imagen tiene cada día un papel más decisivo. Un estado actual de la gráfica urbana que pueda entrar fácilmente por los ojos a los lectores de todas las edades y condiciones.

El libro es la culminación de una árdua tarea de investigación como docente de la principal institución universitaria de la zona norte del país, para garantizar la recuperación y la difusión del diseño gráfico en las calles de Imbabura. Y hacerlo, además, con la capacidad de síntesis que sólo permite el formato visual es la mejor garantía para poder llegar eficazmente a todo tipo de públicos.


Este trabajo de investigación está en la línea de los principios y orientaciones de las políticas del Plan Nacional para el Buen Vivir planteadas y ejecutadas por el Gobierno de la Revolución Ciudadana de la República de Ecuador, presidido por el Ec. Rafael Correa Delgado, que en su numeral 4.4 manifiesta «Mejorar la calidad de la educación en todos sus niveles y modalidades, para la generación de conocimiento y la formación integral de personas creativas, solidarias, responsables, críticas, participativas y productivas, bajo los principios de igualdad, equidad social y territorialidad». Por ello se justifica la elaboración de un libro en donde las nuevas generaciones interesadas en seguir el camino del



diseño, la publicidad y la comunicación visual puedan realizar sus consultas y solventar inquietudes referentes a la gráfica popular de nuestra provincia.<sup>12</sup>

Con este proyecto queremos contribuir al desarrollo de valores como la ética, responsabilidad social, análisis crítico, justicia y equidad y las relaciones interpersonales para el eficiente trabajo en equipo, respetando los criterios individuales sin perder el horizonte de la creatividad e innovación acordes al siglo XXI. El nivel de impacto e incidencia social conseguido será de gran importancia puesto que estudiantes, docentes y sociedad en general tendrán un documento de consulta que les permita potenciar sus capacidades cognitivas y desarrollar su sensibilidad estética como seres integrales y respetuosos de las distintas formas de expresión gráfica de la sociedad.

La metodología para la obtención de la imágenes se ha basado en el trabajo de campo, en los recorridos sistemáticos por los espacios públicos de las ciudades y pueblos de Imbabura realizadas por los alumnos dirigidos y orientados por el autor de este proyecto. También hemos contado con la ayuda de los mejores fotógrafos de la zona, Robert Gibson Z., Marcelo Jaramillo y de algunos compañeros docentes.<sup>13</sup>

Y finalmente, quiero agradecer a America Sanchez su colaboración en la gestación de este libro que es, también, un homenaje a su obra. Un homenaje conceptual y también en el diseño que sigue premeditadamente el de su libro pionero *Barcelona Gráfica*. ¡Muchas gracias a todos!, o, como decimos en catalán, «moltes gràcies a tots!». 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- America Sanchez (1991): *America Sanchez: diez estrategias gráficas*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- (2001): *Barcelona Gráfica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Arnavat, A. (1996 y 2000): *Publicitat comercial a Reus. 1. L'skyline de l'autosatisfacció. Dels orígens a 1939. 2. La definitiva globalització. De la postguerra als Jocs Olímpics, 1939-92*. Reus: Ajuntament de Reus. Prólogo de Enric Satué.
- (2015): “Divinidades y mitos en la publicidad”, en *Ecos de la Academia*, 1. Ibarra: FECYT-UTN.
- y Ruiz, C.; Martínez, R. (2015): “Seducción y erotismo en la publicidad”, en *Ecos de la Academia*, 2. Ibarra-Ecuador: FECYT-UTN.
- Barragán, J. L. (2007): *Gráfica Popular*. Quito: Dinediciones.
- Brito, M.: «Identidades bajo la piel. Los desafíos del diseño en la producción de objetos», en *Artesanía de los Pueblos Ancestrales en la mitad del mundo: Ecuador*. Quito: Fundación Sinchi Sacha.
- Calisto, M. L. y Calderón, G.: *Diseño gráfico en Quito-Ecuador, 1970-2005*. Quito: Instituto Metropolitano de Patrimonio-PUCE.
- Casas, N.; Mateo, L. (1997): *Passejant per Barcelona*. Barcelona: Pòrtic.
- Cevallos, A.; Zapater, I. (1992): *La vida de cada día. El Ecuador en avisos 1822/1939*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Corazón, A. (1979): *El Sol sale para todos*. Madrid: Banco Urquijo.
- Curet, F.; Anglada, L. (1982): *Visions barcelonines II. Botigues, obradors i cases de menjar i beure*. Barcelona: Ed. Alta Fulla.

12. Y en su numeral 2.2 dice: “La justicia social y económica como base del ejercicio de las libertades pues en una sociedad justa, todas y cada una de las personas gozan del mismo acceso a los medios materiales, sociales y culturales necesarios para llevar una vida satisfactoria; la salud, la educación y el trabajo son las bases primordiales de la justicia social, con dichos medios, todos los hombres y mujeres podrán realizarse como seres humanos y reconocerse como iguales en sus relaciones sociales”.

13. Sin ninguna duda, este libro no habría sido posible sin el apoyo decidido e incondicional de las autoridades académicas de la Universidad Técnica del Norte, de su rector Dr. Miguel Naranjo y del Decano de la FECYT, MSc. Raimundo López. Y también gracias a los admirados prologuistas y presentadores, Norberto Chaves y Pablo Iturralde; a todos los compañeros docentes de las Carreras de Diseño Gráfico y de Diseño y Publicidad, a los alumnos de las asignaturas que imparto, y al gentil personal administrativo y de servicios.

- Chaparro, E. (2011): «*Itinerarios de la gráfica popular. Usos, prácticas y sentidos en el espacio urbano*». En *Educación y Ciencia*, 14, pp. 77-95. México: U.A.Y.
- Chaves, N. (2000): «El dibujo, la mano y el alma. Una guía para mirar la gráfica popular». Exposición *Tutti Frutti, Archivo Fotográfico de Gráfica Popular*, de America Sanchez. <http://goo.gl/qnepcA>.
- (2001): «La Barcelona Gráfica de America Sanchez», en AMERICA SANCHEZ: *Barcelona Gráfica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- (2001b): «El patrimonio gráfico y su recuperación. En torno a *Barcelona Gráfica de América Sánchez*». *Tipográfica* 47. Buenos Aires.
- Checa-Artasu, M. M.; Castro, M<sup>a</sup> P. (2010): «El olvido de lo obvio: la rotulación popular, un elemento de publicidad en el paisaje urbano», en *Diseño y Sociedad*, n. 28-29. México: UAM.
- Dawson, B. (2000a): *Street Graphics: Tokio*. Londres: Thames and Hudson.
- (2000b): *Street Graphics: New York*. Londres: Thames and Hudson.
- (2001): *Street Graphics: India*. Londres: Thames and Hudson.
- (2003): *Street Graphics: Egypt*. Londres: Thames and Hudson.
- Faessler, C. (coord.) (2001): *ABCDEF, Diccionario gráfico de la Ciudad de México*. México: Ed. Diamantina.
- Garces, A. L. y Kingman, M. (2008): *Ojo al aviso. Una panorámica de la gráfica, el diseño, el arte y la comunicación visual popular*. Quito: La Cajonera.
- Huerta, R. (2008): *Museo tipográfico urbano. Paseando entre las letras de la ciudad*. València: Universitat de València.
- Indij, J. (2008): *MVD: Gráfica popular de Montevideo*. Buenos Aires: La Marca.
- Iturralde, P. (2005): *Duales y recíprocos, la comunicación visual del Ecuador*. Quito: Cámara Ecuatoriana del Libro.
- La Farge, P., Caris, M. (2008): *Paredes pintadas de México*. México: Turner.
- Lipovetsky, G. Y Roux, E. (2004). *El lujo eterno. De la era de lo sagrado al tiempo de las marcas*. Barcelona: Anagrama.
- Lynch, K. (1998): *La imagen de la ciudad*, Barcelona: Gustavo Gili.
- Mena, J. C. y Reyes, O. (2001): *Sensacional de diseño mexicano*, México: Trilce.
- Molero, V. M. (1995): *Publicidad, marketing y comunicación. Herramientas para la pequeña empresa*. Madrid, ESIC.
- Montalvo, G. (2002) *Popo-pop. Imágenes de la urbe volcánica*. México: Secretaría de Cultura del Gobierno de Puebla.
- Municipalidad de Ibarra (2010): «Reglamento de Publicidad Exterior». Ibarra.
- Pacheco, M. (2007): «La ciudad como escenario de la comunicación publicitaria», en BALANDRÓN, et al. (dir.), *Publicidad y ciudad*. Sevilla: Comunicación Social.
- Populardelujo Cooperativa (2009): <http://www.populardelujo.com>
- Prat Gaballí, P. (1953): *Publicidad Combativa*, Barcelona: Ed. Labor s.a.
- Rios, N. (2015): «Investigación y documentación gráfica de culturas endémicas en Ecuador», Trabajo de Grado. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Satué, E. (1984): *Un Museu al Carrer. Lletres, imatges i tècniques dels rètols comercials a Catalunya*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- (1985-1991): *El libro de los anuncios. 3 vols. 1. La Época de los artesanos (1830-1930); 2. Años de aprendizaje (1931-1939); 3. Volver a empezar (1940-1962)*. BCN: Altafulla.
- (2001): *El paisaje comercial de la ciudad. Letras, formas y colores en la rotulación de comercios de Barcelona*. BCN: Paidós.
- Soto, E. (2003): *Gráfica popular mexicana*. Puebla: Volkswagen de México.
- Suárez, S. (2005): *Bueno, bonito y barato. Gráfica popular urbana*. UNC. Bogotá: Unibiblos.
- Valarezo, G. R.: «El sorprendente mundo norandino: la originalidad de nuestro ADN cultural», en *Artesanía de los Pueblos Ancestrales en la mitad del mundo: Ecuador*. Quito: Fundación Sinchi Sacha.

# COLOQUIO III: BIOTECNOLOGÍA

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**

Creando CIENCIA.  
construyendo SUENOS

**30**  
*años*  
*de Historia*



# Optimización de los componentes del medio de cultivo para la producción de proteínas heterólogas en *Pichia pastoris*

PhD. José Manuel Pais Chanfrau

Docente investigador de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA

jmpais@utn.edu.ec

PhD. Luis Enrique Trujillo Toledo

Docente investigador de la Universidad de las Fuerzas Armadas

## RESUMEN

La levadura metilotrófica *Pichia pastoris* se ha convertido en un sistema de expresión excelente y con éxito para la terapéutica y otras proteínas heterólogas útiles en gran escala. Su capacidad para alcanzar una concentración de alta densidad celular durante sus fermentaciones de alimentación por lotes en un medio de cultivo químicamente definido es una de las principales características de este sistema. El BSM medio de cultivo estándar desarrollado por Invitrogen Co. ha sido el que más se utiliza. Sin embargo, contiene ciertos componentes en proporciones inadecuadas que conducen a la precipitación de algunos de sus componentes durante la preparación, después de la esterilización y/o durante el ajuste de pH. En este estudio, se propone una versión modificada del medio de cultivo BSM, llamado MBSM. Estas modificaciones sencillas mediante el empleo de una técnica de optimización lineal resuelven los problemas de precipitación observados en BSM y otros medios de cultivo. A su lado, es bastante simple, fácil de preparar, y barato, y tiene un impacto positivo sobre el medio ambiente reduciendo la carga de contaminación de los residuos de fermentación y también disminuir el coste del proceso de fermentación a escala industrial. Estos resultados permiten obtener grandes cantidades de proteínas capaces de ser utilizados en la nanociencia y otras aplicaciones biotecnológicas.

Palabras clave: MEDIO QUÍMICAMENTE DEFINIDO, PICHIA PASTORIS, SISTEMA DE EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS HETERÓLOGAS.

## ABSTRACT

### Optimization of Cultivation Components Culture for the Production of Heterologous Proteins in *Pichia pastoris*

The methylotrophic yeast *Pichia pastoris* became an excellent and successful expression system for therapeutics and other useful heterologous proteins at large-scale. Its capacity to reach a high-cell-density concentration during its fed-batch fermentations in a chemically-defined cultivation means is one of the main features of this system. The cultivation standard means BSM developed by Invitrogen Co. has been the most widespread used. However, it contains certain components in improper ratios that lead to precipitation of some of its components during preparation, mainly after sterilization and/or during pH adjustment. In this study, we propose a modified version of the BSM cultivation means, named MBSM. These simple modifications by employing a linear optimization technique solves the precipitation problems observed on BSM and other cultivation means. Beside it, it is rather simple, easy to prepare, and inexpensive, and it has impacted positively over the environment by reducing the pollution load of the fermentation waste and also diminished the cost of the industrial scale fermentation process. These results allow to get vast amounts of proteins able to be used in nanoscience and other biotechnological applications.

Keywords: CHEMICAL DEFINED MEDIUM, PICHIA PASTORIS, HETEROLOGOUS PROTEIN EXPRESSION SYSTEM.

## Introducción

La levadura metilotrófica *Pichia pastoris* se ha convertido en los últimos años en uno de los organismos huésped más utilizado para producir proteínas recombinantes terapéuticas e industriales. Este éxito se debe a su estatus GRAS (general considerado como seguro) y la capacidad de crecer a una alta densidad celular en medios definidos químicos de bajo costo. Además, esta levadura permite la expresión eficiente de genes extraños utilizando promotores inducibles y constitutivos en ambos sentidos, secretadas a los medios de cultivo o intracelularmente, la producción de las correspondientes proteínas así plegadas con un alto rendimiento incluso con el patrón glicosilada humana-como (Fickers, 2014; Rabert *et al.*, 2013).

El medio de cultivo es un aspecto clave cuando se desea una alta densidad celular de cualquier microorganismo. Además, sus propiedades y resultado de diseño de gran influencia en la eficiencia del proceso de producción a escala industrial y se convierte en un componente importante en términos de eficiencia económica de todo el proceso. Aunque la capacidad de *P. pastoris* para alcanzar altas concentraciones celulares con medios definidos químicos, la literatura postula que junto con la composición óptima del medio de cultivo también, la cepa elegida y las particularidades de la proteína extraña que se expresa debe ser considerado para lograr los mejores resultados (Files *et al.*, 2001; Sinha *et al.*, 2003; Cos *et al.*, 2006).

Se recomienda el uso de la BSM basal medio de sal desarrollado por Invitrogen Co. (Carlsbad, CA, EE.UU.) para iniciar los estudios de expresión de proteínas mediante *P. pastoris* como anfitrión (*Pichia* Fermentation Process Guidelines, 2002), que ha sido ampliamente probado y con éxito para la expresión de cientos de diferentes proteínas heterólogas (Cereghino y Cregg, 2000).

A pesar del éxito obtenido con el uso BSM, este medio presenta algunos problemas fácilmente observados durante su preparación y la esterilización por la presencia de una formación de turbidez-blancuzca antes de la inoculación, sobre todo cuando  $\text{pH} \geq 5$  (Zhang *et al.*, 2000). Esta turbidez se atribuye a la baja solubilidad de los cationes polivalentes de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) presentes en el suplemento de PTM1, en presencia de aniones de orto-fosfato ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) (Curless *et al.*, 1996). A pesar de que este asunto precipitación tiende a desaparecer durante el tiempo de cultivo, conduce claramente a ciertos problemas de desequilibrio de nutrientes, especialmente si el medio de pH aumen-

ta por encima de pH 5 (Zhang *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo fue encontrar un medio de cultivo químicamente definido, simple, fácil de preparar y de bajo costo, para servir para la producción de proteínas heterólogas en *P. pastoris* a escala industrial, que evita la formación de precipitados durante la preparación y la esterilización de la cultura medio así, llegar a la disponibilidad de nutrientes exacta durante las primeras etapas fermentaciones. Este medio se garantice tanto, de células de alta densidades de un adecuado nivel de expresión de las proteínas estudiadas para nuevas aplicaciones en nano-productos terapéuticos y enfoques industriales.

## Materiales y Métodos

Originalmente, BSM de la Invitrogen fue desarrollado de la investigación de Wegner (1983) utilizando un cultivo continuo y el análisis de los rangos para cada elemento químico esencial requerido para crecer *P. pastoris* a altas densidades de células. Se determinó la composición atómica de los elementos nutrientes BSM principal como se muestra a continuación en la Tabla 1. Otros medios alternativos definidos químicamente para alcanzar altas densidades de células en cultivos de *P. pastoris* se muestran en la misma Tabla 1 (D'Anjou y Daugulis (1997, 2000); Stratton *et al.*, 1998; Cos *et al.*, 2006).

Para estos estudios de optimización, el costo del medio de cultivo se utiliza como la función objetivo y como las ecuaciones de restricción, se emplearon los rangos máximos y mínimos reportados por Wegner (1983) para cada uno de los componentes del medio de cultivo. Además, se utilizó la solubilidad de cada componente para encontrar un modelo que podría ser optimizado para averiguar la composición mínima del medio de cultivo que minimiza tanto, su coste de elaboración, y también, eliminar la turbidez causada por los desequilibrios de nutrientes y precipitaciones de ciertos componentes de los medios después de la esterilización. Para este propósito, se empleó la herramienta Solver de Excel (Microsoft Co., Redmond, Washington, EE.UU.), que utiliza un algoritmo de

**Tabla 1.** Comparación entre la composición atómica de los macro y micro elementos de los diferentes medios de cultivo para *Pichia pastoris*.

Átomo	Wegner Wegner, 1983	BSM <i>Pichia</i> Ferm. Proc. Guidelines, 2002	FM22 Stratton <i>et al.</i> , 1998	Daugulis <i>et al.</i> D'Anjou y Daugulis, 2000	MBSM (presente trabajo)
Macro Elementos [g·L <sup>-1</sup> ]					
N	-	NH <sub>4</sub> OH (control pH)	1,06 + NH <sub>4</sub> OH (control pH)	4,24	NH <sub>4</sub> OH (control pH)
P	2,2 – 10,0	7,17	0,98	2,73	2,27
K	1,5 – 10,0	11,04	1,23	3,44	2,87
Mg	0,3 – 1,2	1,47	0,31	0,46	0,31
Ca	0,08 – 0,8	0,27	0,07	0,10	0,10
S	0,2 – 5,0	5,56	0,46	0,66	0,46
Elementos trazas [mg·L <sup>-1</sup> ]					
Fe	9,0 – 80,0	56,83	65,05	65,05	56,14
Zn	3,0 – 40,0	41,73	22,66	22,66	19,55
Cu	1,0 – 10,0	6,64	7,61	7,61	6,57



Mn	0,9 – 8,0	4,24	4,87	4,87	4,19
Na	-	0,22	0,95	0,95	0,82
I	-	0,29	1,61	1,61	1,38
Mo	-	0,35	1,98	1,98	1,71
B	-	0,015	0,09	0,09	0,08
Co	-	0,99	-	-	-
Cl	-	46,45	173,29	173,29	168,79
Control pH	-	NH <sub>4</sub> OH & H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> OH & H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	KOH & H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> OH & H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

optimización *Simplex LP*.

### Resultados y Discusión

Al comparar los rangos sugeridos por Wagner en los medios de BSM y los reportados por D'Anjou y Daugulis (2000), y FM22 descrito por Stratton *et al.* (1998), se observan ciertos déficits o excedentes de algunos átomos de elementos en los medios BSM y FM22 respecto al rango recomendado por Wagner, especialmente respecto a las concentraciones de fósforo y potasio. Sólo el medio sugerido por D'Anjou y Daugulis (2000) parece cumplir con todos los requisitos sugeridos por Wagner (1983).

En el presente trabajo la función correspondiente al costo del medio de cultivo se redujo al mínimo así, aparece dos funciones de restricción adicionales. Principalmente tiene que ver con la concentración mínima de cada uno de los componentes del medio de cultivo dentro de la gama estudiados por Werner (1983); y el segundo implica la concentración por debajo del límite de solubilidad en agua del componente en el medio acuoso (aproximadamente por debajo de 85% de este valor). La expresión matemática es entonces (ecuaciones 1-3):

Donde:

concentración del compuesto *i* en el medio de cultivo, g·L<sup>-1</sup>

concentraciones mínima y máxima del compuesto *i*, de acuerdo a los valores reportados por Wegner (1983), g·L<sup>-1</sup>

precio unitario del compuesto *i* en el medio de cultivo, US\$.g<sup>-1</sup>

solubilidad del compuesto *i* en agua, g·L<sup>-1</sup>

La solución de este problema de optimización, por supuesto, depende de la actualización de los precios de los componentes del medio de cultivo y su solubilidad. El precio unitario de los componentes que se necesitan en el medio de cultivo depende del proveedor, la calidad y cantidad que se adquiera de los componentes. Como se ha señalado en otra parte (Cos *et al.*, 2006), en general, el medio de BSM proporciona altas concentraciones de elementos básicos, mientras que el D'Anjou y Daugulis (2000) tiene una baja concentración de elementos químicos con respecto al rango informado por Wegner (1983).

Atendiendo a la fuente de nitrógeno, en BSM, FM22, y MBSM, se añade este elemento como hidróxido de amonio al controlar el pH. Al contrario, en el D'Anjou y Daugulis (2000) medio de cultivo toda fuente de nitrógeno se suministra a la formulación inicial y no se agrega durante el cultivo.

**Tabla 2.** Comparación de los medios de D'Anjou y Daugulis (2000) y el propuesto en este trabajo, el medio MBSM.

Compuesto (para 1 L)	Daugulis <i>et al.</i> D'Anjou y Daugulis, 2000	MBSM (éste trabajo)
$C_3H_8O$ (glicerol)	50 g	50 g
$(NH_4)_2SO_4$	20 g	-
$KH_2PO_4$	12 g	10 g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	4,7 g	3,2 g
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0,36 g	0,35 g
Solución trazas	-	4,3 mL
Solución Vitaminas	2,5 mL	2,5 mL
Elementos trazas	<b>Sol. trazas (para 1 L)</b>	
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	-	65 g
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	44,5 $\mu$ M	-
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	-	6 g
$CaSO_4 \cdot 5H_2O$	0,2 $\mu$ M	-
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	17,5 $\mu$ M	20 g
$MnSO_4 \cdot H_2O$	4,5 $\mu$ M	3 g
KI	1,25 $\mu$ M	0,42 g
$H_3BO_3$	0,75 $\mu$ M	0,1 g
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	2 $\mu$ M	1 g
$H_2SO_4$ 98% (v/v)	-	10 mL
Sol. Vitaminas (para 1 L)		
pantotenato de calcio		0,8 g
<i>myo</i> -inositol		8,0 g
dicloruro de tiamina		0,8 g
hidrocloruro de piridoxina		0,8 g
ácido nicotínico		0,2 g
D(+)-biotina		0,8 g
$K_2HPO_4$		4,0 g

La composición de cada átomo-elemento BSM (*Pichia* Fermentation Process Guidelines, 2002), FM 22 (Stratton *et al.*, 1998), D'Anjou y Daugulis (2000), y del MSM que aquí se propone se muestra en la Tabla 1.

A partir del medio de cultivo simple reportado por D'Anjou y Daugulis (2000), fue diseñado el medio basal salino modificado (MBSB) propuesto aquí. Para este fin, se estableció dos condiciones: primero, que todos los elementos del medio diseñada, siempre fijan el propuesto por Wegner (1983) y segundo, el uso del costo del medio como función objetivo. Luego, a través de la optimización en la hoja de Excel utilizando un algoritmo *Simplex LP* en la herramienta *Solver* de Excel, se ha obtenido la composición del medio más barato y más simple llamado MBSM (Tabla 2).

El MBSM se ha empleado con éxito en la expresión de varias proteínas recombinantes en *P. pastoris* en el laboratorio y a escala piloto, utilizando tanto, el promotor AOX1 inducible, así como, el promotor constitutivo de expresión pGAP. Un resumen de estas aplicaciones prácticas de medio MBSM se muestra en la Tabla 3.

Los resultados de crecimiento de *P. pastoris* y la expresión de varias proteínas heterólogas utilizando el MBSM (Tabla 3) son similares o superiores a los reportados por otros autores, incluyendo el medio de cultivo BSM (*Pichia* Fermentation Process Guidelines, 2002).

**Tabla 3.** Algunas de las proteínas heterólogas expresadas en *P. pastoris*, tanto utilizando el promotor inducible como el promotor constitutivo, con el medio MBSM.

Prot. recombinante	Promoter	Expresión / concentración Biomasa	Reference
Mini-proinsulin, MPI	AOX1	0,3 g·L <sup>-1</sup> / 100 g DCW·L <sup>-1</sup> at 160 h	Pais <i>et al.</i> , 2004; Mansur <i>et al.</i> 2005
Levansucrase (LsdA)	GAPDH	0,2 g·L <sup>-1</sup> (4000 EAU·L <sup>-1</sup> ) / 90 g DCW·L <sup>-1</sup>	Trujillo <i>et al.</i> , 2002; 2003
Exolevanase (LsdB)	AOX1	21,1 EAU·L <sup>-1</sup> / 115 g DCW·L <sup>-1</sup>	Menéndez <i>et al.</i> , 2004; 2005
	GAPDH	26,6 EAU·L <sup>-1</sup> / 60 g DCW·L <sup>-1</sup>	


El medio más común para la fermentación de alta densidad celular de levadura metilotrófica *Pichia pastoris* es el medio basal salino BSM propuesto por Invitrogen Co. (*Pichia* Fermentation Process Guidelines, 2002). Sin embargo, según lo informado por otros investigadores (Curless *et al.*, 1996; Cos *et al.*, 2006), algunos problemas durante su preparación y esterilización pueden surgir debido a los desequilibrios de componentes.

El BSM se utiliza comúnmente en los estudios iniciales de la expresión de proteínas heterólogas en *P. pastoris*, para su posterior fermentación a gran escala debe ajustarse y mejorarse, de acuerdo con los requisitos del proceso de producción.

El MBSM propuesta ofrece algunas ventajas sobre sus contrapartes BSM porque no sólo resuelve los problemas de desequilibrio de algunos elementos atómicos de los medios de cultivo se informó anteriormente (Curless *et al.*, 1996; Cos *et al.*, 2006), sino que también es menos costoso (que representan cerca de \$ 2 por litro, dependiendo, por supuesto, del proveedor) y es fácil de preparar (no es necesario un orden definido para agregar los componentes, ni ajustar el pH antes de la adición de los componentes del medio de cultivo) en comparación con BSM y otros medios de cultivo existente utilizado para *P. pastoris*, en los propósitos de producción de proteínas a gran escala. Además, MBSM como se muestra en la Tabla 3, puede ser útil tanto para *P. pastoris* desarrolló promotores y escalas, estudios de investigación de laboratorio y también es adecuado para la producción a gran escala de proteínas recombinantes en biofarmacéutica, los alimentos, la nanociencia, y la industria química.

Además, debido a su composición química más simple (el medio de cultivo propuesto requiere en resumen 27% menos de masa de componentes químicos que el medio de cultivo previamente simple), la carga de contaminación más de los residuos de fermentación en los ecosistemas podría reducirse mediante el uso de la MBSM a escala productiva para la producción de proteínas heterólogas en *Pichia pastoris*.

### Agradecimientos

Quisiéramos dedicar este trabajo a la fallecida Dra. Mercedes Rodríguez Edreira, profesora titular de la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, quien nos estimuló a escribir este trabajo. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cereghino JL, Cregg JM (2000) *Heterologous protein expression in the methylotrophic yeast Pichia pastoris*. FEMS Microbiol Rev 24: 45-66.
- Cos O, Ramon R, Montesinos JL, Valero F (2006) *Operational strategies, monitoring and control of heterologous protein production in the methylotrophic yeast Pichia pastoris under different promoters: A review*. Microb Cell Fact 5: 17-37.
- Curless C, Baclaski J, Sachdev R (1996) *Phosphate glass as a phosphate source in high cell density Escherichia coli fermentations*. Biotechnol Prog 12: 22-25.
- D'Anjou M, Daugulis AJ (1997) *A model-based feeding strategy for fedbatch fermentation of recombinant Pichia pastoris*. Biotechnol Tech 11: 865-868.
- (2000) *Mixed-feed exponential feeding for fedbatch culture of recombinant methylotrophic yeast*. Biotechnol Lett 22: 341-346.
- Fickers P (2014) *Pichia pastoris: a workhorse for recombinant protein production*. Curr Res Microbiol Biotechnol 2: 354-363.
- Files D, Ogawa M, Scaman CH, Baldwin SA (2001) *A Pichia pastoris fermentation process for producing high-levels of recombinant human cystatin-C*. Enz Microb Technol 29: 335-340.
- Mansur M, Cabello C, Hernández L, Pais J, Varas L, et al. (2005) *Multiple gene copy number enhances insulin precursor secretion in the yeast Pichia pastoris*. Biotechnol Lett 27: 339-345.
- Menéndez C, Hernández L, Banguela A, Pais JM (2004) *Functional production and secretion of the Gluconoacetobacter diazotrophicus fructose-releasing exolevanase (LsdB) in Pichia pastoris*. Enz Microbial Technol 34: 446-452.
- Menéndez C, Hernández L, Pais JM, Banguela A, Ramirez R, et al. (2005) *Identification and recombinant expression of a bacterial exolevanase useful for the production of high fructose syrups*. Biotecnol Aplicada 22: 68-72.
- Pais-Chanfrau JM, García Y, Licor L, Besada V, Castellanos-Serra L, et al. (2004) *Improving the expression of mini-proinsulin in Pichia pastoris*. Biotechnol Lett 26: 1269-1272.
- Pichia* Fermentation Process Guidelines (2002) *Invitrogen Life Technologies, USA*, pp. 1-11.
- Rabert C, Weinacker D, Pessoa Jr A, Farias JG (2013) *Recombinants proteins for industrial uses: utilization of Pichia pastoris expression system*. Braz J Microbiol 44: 351-356.
- Sinha J, Plantz BA, Zhang W, Gouthro M, Schlegel V, et al. (2003) *Improved production of recombinant ovine interferon-tau by mut(+) strain of Pichia pastoris using an optimized methanol feed profile*. Biotechnol Prog 19: 794-802.
- Stratton J, Chiruvolu V, Meagher M (1998) *High cell-density fermentation*. In: Higgins DR, Cregg JM (eds.) *Methods in molecular biology: Pichia protocols*. Humana, Totowa, New York, pp. 107-120.
- Trujillo LE, Banguela A, Pais JM, Tambara Y, Arrieta JG, et al. (2002) *Constitutive expression of enzymatically active Gluconacetobacter diazotrophicus levansucrase in the methylotrophic yeast Pichia pastoris*. Afinidad 59: 365-370.
- Trujillo LE, Banguela A, Pais JM, Tambara Y, Sotolongo M, et al. (2003) *Expression of enzymatically active Gluconacetobacter diazotrophicus levansucrase in Pichia pastoris under the glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase promoter*. Biotecnol Aplicada 20: 192-200.
- Wegner GH (1983) *Biochemical conversions by yeast fermentation at high cell densities*. Patent US4414329.
- Zhang W, Inan M, Meagher MM (2000) *Fermentation strategies for recombinant protein expression in the methylotrophic yeast Pichia pastoris*. Biotechnol Bioproc Eng 5: 275-287.







# Análisis de promotores de genes implicados en el metabolismo del óxido nítrico en *Botrytis cinerea*

PhD. Daniela Isabel Santander-Gordón

PhD. Vinicio Danilo Armijos-Jaramillo

Docentes investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA  
disantander@utn.edu.ec

## RESUMEN

*Botrytis cinerea* es el agente causal de la podredumbre gris. En el Ecuador, el rendimiento de cultivos con potencial de exportación como la rosa, se encuentran afectados directamente por la presencia de este hongo. Experimentalmente se ha comprobado que *B. cinerea* produce óxido nítrico (NO), y que éste le facilita la colonización y rápida diseminación en amplias zonas cultivadas. Con el propósito de identificar los procesos fisiológicos en los que participa el NO en *B. cinerea*, en este trabajo se realizó un análisis de las regiones promotoras de los genes potencialmente involucrados en la ruta del NO. Para ello, se llevó a cabo la predicción de potenciales sitios de unión a factores de transcripción en las regiones promotoras de cada gen relacionado con NO. Entre ellos destacó la secuencia BcT4 784, cuya región reguladora presenta un sitio de unión al factor de transcripción HIF-1-iNOS (regulador indirecto de la óxido nítrico sintasa). Además, la proteína codificada por BcT4 784 posee un dominio Sda1, el mismo que ha sido identificado en *S. cerevisiae* como esencial para la viabilidad de las células; dado su papel en la organización de la actina en el citoesqueleto. Estos datos aportan pistas sobre la potencial correlación entre el ciclo celular y el óxido nítrico en *B. cinerea*.

Palabras clave: BOTRYTIS CINEREA, ÓXIDO NÍTRICO, DESARROLLO, REGIÓN PROMOTORA, CICLO CELULAR.

## ABSTRACT

### **Analysis of Genes Promoters Immersed in the Nitric Oxide Metabolism in *Botrytis Cinerea***

*Botrytis cinerea* is the causal agent of gray mold. In Ecuador, the yield of crops with exportation potential like roses, are affected directly by the presence of this fungus. Previous experiments proved that *B. cinerea* produces nitric oxide (NO), and that this molecule facilitates its colonization and spread in wide cultivated zones. To identify the physiological processes in which NO participates in *B. cinerea*, we proposed the analysis of the promoter regions of the genes potentially involved in the NO pathway. For this, we predicted the potential transcription factor binding sites of the promoter region of each gene. Between them, BcT4 784 stood out because of the presence of HIF-1-iNOS transcription factor binding site. BcT4 784 encodes a protein with a Sda1 domain, which belongs to a conserved family in fungi and animals, and that has been identified in *S. cerevisiae* as essential for cell viability given its role in actin organization in the cytoskeleton. This could be related with the fungus cell cycle and this preliminary evidence shows a certain correlation between NO and cell cycle in *B. cinerea*.

Keywords: BOTRYTIS CINEREA, NITRIC OXIDE, DEVELOPMENT, PROMOTER REGION, CELL CYCLE.

## Introducción

*B. cinerea* es un hongo fitopatógeno, responsable de la enfermedad conocida como podredumbre gris. La enfermedad ha recibido este nombre por el aspecto aterciopelado y la coloración grisácea característica que adquieren los tejidos a los cuales afecta y sobre los que esporula abundantemente.

Es un hongo de características muy particulares que puede vivir como saprófito sobre tejidos muertos, pero también tiene un carácter polífago sobre plantas vivas. Se conoce que infecta a más de 200 especies de plantas y es considerado un organismo necrótrofo “modelo”, es decir que primero mata a las células de la planta huésped para luego colonizar el tejido muerto. Se sabe que, además, puede infectar tejidos sanos cuyas respuestas defensivas puede incluso modular en su propio beneficio.

Dentro del amplio rango de especies a las cuales *B. cinerea* infecta, encontramos cultivos de dicotiledóneas de gran interés económico a nivel mundial. Por las cuantiosas pérdidas económicas en estos cultivos y por su relevancia científica, *B. cinerea* ha sido considerado el segundo hongo fitopatógeno más importante en la patología molecular de plantas.

*B. cinerea* es un hongo difícil de controlar porque posee una amplia variedad de factores y mecanismos de patogenicidad que le permiten atacar a la planta huésped de formas diferentes. Por otra parte, pudiendo infectar a tantos huéspedes diferentes, las fuentes de inóculo pueden ser muy diversas. Además, puede sobrevivir tanto en estadio de espora como de micelio y por largos periodos en forma de esclerocios en desechos de cultivo. Puede desarrollarse en casi todos los climas, por lo cual es considerado un hongo ubicuo.

*B. cinerea* pertenece al phylum Ascomycota, subphylum Pezizomycotina, clase Leotiomycetes, orden Helotiales y familia Sclerotiniaceae.

Dentro del género *Botrytis* existen casi 30 especies descritas. La mayor parte son específicas de un solo huésped. La excepción es *B. cinerea*, que posee un amplio rango de especies a las cuales infecta. Es considerado un hongo necrótrofo por excelencia: ataca a numerosos huéspedes, posee enzimas degradadores de la pared celular, mata rápidamente a la planta huésped y es capaz de extraer nutrientes de tejidos muertos.

El óxido nítrico (NO, por sus siglas en inglés) es un gas incoloro, inodoro y altamente tóxico, producido durante la quema de combustibles fósiles, que además constituye un

potente gas de efecto invernadero. Esta molécula fue descubierta por Robert Furchgott, Louis Ignarro y Ferid Murad, como mensajera en el aparato cardiovascular, hecho que les valió el premio Nobel en el año de 1998. A partir de este descubrimiento, se realizaron numerosos estudios que revelaron la ubicuidad del NO en organismos vivos y su participación en diversas vías de señalización.

En general, en los hongos se ha visto que el NO está involucrado en el control del desarrollo sexual y asexual, producción de micotoxinas, formación de cuerpos fructíferos y la respuesta a estrés abiótico. Sin embargo, uno de los aspectos más estudiados está relacionado con los posibles mecanismos de patogenicidad que los fitopatógenos han desarrollado para poder colonizar eficazmente a sus huéspedes (Arasimowicz-Jelonek & Floryszak-Wieczorek, 2014). Los estudios demuestran que el NO posee un papel clave en la regulación de importantes funciones en hongos patógenos, tales como el desarrollo, la virulencia y la supervivencia en la planta huésped.

Cuando una planta es atacada por un patógeno se activan respuestas sistémicas (como la muerte celular programada) que son dirigidas por especies reactivas de oxígeno (ROS) y de nitrógeno (RNS) (entre ellas el NO). En hongos con estilos de vida biótrofos, es decir que necesitan que el huésped esté vivo para poder colonizarlo, la muerte celular programada detiene su avance. En el caso de *B. cinerea*, al ser un hongo necrótrofo, este no se ve afectado por este tipo de armas químicas, y más bien se beneficia de la muerte celular programada de las células vegetales y puede llegar incluso a modularla y utilizarla en su beneficio.

En el contexto de las interacciones planta-patógeno el NO actúa de una manera curiosa, puede favorecer tanto a la planta como al patógeno. El NO tiene un papel dual en la interacción planta-patógeno que puede derivarse de la forma en que se han desarrollado los patógenos para tolerar e incluso incorporar en su metabolismo al NO (molécula tóxica producida por las plantas como parte de su arsenal de defensa) (Yamasaki, 2005). Se conoce que la acumulación de NO y de ROS, principalmente peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), activa la muerte celular programada de la planta que culmina con la Respuesta de Hipersensibilidad (HR) (Delledonne, Xia, Dixon, & Lamb, 1998). Este sistema de señalización induce no sólo la muerte celular localizada, sino además la activación de genes de defensa y el establecimiento de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR, por sus siglas en inglés) (Durner, Wendehenne, & Klessig, 1998).

Por su parte, la flavohemoglobina BCFHG1 constituye el principal, si no el único, mecanismo detoxificador de NO exógeno de *B. cinerea* (Juan Luis Turrion-Gomez, Es-lava, & Benito, 2010). Este hecho queda demostrado en la incapacidad de los mutantes  $\Delta Bcfhg1$  de detoxificar NO. Es un sistema de detoxificación muy eficiente basado en una enzima con una alta afinidad por el NO (Juan Luis Turrion-Gomez et al., 2010). La expresión de *Bcfhg1* es inducible por NO exógeno y responde a concentraciones fisiológicas de NO, sin embargo, BCFHG1 no puede ser considerada como un factor de patogenicidad de *B. cinerea*, ya que los mutantes  $\Delta Bcfhg1$  no presentan alteraciones en su capacidad para infectar a la planta huésped (Juan Luis Turrion-Gomez et al., 2010).

El hecho de que los mutantes  $\Delta Bcfhg1$  no muestren una reducción en su capacidad de infección, aun siendo deficientes en el principal sistema responsable de la detoxificación de NO en *B. cinerea*, sugiere que el hongo no experimenta una situación de estrés nitrosativo notable in planta. Por ello se ha propuesto que las funciones fisiológicas de BCFHG1 puede estar más bien relacionadas con la regulación de los niveles de NO endógeno que el patógeno pueda producir en fases concretas del ciclo de desarrollo del hongo (Juan Luis Turrion-Gomez et al., 2010). Las observaciones derivadas del estudio de su patrón de expresión durante el desarrollo saprofítico apoyan esta propuesta.

El hecho de que BCFHG1 pueda participar en la modulación de los niveles de NO

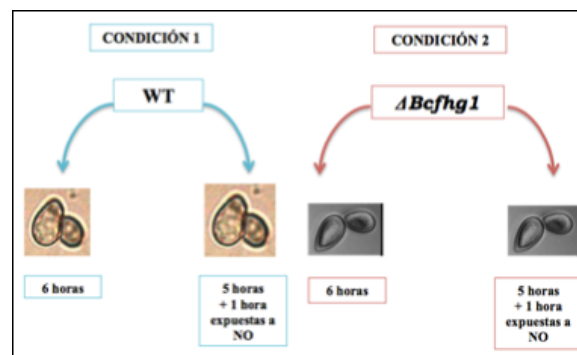


endógeno supone que *B. cinerea* puede producir NO por sí mismo, y que lo hace tanto en la fase de esporas en germinación como en la fase de desarrollo de micelio, y que este NO producido por el hongo difunde al medio circundante (Juan L. Turrion-Gomez & Benito, 2011).

Esta producción de NO por parte del hongo puede tener importantes implicaciones funcionales, ya que se trata de una producción regulada que depende en buena medida del huésped en particular y del estado de desarrollo de la infección.

### Materiales y métodos. Obtención de los genes involucrados en el metabolismo del NO

Los datos de partida del presente trabajo se obtuvieron de un análisis de expresión génica global previo, llevado a cabo con el propósito de identificar los procesos fisiológicos en los cuales participa el NO en *B. cinerea*. A partir de ellos, se identificaron genes inducidos y reprimidos que responden a NO específicamente en dos condiciones: esporas en germinación de tipo silvestre (wt) expuestas y no expuestas a NO, y esporas de una cepa mutante ( $\Delta Bcfhg1$ ) desprovista de su mecanismo de detoxificación frente a NO (no presenta el gen de la enzima flavohemoglobina), expuestas y no expuestas a NO (Fig. 1).



**Figura 1.** Condiciones de partida de los datos obtenidos del análisis de expresión génica global para identificar los procesos fisiológicos regulados por NO.

### Categorización de los genes escogidos

Para llevar a cabo la asignación de la función putativa de cada gen, y su categorización dentro de los términos GO, se utilizó el programa Blast2GO ([www.blast2go.com](http://www.blast2go.com)) (Conesa et al., 2005).

Predicción de potenciales sitios de unión a factores de transcripción e inicio de la transcripción

Como paso esencial dentro del análisis de la región promotora, se llevó a cabo la predicción de potenciales sitios de unión a factores de transcripción. Para ello, se utilizaron las secuencias de 1000 pares de bases aguas arriba del codón de inicio de cada gen depositadas en el proyecto Fungal Initiative del Broad Institute ([www.broadinstitute.org/](http://www.broadinstitute.org/)). A estas secuencias corresponden las regiones promotoras analizadas en este trabajo.

Con el programa online PROMHW de SoftBerry Inc. ([www.softberry.com/](http://www.softberry.com/)) (Solo-veyev & Shahmuradov, 2003) se identificaron aquellas regiones promotoras que presentan cajas TATA. Las cajas CAAT fueron identificadas con el programa online Tfsitescan (<http://www.ifti.org/cgi-bin/ifti/Tfsitescan.pl>). Este programa además se utilizó para identificar regiones promotoras que presentan actividad enhancer y/o silencer (aumentadora/represora).

El programa P-Match – 1.0 ([www.gene-regulation.com](http://www.gene-regulation.com)) (Chekmenev, Haid, & Kel, 2005) se utilizó para identificar sitios de unión a factores de transcripción específicos de hongos. P-Match también se utilizó para comprobar la identificación de las cajas CAAT.

Para la identificación en las regiones promotoras de los sitios putativos de inicio de la transcripción (TSS, por sus siglas en inglés) se utilizó el programa Promoter 2.0 Prediction Server (Knudsen, 1999).

## Resultados. Datos iniciales

Se escogieron 629 genes provenientes del análisis de expresión génica realizado en Santander (2014). Particularmente, se tomaron aquellos genes que presentaron un cambio en su expresión de entre 2 y 7 veces, y un p-value <0.01 en el análisis de expresión diferencial descrito en la Figura 1.

De la condición 1 (esporas en germinación de tipo silvestre (wt) expuestas y no expuestas a NO), 104 genes se encontraron inducidos y 103 presentaron represión en respuesta a NO. De la condición 2 (esporas de la cepa mutante  $\Delta$ Bcfhg1 desprovista de su mecanismo de detoxificación frente a NO, expuestas y no expuestas a NO), 207 genes se encontraron inducidos y 215 se encontraron reprimidos en respuesta a NO.

Identificación de los potenciales sitios de unión a factores de transcripción y de los sitios de inicio de la transcripción

Para la condición 1, el programa PROMHW identificó cajas TATA en 4 genes reprimidos por NO y en un gen inducido por este (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Genes reprimidos e inducidos de la condición 1 que presentan caja TATA en su región promotora

Reprimido	BcT4 9516	Hypothetical protein	2,47
Reprimido	BcT4 7546	Hypothetical protein	2,41
Reprimido	BcT4 9787	NA	2,35
Inducido	BcT4 4355	Dolichol-phosphate mannosyltransferase	2,06
<sup>a</sup> Los nombres responden al proyecto de secuenciación del genoma de <i>B. cinerea</i> cepa B05.10			
<sup>a</sup> El cambio en el nivel de expresión y las condiciones de comparación fueron obtenidas de Santander (2014)			

En la condición 2 se identificaron 28 cajas TATA en las regiones promotoras: 7 en los genes reprimidos y 21 en los genes inducidos (Cuadro 2).

Los programas Tfsitescan y P-Match – 1.0 identificaron cajas CAAT tanto en los genes inducidos de la condición 1, como en genes inducidos y reprimidos en la condición 2. En la condición 1 se identificó este elemento en el gen inducido BcT4 6801, y en la condición 2 se identificaron en la región promotora de los genes reprimidos BcT4 4720 y BcT4 8109, y en el gen inducido BcT4 3987.

En cuanto a las regiones promotoras que presentan actividad enhancer y/o silencer (aumentadora/represora), Tfsitescan identificó 13 genes de la condición 1 que presentan esta característica y 58 de la condición 2 (Cuadro 3).

P-Match – 1.0 identificó 9 sitios de unión a factores de transcripción específicos de hongos en genes de la condición 1 y 23 en la condición 2.

Promoter 2.0 identificó el sitio putativo de inicio de la transcripción (TSS, por sus siglas en inglés) en 5 genes reprimidos y 4 genes inducidos de la condición 1 (Cuadro 4). En la condición 2 los identificó en 15 genes reprimidos y 18 inducidos (Cuadro 5). Aquellos TSS predichos con un score mayor a 1, tienen una mayor probabilidad de ser correctos.

**Cuadro 2.** Genes reprimidos o inducidos en presencia de NO en la fase de esporas en germinación de la cepa mutante  $\Delta BcFhg1$  (condición 2) que presentan cajas TATA.

RESPUESTA AL ÓXIDO NÍTRICO	NOMBRE DEL GEN <sup>a</sup>	FUNCIÓN (GO TERM)	CAMBIO EN EL NIVEL DE EXPRESIÓN <sup>b</sup>
Reprimido	BcT4 131	DNA replication licensing factor mcm3	4,77
Reprimido	BcT4 3011	NA	4,39
Reprimido	BcT4 4811	Pigment biosynthesis protein ayg1	4,33
Reprimido	BcT4 1618	G2-specific protein kinase nima	4,29
Reprimido	BcT4 3868	Anaphase-promoting complex subunit cut9	4,22
Reprimido	BcT4 2710	Choline dehydrogenase	4,02
Inducido	BcT4 10393	Glutation S-transferasa	7,08
Inducido	BcT4 4080	Isoflavone reductase family protein	6,74
Inducido	BcT4 3391	NA	6,2
Inducido	BcT4 1129	Zinc-binding oxidoreductase	5,64
Inducido	BC1G_15848.1	Nucleoside-diphosphate-sugar epimerase	5,21
Inducido	BcT4 5918	NA	5,17
Inducido	BcT4 156	NA	5,07
Inducido	BC1G_06809.1	Predicted protein	4,9
Inducido	BC1G_16127.1	Acetylcholinesterase precursor	4,74
Inducido	BC1G_09939.1	Predicted protein	4,69
Inducido	BcT4 9515	Tsa family protein	4,61
Inducido	BC1G_02063.1	Predicted protein	4,38
Inducido	BcT4 2049	Hypothetical protein	4,28
Inducido	BcT4 1859	Beta-lactamase family protein	4,26
Inducido	BcT4 8321	NA	4,21
Inducido	BC1G_14013.1	Predicted protein	4,18
Inducido			
Inducido	BcT4 3987	NA	4,18

<sup>a</sup>Los nombres responden al proyecto de secuenciación del genoma de *B. cinerea* cepa B05.10

<sup>b</sup>El cambio en el nivel de expresión y las condiciones de comparación fueron obtenidas de Santander (2014)

### BcT4 784: un gen regulado por iNOS

Entre los genes analizados destacó la secuencia BcT4 784, cuya región reguladora presenta un sitio de unión al factor de transcripción HIF-1-iNOS. En macrófagos, este factor se ve regulado por la proteína iNOS (óxido nítrico sintasa inducible). BcT4 784 codifica una proteína con un dominio Sda1 (Figura 2), el cual se encuentra conservado en familias de genes de hongos y animales. Este dominio ha sido identificado en *S. cerevisiae* como esencial para la viabilidad de las células, dado su papel en la organización de la actina en el citoesqueleto. Además, podemos agregar, que la represión en la expresión de BcT4 784 en *B. cinerea* detectada en el análisis de expresión por microarrays, fue comprobada por PCR cuantitativa (Santander, 2014). Dicho experimento confirma que la variación en la expresión es real.

**Cuadro 3.** Genes reprimidos o inducidos en presencia de NO en las dos condiciones, cuyas regiones reguladores presentan actividad enhancer y/o silencer.

CONDICIÓN	RESPUESTA A ÓXIDO NÍTRICO (NO)	ENHANCER	SILENCER	ENHANCER/SI LENCER
1	Reprimidos	BcT4 8159 BcT4 9516 BcT4 7740 BcT4 9787 BcT4 3231		BcT4 329 BcT4 9438 BC1G_11061.1
	Inducidos	BcT4 5340 BC1G_07437.1 BcT4 6801 BcT4 4355	BC1G_00909.1	
2	Reprimidos	BcT4 10160 BcT4 131 BcT4 9720 BcT4 4811 BcT4 8109 BcT4 1618 BcT4 3868 BcT4 9719 BcT4 9725 BcT4 5975	BcT4 4720 BcT4 8519 BcT4 2710	BcT4 7302 BcT4 1250 BcT4 4862 BcT4 5680 BcT4 784 BcT4 6044 BcT4 1181 BcT4 9937 BcT4 568 BcT4 5530 BcT4 3473 BcT4 881
	Inducidos	BcT4 1129 BcT4 7835 BC1G_15848.1 BcT4 5918 BcT4 156 BC1G_06809.1 BcT4 4370 BC1G_15490.1 BcT4 6596 BcT4 317 BcT4 3222 BcT4 2049 BcT4 1859 BcT4 7677 BC1G_00914.1 BC1G_14013.1 BcT4 5642 BC1G_02204.1	BcT4 4080	BcT4 10393 BcT4 5955 BcT4 3391 BcT4 592 BC1G_09939.1 BcT4 9515 BC1G_02063.1 BcT4 1463 BcT4 8321 BcT4 3987 BcT4 4717 BC1G_14678.1 BcT4 2730 BcT4 8822



**Cuadro 4.** Genes inducidos y reprimidos en presencia de NO en la fase de esporas (condición 1) en cuya región promotora se ha identificado el sitio putativo de inicio de la transcripción

RESPUESTA AL ÓXIDO NÍTRICO	NOMBRE DEL GEN <sup>a</sup>	FUNCIÓN (GO TERM)	CAMBIO EN EL NIVEL DE EXPRESIÓN <sup>b</sup>	POSICIÓN TSS <sup>c</sup>	SCORE <sup>d</sup>
Inducidos	BC1G_00909.1	Predicted protein	2,24	300	0,606
	BcT4 5340	NA	2,17	300	0,554
	BcT4 6801	Calcium dependent mitochondrial carrier protein	2,08	300	0,688
	BcT4 4355	Dolichol-phosphate mannosyltransferase	2,06	500	0,632
Reprimidos	BcT4 8159	NA	2,56	400	0,687
	BcT4 9438	F-box domain-containing protein	2,53	200	0,697
	BcT4 9516	Hypothetical protein	2,47	200	0,647
	BcT4 9787	NA	2,35	700	1,07
	BcT4 3231	U2 snrnp component ist3	2,09	400	0,621

<sup>a</sup>Los nombres responden al proyecto de secuenciación del genoma de *B. cinerea* cepa B05.10

<sup>b</sup>El cambio en el nivel de expresión y las condiciones de comparación fueron obtenidas de Santander (2014)

<sup>c</sup>La posición es relativa al inicio de la zona analizada, 1 Kb aguas arriba del codón de inicio de la región codificante correspondiente

<sup>d</sup>Score dado por el programa Promoter 2.0

## Discusión

El papel de la región promotora de los genes, es fundamental en la regulación de los genomas de todas las especies (Paul, Klutts, & Moye-Rowley, 2012). La identificación de los elementos que se encuentran en dicha región es indispensable para comprender el funcionamiento de los genes, y por ello, actualmente es uno de los campos más estudiados de la Biología Molecular (Mejía-Guerra & Lareo, 2006) y también uno de los que más retos presenta.

En los organismos eucariotas, la regulación génica resulta en parte por la compleja interacción de factores de transcripción (elementos reguladores en trans) con secuencias conservadas denominadas motivos presentes en la región promotora (elementos reguladores en cis). De éstos últimos los más comunes son las cajas TATA y CAAT. La primera se presume que está presente entre un 30% a 50% de todos los genes humanos (Mejía-Guerra & Lareo, 2006), y en general es uno de los elementos más buscados al analizar regiones promotoras. Tanto las cajas TATA como CAAT se encuentran mayormente ubicados en la región upstream o aguas arriba del codón de inicio de la traducción. De los 629 genes escogidos para el análisis (por responder diferencialmente a la presencia de NO), se identificaron 32 genes (~5%) con regiones reguladoras que presentan cajas



**Figura 2.** Dominios de la proteína codificada por el gen BcT4 784

**Cuadro 5.** Genes inducidos y reprimidos en presencia de NO en la fase de esporas en germinación de la cepa mutante  $\Delta Bcfhg1$  (condición 2) en cuya región promotora se ha

RESPUESTA AL ÓXIDO NÍTRICO	NOMBRE DEL GEN <sup>a</sup>	FUNCIÓN (GO TERM)	CAMBIO EN EL NIVEL DE EXPRESIÓN <sup>b</sup>	POSICIÓN TSS <sup>c</sup>	SCORE <sup>d</sup>
Inducidos	BcT4 10393	Glutation S-transferasa	7,08	300	0,639
	BcT4 4080	Isoflavone reductase family protein	6,74	400	0,588
	BcT4 5955	NA	6,22	200	0,501
	BcT4 3391	NA	6,2	600	0,644
	BC1G_15848.1	Nucleoside-diphosphate-sugar epimerase	5,21	800	1,1
	BC1G_09939.1	Predicted protein	4,69	300	1,103
	BC1G_15490.1	Bifunctional p-450:nadph-p450 reductase	4,63	300	0,672
	BcT4 317	NA	4,44	400	0,626
	BcT4 3222	Alpha beta hydrolase	4,41	300	0,59
	BcT4 2049	Hypothetical protein	4,28	600	1,15
	BcT4 1368	NA	4,23	400	0,684
	BcT4 8321	NA	4,21	400	0,597
	BC1G_14013.1	Predicted protein	4,18	600	1,159
	BcT4 3987	NA	4,18	800	1,222
	BcT4 5642	Heat shock protein 16	4,17	600	0,707
	BC1G_02204.1	Predicted protein	4,13	500	0,62
	BC1G_14678.1	Peptidase family t4 protein	4,07	500	0,629
	BcT4 8822	NA	4,01	400	0,629
Reprimidos	BcT4 4862	Hypothetical protein	4,83	700	0,679
	BcT4 5680	DNA replication licensing factor mcm5	4,75	600	0,61
	BcT4 2741	Hypothetical protein	4,69	300	0,557
	BcT4 6044	Hypothetical protein	4,53	700	0,617
	BcT4 8647	Nuclear condensin complex subunit	4,48	800	0,747
	BcT4 62	Domain protein	4,4	700	0,719
	BcT4 1181	Pre-mRNA splicing factor ATP-dependent RNA helicase prp16	4,4	400	0,622
	BcT4 3011	NA	4,39	200	0,596
	BcT4 4720	Predicted protein	4,35	400	0,589
	BcT4 1618	G2-specific protein kinase nima	4,29	300	0,614
	BcT4 9725	Cytochrome p450	4,12	700	0,679
	BcT4 568	NA	4,08	700	0,591
	BcT4 5530	Proteasome maturation ans ribosome synthesis protein	4,04	200	0,524
	BcT4 3473	NA (DNA BINDING)	4,03	300	0,548
	BcT4 2710	Choline dehydrogenase	4,02	300	0,587

<sup>a</sup>Los nombres responden al proyecto de secuenciación del genoma de *B. cinerea* cepa B05.10

<sup>b</sup>El cambio en el nivel de expresión y las condiciones de comparación fueron obtenidas de Santander (2014)

<sup>c</sup>La posición es relativa al inicio de la zona analizada, 1 Kb aguas arriba del codón de inicio de la región codificante correspondiente

<sup>d</sup>Score dado por el programa Promoter 2.0

TATA. Este dato muestra una baja cantidad de genes regulados con este tipo de cajas con respecto a los genes humanos. Una explicación para estos datos está relacionada con el entrenamiento por el que pasan los modelos de predicción de cajas. Normalmente este tipo de programas son entrenados con genomas de animales y/o humanos y por ende se vuelven ineficientes para genes de hongos. Una explicación alternativa que no fue puesta a prueba en este trabajo, es la posible baja regulación de los genes relacionados con NO por cajas TATA o CAAT. Cual sea la explicación correcta, los métodos usados en este trabajo obtuvieron tan solo una pequeña fracción de genes regulados por este tipo de cajas (TATA y CAAT).


Considerablemente mayor fue el porcentaje de genes que presentaron enhancers y silencers (11.3 %), lo cual nos da una idea de la compleja regulación que poseen los genes relacionados con el metabolismo del NO. Cabe resaltar que los elementos identificados en las regiones reguladoras analizadas en este trabajo no son las únicas que existen, pero dadas las limitaciones de los programas de predicción actuales debemos contemplar la posibilidad de que los genes relacionados con el metabolismo de NO tengan una regulación aún más compleja.

El descubrimiento en la región promotora del gen BcT4 784 de un sitio de unión al factor de transcripción HIF-1-iNOS, cuya regulación está a cargo de la enzima iNOS (Yin, Yang, Ku, & Hsu, 2000) resulta interesante en el marco de nuestro estudio por varias razones. En primer lugar porque la identificación de este sitio podría resultar clave para determinar la presencia de la enzima óxido nítrico sintasa (NOS) en *Botrytis sp.* Este hecho es relevante ya que hasta el momento no se ha identificado una enzima con actividad "NOS-like" propiamente dicha ni en hongos ni en plantas. A pesar de que las características bioquímicas descritas del sistema productor de NO y los efectos biológicos y señaladores que tiene el NO en estos sistemas sugieren fuertemente que un sistema de tipo NOS debe existir para este grupo de organismos (Santander, 2014).

Por su parte, el gen BcT4 784 codifica una proteína con un dominio Sda1, el mismo que pertenece a una familia conservada en hongos y animales y que ha sido identificada en *S. cerevisiae* como esencial para la viabilidad de las células, dado su papel en la organización de la actina en el citoesqueleto. Esto podría indicar que el gen BcT4 784 podría estar relacionado con el ciclo celular del hongo, lo que constituye evidencia preliminar para sugerir una cierta correlación entre NO y ciclo celular (Buscemi, Saracino, Masnada, & Carbone, 2000). En estudios previos ya se ha demostrado cierta conexión entre esta molécula y procesos que ocurren durante la progresión del ciclo celular (Santander, 2014), lo que al parecer indica que el NO dirige procesos fundamentales en estos organismos.

## Conclusiones

El análisis de promotores propuesto resultó útil para identificar los elementos reguladores presentes en los genes inducidos o reprimidos por la acción de NO en el hongo fitopatógeno *B. cinerea*.

BcT4 784 es un gen candidato para llevar a cabo estudios posteriores de genómica funcional dada la presencia en su región promotora de una secuencia que reconoce el factor de transcripción HIF-1-iNOS, cuya actividad en humanos está regulada por el gen iNOS. Este hallazgo resulta interesante dado que en *B. cinerea* no se ha encontrado hasta el momento un gen que codifique para una enzima óxido nítrico sintasa (NOS). 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arasimowicz-Jelonek, M., & Floryszak-Wieczorek, J. (2014). Nitric oxide: an effective weapon of the plant or the pathogen? *Molecular Plant Pathology*, 15(4), 406–416.
- Buscemi, G., Saracino, F., Masnada, D., & Carbone, M. L. (2000). The *Saccharomyces cerevisiae* SDA1 gene is required for actin cytoskeleton organization and cell cycle progression. *Journal of Cell Science*, 113 ( Pt 7), 1199–1211.
- Chekmenev, D. S., Haid, C., & Kel, A. E. (2005). P-Match: transcription factor binding site search by combining patterns and weight matrices. *Nucleic Acids Research*, 33 (Web Server issue), W432–W437. <https://doi.org/10.1093/nar/gki441>
- Conesa, A., Götz, S., García-Gómez, J. M., Terol, J., Talón, M., & Robles, M. (2005). Blast2GO: a universal tool for annotation, visualization and analysis in functional genomics research. *Bioinformatics (Oxford)*, 21(18), 3674–3676. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bti610>
- Delledonne, M., Xia, Y., Dixon, R. A., & Lamb, C. (1998). Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance. *Nature*, 394(6693), 585–588. <https://doi.org/10.1038/29087>
- Durner, J., Wendehenne, D., & Klessig, D. F. (1998). Defense gene induction in tobacco by nitric oxide, cyclic GMP, and cyclic ADP-ribose. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95(17), 10328–10333.
- Knudsen, S. (1999). Promoter2.0: for the recognition of PolII promoter sequences. *Bioinformatics (Oxford, England)*, 15(5), 356–361.
- Mejía-Guerra, M., & Lareo, L. (2006). Aproximaciones computacionales para la identificación de promotores eucariotas tipo II. Retrieved September 15, 2016, from <https://goo.gl/OpAkr4>
- Paul, S., Klutts, J. S., & Moye-Rowley, W. S. (2012). Analysis of Promoter Function in *Aspergillus fumigatus*. *Eukaryotic Cell*, 11(9), 1167–1177. <https://doi.org/10.1128/EC.00174-12>
- Santander, D. (2014, de diciembre del). Estudio del metabolismo del óxido nítrico (NO) en *Botrytis cinerea*: mecanismos de producción y efectos fisiológicos. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Solovyev, V. V., & Shahmuradov, I. A. (2003). PromH: promoters identification using orthologous genomic sequences. *Nucleic Acids Research*, 31(13), 3540–3545.
- Turrion-Gomez, J. L., & Benito, E. P. (2011). Flux of nitric oxide between the necrotrophic pathogen *Botrytis cinerea* and the host plant. *Molecular Plant Pathology*, 12(6), 606–616. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00695.x>
- Turrion-Gomez, J. L., Eslava, A. P., & Benito, E. P. (2010). The flavohemoglobin BCFHG1 is the main NO detoxification system and confers protection against nitrosative conditions but is not a virulence factor in the fungal necrotroph *Botrytis cinerea*. *Fungal Genetics and Biology*, 47(5), 484–496. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.03.001>
- Yamasaki, H. (2005). The NO world for plants: achieving balance in an open system. *Plant, Cell & Environment*, 28(1), 78–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2005.01297.x>
- Yin, J. H., Yang, D. I., Ku, G., & Hsu, C. Y. (2000). iNOS expression inhibits hypoxia-inducible factor-1 activity. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 279(1), 30–34. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.3896>

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Amselem, J., Cuomo, C. A., Kan, J. A. L. van, Viaud, M., Benito, E. P., Couloux, A., Dickman, M. (2011). Genomic Analy-



- sis of the Necrotrophic Fungal Pathogens *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea*. *PLOS Genet*, 7(8), e1002230. <http://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002230>
- Beever, R. E., & Weeds, P. L. (2007). Taxonomy and Genetic Variation of *Botrytis* and *Botryotinia*. In Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, & N. Dellen (Eds.), *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (pp. 29–52). Springer Netherlands. Retrieved from <https://goo.gl/oABbdP>
- Dean, R., Van Kan, J. a. L., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., ... Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13(4), 414–430. <http://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
- Durner, J., Wendehenne, D., & Klessig, D. F. (1998). Defense gene induction in tobacco by nitric oxide, cyclic GMP, and cyclic ADP-ribose. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95(17), 10328–10333.
- Klepper, L. (1979). Nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) emissions from herbicide-treated soybean plants. *Atmospheric Environment* (1967), 13(4), 537–542. [http://doi.org/10.1016/0004-6981\(79\)90148-3](http://doi.org/10.1016/0004-6981(79)90148-3)
- Lancaster, J. R. (1997). A Tutorial on the Diffusibility and Reactivity of Free Nitric Oxide. *Nitric Oxide*, 1(1), 18–30. <http://doi.org/10.1006/niox.1996.0112>
- Pezet, R., & Pont, V. (1990). Ultrastructural Observations of Pterostilbene Fungitoxicity in Dormant Conidia of *Botrytis cinerea* Pers. *Journal of Phytopathology*, 129(1), 19–30. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1990.tb04286.x>
- Plesken, C., Westrich, L.-D., & Hahn, M. (2015). Genetic and phenotypic characterization of *Botrytis calthae*. *Plant Pathology*, 64(1), 128–136. <http://doi.org/10.1111/ppa.12240>
- van Deursen, D., Botma, G.-J., Jansen, H., & Verhoeven, A. J. (2007). Comparative genomics and experimental promoter analysis reveal functional liver-specific elements in mammalian hepatic lipase genes. *BMC Genomics*, 8, 99. <http://doi.org/10.1186/1471-2164-8-99>
- van Kan, J. A. L. (2006). Licensed to kill: the lifestyle of a necrotrophic plant pathogen. *Trends in Plant Science*, 11(5), 247–253. <http://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.03.005>
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Kan, J. A. L. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(5), 561–580. <http://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x>



# COLOQUIO IV: INGENIERÍA E INFORMÁTICA

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

*30  
años  
de Historia*



# Secado de Café en lecho fluidizado

PhD. Ramón Cala Aiello  
PhD. Mislaidys Riera Garcia  
PhD. Diego Armando Unigarro

Docentes Investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FICA y FICAYA  
rcala@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

Este artículo trata el secado de café arábigo en lecho fluidizado y su comparación con otros métodos tradicionales. Se utilizó un reactor de 0,1 m de diámetro y la altura se mantuvo constante e igual a un diámetro. El equipo experimental es controlado por la Unidad de Captura de datos de la National Instruments NI cDAQ-9139, la cual realiza la inter fase con el reactor y su computador interno a través del Software LabVIEW. Se diseñó un experimento 2 factoriales donde las variables independientes fueron la temperatura y velocidad del aire y la dependiente el tiempo de secado. Se realizó el procesamiento de los datos experimentales obtenidos las curvas características del secado. El procesamiento estadístico dio valores significativos tanto para la velocidad como para la temperatura del aire. Como resultado de este proceso se logró disminuciones del tiempo de secado hasta 50 minutos con valores bajos de temperatura de 50° C, siendo 10 veces menores que los valores obtenidas en secadores de bandejas y aun superiores en comparación con los métodos tradicionales de secado intensivo solar, evitar la pérdida de masa por sobre secado y garantiza un secado más homogéneo.

Palabras Clave: SECADO, CAFÉ, FLUIDIZACIÓN.

## ABSTRACT

---

### Coffee Drying in a Fluidized Bed

This study refers to the drying of Arabica coffee by fluidized bed and its comparison with other traditional methodologies. A reactor of 0.1 m diameter was used and the height was kept constant and equals to the diameter. The experimental equipment is controlled by the Data Capture Unit of the National Instruments NI cDAQ-9139, which makes the interface between the reactor and the internal computer through LabVIEW software. A two factorial experiment was designed where the independent variables were the temperature and the air speed and drying time as dependent variable. The processing of the experimental data depicted characteristic curves of the drying. The statistical processing shown significant values for both speed and air temperature. As final result of this process reductions of drying time of 50 minutes were achieved with low values of temperature such as 50° C, being 10 times lower than the values obtained by the tray type dryers and even higher than the drying traditional methods such as intensive solar. On the other hand, mass loss by over-drying was avoided, guaranteeing a more homogeneous drying.

Keywords: DRYING, COFFEE, FLUIDIZATION.



## Introducción

La conservación de alimentos por secado es uno de los procedimientos más antiguos usados por el hombre (Mujumdar, 2014).

El secado para la conservación de alimentos proporciona al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia. El secado se define como la remoción de humedad debido a la transferencia simultánea de calor y masa. Consiste en separar pequeñas cantidades de agua hasta que esta llegue a un valor aceptablemente bajo, es una de las etapas finales de una serie de operaciones (Mujumdar, 2014).

Durante el secado primeramente es removida el agua libre, ésta no cambia las propiedades del sólido durante el secado y después es removida el agua ligada que requiere la utilización mayor cantidades de energía (Liu et al., 2014).

En los alimentos al reducir el contenido de humedad se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones de deterioro (Doymaz, 2004). Por otra parte se reducen su volumen y su peso, lo cual reduce los costos de empaque y transporte, además el almacenamiento puede ser a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo (Rivera & del Carmen, 2015).

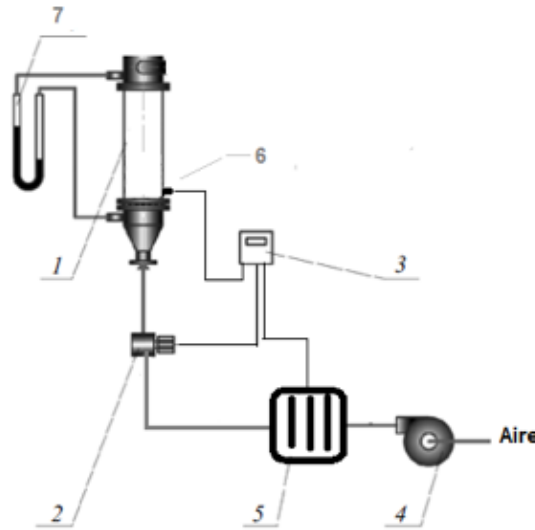
Para el beneficio tradicional del café, que consta de los siguientes pasos: recibo del café cereza, despulpado, fermentación, lavado, escurrido y secado, este último proceso resulta muy importante para la calidad del grano de café óptimo para su utilización (Montilla et al., 2013).

El secado natural ha sido siempre el medio de deshidratación de los productos, pero no siempre se cuenta con las condiciones climáticas favorables para desarrollar esta labor, lo que impide secar grandes volúmenes (Tirabanti, 2016).

Teniendo en cuenta que el secado de materiales de poco nivel de adsorción y de pequeño diámetro (0.5 – 15 mm), como el grano de café, se ven favorecidos por el uso de reactores de lechos fluidizados, disminuyendo el tiempo de secado y logrando un grano seco más uniforme que con otras tecnologías de secado (Jia et al., 2015).

## Materiales y métodos

*Equipamiento experimental utilizado.* Para el estudio experimental del secado de quinua se utilizó un reactor cilíndrico en lecho fluidizado. Fig. 1



**Figura 1.** *Instalación experimental*

Donde:

- 1- Reactor de columna cilíndrica de acrílico transparente Sistema de calefacción
- 2- Control de pulsaciones
- 3- Unidad de captura, almacenamiento y procesamiento de datos.
- 4- Soplador generador de flujo de aire
- 5- Sistema de calentamiento
- 6- Termocupla
- 7- Manómetro diferencial con columna de agua.

El reactor está construido de material acrílico transparente que permite la visualización del proceso de fluidización que se estudia, con dimensiones de 100 cm de altura y un diámetro de 10 cm y funciona con un flujo de aire a temperatura controlada,

El control de todos los parámetros medidos en el proceso, como son temperatura del lecho, humedad del grano, velocidad del flujo, frecuencia del pulso para el lecho fluidizado pulsante, se realiza con la Unidad de Captura, Almacenamiento y procesamiento de datos de la National Instruments NI cDAQ-9139, la cual realiza la inter fase con el reactor y su computador interno a través del Software LabVIEW(Lipták, 2013).

### **Procedimiento experimental**

Para el estudio del secado de café se procedió a realizar un diseño experimental de 2 factores, temperatura con 3 niveles, y velocidad del aire con 3 niveles.

Para la temperatura se tomaron los valores de 40,45 y 50° que garantizan que el grano de café no se ve afectado por el proceso de secado.

Para la velocidad se tomaron los valores de 3,9; 4,7 y 5,5 m/s , que son valores que varían desde cerca del valor de mínima fluidización hasta un poco antes del arrastre neumático de los granos de café.

En la tabla 1 se muestran los valores de las variables independientes generados por el diseño 2 factorial

**Tabla 1.** *Diseño 2 factoriales para el secado de café*

BLOCK	V	T
1	3,9	45,0
1	3,9	50,0
1	5,5	50,0
1	5,5	40,0
1	4,7	45,0
1	4,7	50,0
1	5,5	45,0
1	3,9	40,0
1	4,7	40,0

Como variable dependiente se toma la Humedad en función del tiempo.

De esta forma se obtuvieron 9 curvas características del secado para cada par de valores de T y V constantes.

### Metodología experimental utilizada

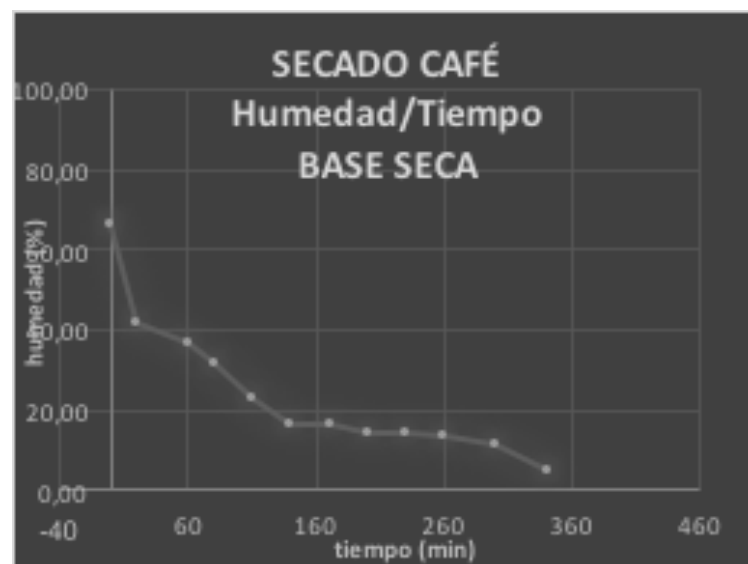
Manteniendo una altura constante de la columna de café igual a 10 cm se procede a hacer circular el aire con valores de velocidad y temperaturas según la tabla 1.

Se toman muestras a intervalos variables de tiempo, a intervalos menores al inicio cuando la velocidad de secado es constante y superiores cuando el proceso de secado se encuentra en la segunda velocidad de secado (variable).

La humedad se determinó por el método de secado en una estufa a temperatura de 105 ° C y pesadas consecutivas de la muestra tomada hasta que su masa no varía.

### Resultados y discusiones

A continuación, se muestran los resultados de las curvas de humedad contra tiempo para varios valores de temperatura y velocidad del aire. Fig. (2-5)

**Figura 2.** *Curva de secado  $v=4,7$  m/s,  $T=50^{\circ}$  C*

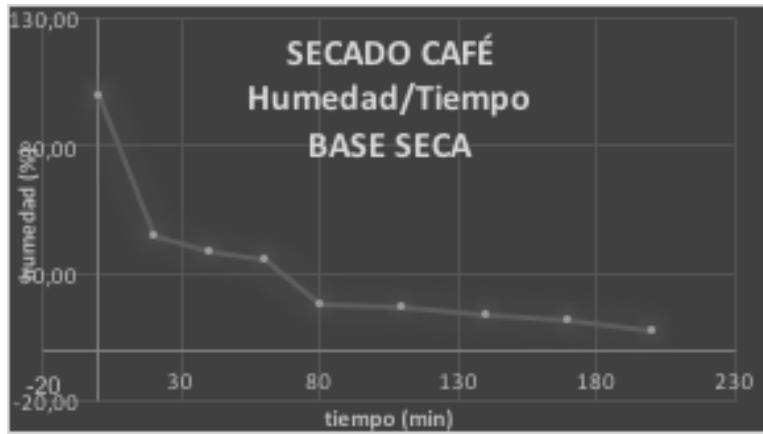


Figura 3. Curva de secado  $V=4,7 \text{ m/s}$ ,  $T=45^\circ \text{ C}$

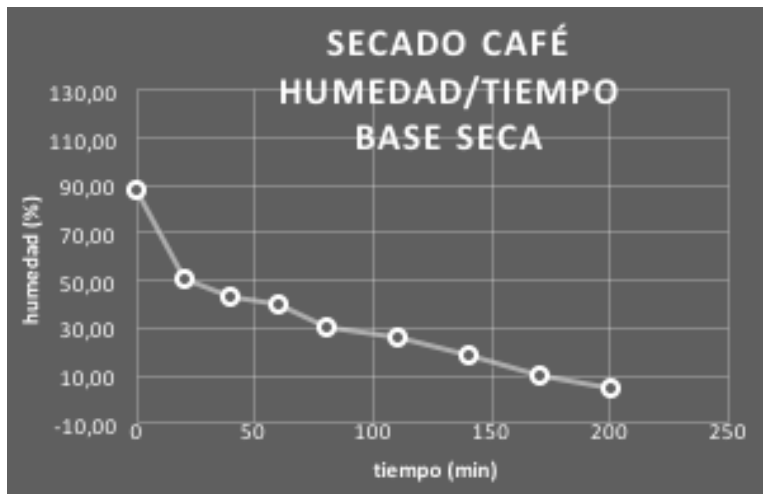


Figura 4. Curva de secado  $V=4,7 \text{ m/s}$ ,  $T=45^\circ \text{ C}$

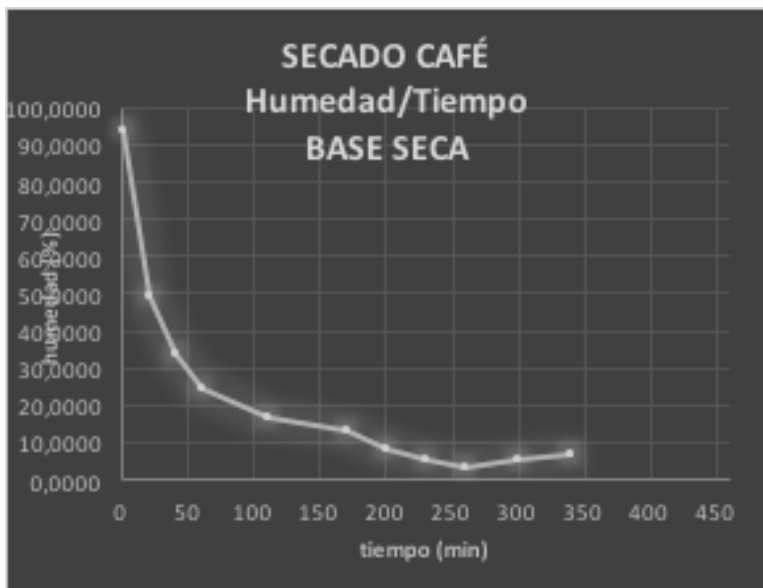


Figura 5. Curva de secado  $V=3,9 \text{ m/s}$ ,  $T=45^\circ \text{ C}$



Para determinar los valores óptimos de secado se realizó un análisis estadísticos donde se tomó el tiempo de secado (desde una humedad inicial de 30% hasta una humedad final de 10% en base seca) como variable de optimización y como variables independientes del proceso la velocidad del aire y su temperatura.

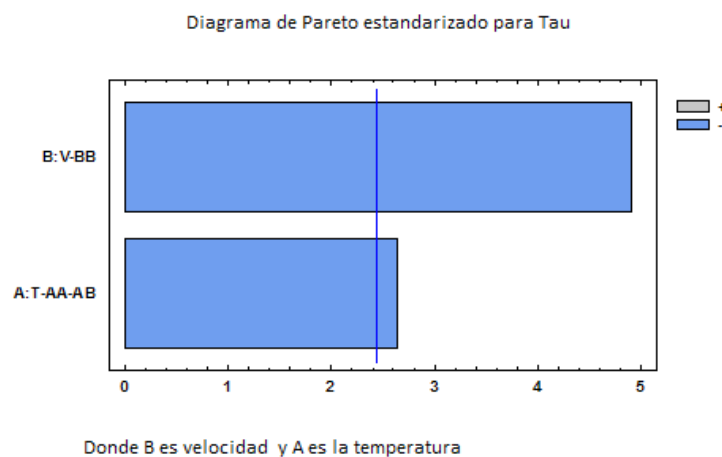
En la tabla 2 se muestran los valores alcanzados para el tiempo de secado designado por Tau en función de la velocidad y la temperatura utilizados.

**Tabla 2.** *Tiempo de secado*

BLOCK	T	V	Tau
	grados C	m/s	minutos
1	50,0	3,9	240
1	45,0	3,9	280
1	40,0	5,5	185
1	40,0	3,9	300
1	50,0	4,7	120
1	45,0	5,5	130
1	50,0	5,5	50
1	40,0	4,7	170
1	45,0	4,7	135

El análisis estadístico muestra una dependencia significativa para la velocidad del aire y su temperatura en el proceso de secado de café como se muestra en la fig 6 a través del Pareto.

Siendo más significativo el cambio de velocidad dentro de los valores de temperatura utilizados.



**Figura 6.** *Diagrama de Pareto para Tau*

En la tabla 2 se puede observar que el valor de tiempo de secado mínimo de 50 min, se obtiene para una velocidad del aire de 5,5 m/s y una temperatura de 50° C.

En el trabajo (Fontal & Mauricio) se determinaron valores de tiempo de secado entre 6 y 8 horas en un reactor de 5000 gramos a temperatura de 46 y 49 ° C, pero no se informa sobre la velocidad del aire utilizado, parámetro muy significativo, como hemos visto, en el proceso de secado de café.

En el artículo (Montilla et al., 2013) se reporta tiempo de secado en lecho fijo de 18 horas bajo un régimen de temperatura de 50 ° C, lo que coincide con nuestros valores experimentales en lecho fijo y que resulta significativamente mayor que el tiempo de una hora en el lecho fluidizado a esta misma temperatura.

## Conclusiones

Se lograron tiempos de secado con la utilización del lecho fluidizado más de 10 veces menores que por el método tradicional de lecho fijo u horno estático.

Se logró una alta homogeneidad del grano seco de café, con diferencias menores a 1% de humedad.

El proceso de secado de café en grano muestra una alta significancia con la velocidad del aire y una dependencia moderada con la temperatura en el rango de 40 hasta 50 grados centígrados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Doymaz, I. (2004). Convective air drying characteristics of thin layer carrots. *Journal of food engineering*, 61(3), 359-364.
- Fontal, L., & Mauricio, E. Secado de café en lecho fluidizado. *Ingeniería e Investigación*; Vol. 26, núm. 1 (2006); 22-26 *Ingeniería e Investigación*; Vol. 26, núm. 1 (2006); 22-26 2248-8723 0120-5609.
- Jia, D., Cathary, O., Peng, J., Bi, X., Lim, C. J., Sokhansanj, S., . . . Tsutsumi, A. (2015). Fluidization and drying of biomass particles in a vibrating fluidized bed with pulsed gas flow. *Fuel Processing Technology*, 138, 471-482.
- Lipták, B. G. (2013). *Process Control: Instrument Engineers' Handbook*: Butterworth-Heinemann.
- Liu, Y., Peng, J., Kansha, Y., Ishizuka, M., Tsutsumi, A., Jia, D., . . . Sokhansanj, S. (2014). Novel fluidized bed dryer for biomass drying. *Fuel Processing Technology*, 122, 170-175. doi:10.1016/j.fuproc.2014.01.036
- Montilla, J., Arcila, J., Aristizabal, M., Montoya, E., Puerta, G., Oliveros, C., & Cadena, G. (2013). *Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio*.
- Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of industrial drying*: CRC Press.
- Rivera, V., & del Carmen, M. (2015). Estudio para la prolongación de la vida útil de variedades de higos y brevas interesantes para su consumo en fresco y estudio de técnicas alternativas para el secado de higos.
- Tirabanti, J. (2016). *Sistema de beneficio húmedo de café*.



# Técnicas aplicadas a *Open Source* y herramientas comerciales para visualizar información en *Big Data*

Ing. Ana C. Umaquina / Ing. Diego H. Peluffo

Profesores de la Universidad Técnica del Norte. FICA

Ing. Juan C. Alvarado / Ing. Milton V. Cabrera

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño  
acumaquina@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

En el campo de visualización de la información (VI) en *Big Data* se han realizado innumerables esfuerzos que han dado como resultado propuestas de herramientas de software que usan interfaces y técnicas de VI. Existen decenas de herramientas que potencializan y se especializan en técnicas de visualización. En este trabajo, se presenta un estudio descriptivo de técnicas de visualización de información abarcando diferentes grupos o tipos de técnicas, tales como: Geometric Projection, Interactive, Icon-based, y Hierarchical, entre otros. Se realiza una tabulación de información, presentando las herramientas de software y técnicas de visualización, de forma que pueda realizarse la identificación de las técnicas más utilizadas y recomendadas para uso en entornos *Open Source* y Soluciones Empresariales. Se parte de la revisión de análisis de literatura de VI, Analítica Visual y artículos científicos sobre herramientas de análisis de *Big Data* enfocados en establecer herramientas de software y técnicas de visualización. Como resultado, se obtiene una valoración de técnicas de visualización y se establece aspectos clave y recomendaciones para realizar la selección de técnicas de visualización de acuerdo con los requerimientos del usuario.

Palabras clave: DATA VIS, HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN DE BIG DATA, TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN, SOFTWARE COMERCIAL, SOFTWARE OPEN SOURCE.

## ABSTRACT

---

### Techniques Applied to Open Source and Commercial Tools to Visualize Big Data Information

In the field of information visualization (IV) in *Big Data* there have been countless efforts, in enterprise, education and research spheres, among others. Such efforts have led to different proposals for software tools using IV interfaces and techniques. Currently, there are dozens of tools that enhance and specialize in certain visualization techniques. Therefore, the choice of a particular tool is not a trivial task for users. In this work, we present a descriptive study on IV techniques encompassing several groups or types of techniques, such as: geometric projection, IV hierarchical, IV interactive, and icon-based IV, among others. To this end, a tabulation of information is performed, presenting software tools and visualization techniques considered in this study, so that the identification of the techniques most commonly used and recommended for use in environments such *Open Source* Solutions and business software can be readily performed. To do this, we start by a review of literature on IV, Visual Analytics, as well as scientific articles about *Big Data* analysis tools focused on establishing software tools and visualization techniques. Such a review is conducted on a total of 58 visualization techniques and 21 software tools. As a result, an assessment of visualization techniques is obtained and key issues and recommendations for the selection of visualization techniques according to user's requirements are established.

Keywords: DATA VIS, BIG DATA VISUALIZATION TOOLS, VISUALIZATION TECHNIQUES, COMMERCIAL SOFTWARE, OPEN SOURCE SOFTWARE.



## Introducción

Entre los actuales desafíos que enfrenta el mercado y las empresas de los campos investigativo, educativo, salud, astronomía, estadístico, matemático, simulación (Hammer, Haibo, & Martinez, 2014, IBM, 2012), hasta las pioneras en tecnología de internet, redes sociales, finanzas, entre otras, se encuentra el análisis, el descubrimiento y el entendimiento de la información más allá de lo que las herramientas tradicionales permiten (IBM, 2012). Es entonces donde el área de Big Data surge como respuesta a estas necesidades, puesto que se encarga del estudio para mejorar la capacidad de obtener, almacenar, analizar y visualizar millones de datos, que serían inaccesibles con los procesos o herramientas convencionales de análisis. A nivel empresarial, estos procesos se realizan con el fin de descubrir información que sea relevante y útil para la empresa, de manera que facilite y mejore la toma de decisiones para obtener ventajas competitivas en comparación con otras empresas de su clase (Zhang et al., 2012). En su mayoría, los procesos se realizan en tiempo real, convirtiéndose en un recurso de soporte más preciso para el capitalismo informacional.

En la encuesta realizada por The Data Warehousing Institute (TDWI) se explora los inconvenientes que existen dentro del área de análisis de Big Data (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, & Joyanes-Aguilar, 2015), de los cuales se pueden resaltar los siguientes: “Falta de personal y de habilidades del recurso humano (46%), la dificultad en la arquitectura de un sistema de análisis de Big Data (33%), problemas con el Big Data utilizable para los usuarios finales (22%), la falta de patrocinio empresarial (38%) y la deficiencia de un argumento empresarial convincente (28%), la carencia de análisis de bases de datos (32%), problemas de escalabilidad de Big Data (23%), rapidez en las consultas (22%) y dificultad para cargar los datos lo suficientemente rápido (21%)”.

Dados estos inconvenientes, se ha generado la necesidad de propuestas de solución, así como ha aumentado la demanda de profesionales especializados en este campo.

En este orden ideas, si bien existe un sinnúmero de herramientas que implementan técnicas e interfaces para la visualización en Big Data, no existe aún un criterio universal o definitivo para decidir cuál es la mejor, o la más comúnmente usada y recomendada y que, además, se ajuste a las necesidades y requerimientos de los usuarios.

El propósito de esta investigación es dar a conocer las herramientas y técnicas de visualización de Big Data que se encuentran en mayor o menor grado utilizadas para am-

bientes en producción. Específicamente, se realiza una revisión comparativa y cualitativa que permite identificar y valorar las técnicas de visualización empleadas en herramientas open source y comerciales con el fin de establecer la demanda de empleo de una u otra técnica por parte del usuario. Este documento pretende contribuir con la generación de una base conceptual y técnica, lo suficientemente detallada, que sirva a la comunidad científica y empresarial relacionada con el área, y favorezca a eliminar la duplicidad de esfuerzos en la revisión de las técnicas de visualización de Big Data de uso más frecuente.

El resto del documento se organiza como se explica a continuación: En la Sección 2, se realiza un breve recorrido por las definiciones principales asociadas con Big Data y Visualización. En la Sección 3, se presenta la revisión comparativa en términos de la clasificación de las técnicas de visualización y comparaciones que realizan diferentes autores

### **Big Data como soporte de conocimiento para la toma de decisiones**

A continuación, se establece algunos conceptos y definiciones que se usarán a lo largo de este artículo:

**Big Data:** Entre las múltiples definiciones existentes, se encuentra la que establece la empresa IDC, que apoyándose en estudios propios, define Big Data como: “Una nueva generación de tecnologías y arquitecturas y estrategias diseñadas para capturar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas a una alta velocidad con el objeto de extraer valor económico de ellos” (IDC & Curto, 2012). En general, se caracteriza por cuatro dimensiones: Volumen (aumento significativo de datos :terabytes, petabytes y exabytes) creado por personas y máquinas (Camargo-Vega et al., 2015), Variedad (tipo de fuente de datos estructurados, no estructurados, semiestructurados), Velocidad (creación y utilización) y Valor (beneficios, reducción de costes, eficiencia operativa, mejora del negocio) (IDC & Curto, 2012) (Camargo-Vega et al., 2015). Otros artículos añaden otras dos dimensiones: Veracidad (nivel de fiabilidad asociado a ciertos tipos de datos) y Visualización (presentación de los datos de manera legible (Sivarajah, Kamal, Irani, & Weerakkody, 2016), y nuevas formas de ver los datos (Ortiz Morales, Joyanes Aguilar, & Giraldo Marín, 2015)).

**Visualización de datos /Información (también denominado VI/ Info Vis/ Data Vis):** “Es un área de investigación que tiene como objetivo ayudar a los usuarios en la exploración, la comprensión y el análisis de datos a través de la exploración visual progresiva e iterativa” (Liu, Cui, Wu, & Liu, 2014). Esto se logra comúnmente con la creación modelos gráficos y representaciones visuales a partir de datos (Chi, 2000). Desde otra perspectiva, la visualización busca utilizar interfaces interactivas y de uso intuitivo para el usuario, es decir, presentar la información con la mínima entropía visual (Camargo-Vega et al., 2015) (Ortiz Morales et al., 2015). Otro enfoque, denominado interrelacional, consiste en transformar los datos procurando la mínima pérdida de información en dicha transformación, permitiendo al usuario explorar y sustraer visualmente información útil incrustada dentro de los datos que originaron la representación inicial (Chi, 2000). Generalmente, la visualización acude a técnicas de reducción de dimensión (RD) para representar los datos en 2 o 3 dimensiones. Esto obedece a que reducir la dimensión de los datos (es decir, el número de variables) implica una disminución del costo computacional (el tiempo de procesado y la capacidad de almacenado) y una mejora de la representación visual haciendo que los datos sean inteligibles para el ser humano (dado que la percepción visual del ser humano procesa hasta tres dimensiones).

**Analítica Visual de Big Data (denominado VA):** Se basa en la combinación de VI, análisis de datos e interacción humano-computador, principalmente, para resolver pro-

blemas de análisis y exploración de datos en una forma visual (Zhang et al., 2012).

Herramientas de visualización y exploración inteligente de la información: Son una amplia gama de software con posibilidades que permite entender gran cantidad de reglas y modelos de datos mientras se interactúa con múltiples presentaciones visuales de la información (Alvarado-Pérez, Bolaños-Ramírez, Peluffo-Ordóñez, & Murillo, 2015), (Kerren, Ebert, & Meyer, 2007).

## Materiales y Métodos

Uno de los objetivos de VI es ayudar a los usuarios en la exploración, la comprensión y el análisis de datos a través de la exploración visual progresiva e iterativa (Snášel, Nowaková, Xhafa, & Barolli, s. f.). Como se ha mencionado antes, algunas herramientas de VI utilizan técnicas de reducción de dimensión lineal o no lineal (Snášel et al., s. f.), que se basan en métodos matemáticos, geométricos, estadísticos, y topológicos utilizados, comúnmente, en el análisis de datos de alta complejidad (Snášel et al., s. f.), (Carlsson, s. f.).

## Clasificación de las técnicas de Visualización de Datos

Se presenta a continuación, clasificaciones propuestas por autores:

- Según algunos autores (Alvarado-Pérez et al., 2015), (Keim Daniel, s. f.), las técnicas de visualización de datos o información pueden clasificarse en:
  - o Geometric Projection: Scatter Plots, Scatter Plots Matrix, Landscape, projection pursuit, Prosection View, HyperSlice, Parallel Coordinates
  - o Icon-Based: Chernoff Faces, Stick Figures, Shape-Coding, Color Icons, TileBars
  - o Pixel-Oriented: Recursive Pattern Technique, Circle Segments Technique, Spiral- & Axes-Techniques
  - o Hierarchical: Dimensional Stacking, Worlds-within-Worlds, Tree map, Cone Trees, Info Cube
  - o Graph-Based: Basic Graphs (e.g., Straight-Line, Polyline, Curved-Line), Specific Graphs (e.g., DAG, Symmetric, Cluster), Systems (e.g., Tom Sawyer, Hy+, SeeNet, Narcissus).
  - o Hybrid: Es una combinación arbitraria de los tipos de técnicas de visualización anteriores.

En la Figura 1, se muestra la evolución de los tipos de técnicas de visualización con respecto a la interacción y la complejidad.

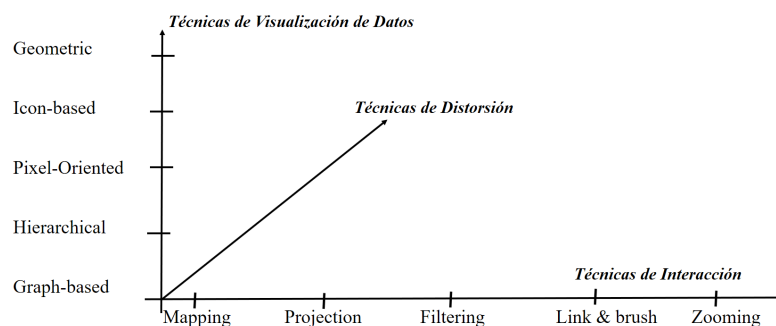


Figura 1. Evolución de las técnicas de visualización de datos de acuerdo con la interacción y la complejidad. Fuente: (Alvarado-Pérez et al., 2015).

Varios estudios han utilizado las técnicas previamente listadas, así: geometric (Alvarado-Pérez et al., 2015), (Cleveland, 1993), parallel coordinates and radials (A. Inselberg & Dimsdale, 1990), (Alfred Inselberg, s. f.), (A. Inselberg, 1997), pixels-oriented (Keim & Kriegel, 1994), sub-spaces (A. Inselberg, 1997), icons (Tufte, s. f.), y otras técnicas (Keim & Kriegel, 1996).

Adicionalmente Alvarado-Pérez et al. (2015) añade los siguientes tipos de técnicas:

- o Visual structures: Physical, 1,2,3 Dimensions, Multi-d Multidimensional, Tree and Networks.

- o Interaction: FishEye, hyperbolic trees for visualization of hierarchies of hierarchie, dynamics, demand.

- o Radial Coordinate Visualization: RadViz.

- (Harger & Crossno, 2012) agrega también:

- o Tabular Data: Bar char, line char, box plot, pie chart, countor plot, stacked bar chart, stacked area chart.

- o Graphs: Circular, Radial, Force directed, Hierachical, Adjacency Matrix

- o Geospatial: Map overlays, Choropleth maps, Graduated symbols map, map projections, Dymaxion Maps, Cartograms, 3D globe.

- o Tree: Tree, Radial, Ballon, Tree Map, Icile.

- (Zhang et al., 2012) sugiere otros tipos de técnicas, tales como:

- o Numeric Data: Bar-line -Pie-Chart, Histogram, scatter plot, Parallel Coordinates, Scatter Plot Matrix

- o Geo-Related Data: Projection on Map

- o Network Data: Tree Map, Other Graphs.

## Trabajos relacionados

(Keim Daniel, s. f.) analiza tipos de técnicas de visualización dentro de un escenario ideal y bajo un criterio propio. Particularmente, clasifica las técnicas en cinco grupos así: Geometric, Icon-Based, Pixel-Oriented, Hierarchical, y Graph-based. Además, compara las técnicas con respecto de diversos atributos: Clustering, multivariable, multivariable hot spot, number of variates, number of data ítems, categorical data, visual overlap, y learning curve.

## Herramientas

Si bien, muchos de los sistemas de exploración visual son resultado del trabajo sobre las técnicas de interacción, la comparación de herramientas de análisis visual ha sido estudio de pocas investigaciones, por tanto existe una necesidad de determinar cuáles son las herramientas existentes y qué tipo de técnicas utilizan (Zhang et al., 2012).

El estudio realizado por (Harger & Crossno, 2012) analiza 21 herramientas de visualización open source: Axis, Birdeye, Flare, Gephi, Google Vis, Grahp Viz, Improvise, IVTK, JIT, Jfree Chart, Jgraph, Jung, Network X, Prefuse, ProtoVis, R, Titan, Tulip, Vis AD, Wilma Scope, Zest , con los siguientes tipos de visualización: Graphs, Tree Layout, Tabular Data, Geospatial and Spatio-Temporal.

Por su parte, (Zhang et al., 2012) realiza un estudio considerando 10 herramientas de VA comerciales: Tableau, QlikView, Spotfire, JMP, JaperSoft, ADVIZOR Solutions, Visual Analytics, Centrifuge, Visual Mining, Board. Cabe mencionar para eTableau, Spotfire, QlikView, y JMP. Debido a la falta de apertura en las respuestas al cuestionario de estudio, el autor únicamente pudo realizar el análisis con versiones de prueba. Con esto se evidencia la dificultad de analizar productos comerciales.



## Materiales y Métodos

Para la valoración de técnicas de visualización empleadas por herramientas de VI open source y comercial, se elige todas las técnicas y las herramientas de visualización seleccionadas y sugeridas por los autores de (Harger & Crossno, 2012) y (Zhang et al., 2012), citados en la sección 2.3. En este trabajo, se realiza el análisis y la valoración de 58 técnicas de visualización y 31 herramientas de software.

A continuación, en la Tablas 1 y 2, se presenta el detalle de las listas de técnicas y herramientas a ser valoradas.

Cabe mencionar, que algunas técnicas han sido agrupadas en diversos tipos de visualización, por ejemplo, la técnica (T1) Scatter Plots, (T7) Parallel Coordinates que pertenecen al tipo Geometric Projection también pueden pertenecer al tipo Tabular Data, asimismo (T18) Treemap de tipo Hierarchical al tipo Tree.

Tabla 1. Listado de técnicas consideradas para el análisis del estudio.

Author	Type	ID	Technique
(Alvarado-Pérez et al., 2015) (Keim Daniel, s. f.)	Geometric Projection	T1	Scatter Plots
		T2	Scatter Plots Matrix
		T3	Landscape
		T4	Projection pursuit
		T5	Prosection View
		T6	HyperSlice
		T7	Parallel Coordinates
	Icon-Based	T8	Chernoff Faces
		T9	Stick Figures
		T10	Shape-Coding
		T11	Color Icons,
		T12	TileBars
	Pixel-Oriented	T13	Recursive Pattern Technique
		T14	Circle Segments Technique
		T15	Spiral- & Axes-Techniques
	Hierarchical	T16	Dimensional Stacking
		T17	Worlds-within-Worlds
		T18	Treemap
		T19	Cone Trees
		T20	InfoCube
	Graph-Based	T21	Basic Graphs (e.g., Straight-Line, Polyline, Curved-Line)
		T22	Specific Graphs (e.g., DAG, Symmetric, Cluster)
		T23	Systems (e.g., Tom Sawyer, Hy+, SeeNet, Narcissus)
	Hybrid	T24	Hybrid
	Radial Coordinate Visualization	T25	RadViz

Otros	Otros	T26	Relationship complete data
(Alvarado-Pérez et al., 2015)	Visual structures	T27	Physical
		T28	1,2,3, Dimensions
		T29	Multi-d Multidimensional
		T30	Tree and Networks
	Interaction	T31	Dinamics
		T32	Demand
(Harger & Crossno, 2012)	Tabular Data	T33	Bar char
		T34	Line char
		T35	Box plot
		T36	Pie chart
		T37	Countor plot
		T38	Stacked bar chart
		T39	Stacked area chart
	Graphs	T40	Circular
		T41	Radial
		T42	Force directed
		T43	Hierachical
		T44	Adjacency Matrix
	Geoespatial	T45	Map overlays
		T46	Choropleth maps
		T47	Graduated simbols map
		T48	Map projections
		T49	Dymaxion Maps
		T50	Cartograms
		T51	3D globe
	Tree	T52	Tree
		T53	Radial
T54		Ballon	
T55		Icile	
(Zhang et al., 2012)	Visualization techniques	T56	Histogram
		T57	Heatmaps
		T58	Other

Elaborada por los autores

Tabla 2. Listado de herramientas consideradas para el análisis del estudio

Tipo de Herramienta	Nro. de técnica	Herramienta
Open Source	H1	Axis
	H2	Birdeye
	H3	Flare
	H4	Gephi
	H5	Google vis
	H6	Grahp Viz
	H7	Improvise
	H8	IVTK
	H9	JIT
	H10	Jfree Chart
	H11	Jgraph
	H12	Jung
	H13	Network X
	H14	Prefuse
	H15	ProtoVis
	H16	R
	H17	Titan
	H18	Tulip
	H19	Vis AD
	H20	Wilma Scope
	H21	Zest

Sistema Comercial VA	H22	Tableau
	H23	QlikView
	H24	Spotfire
	H25	JMP
	H26	JaperSoft
	H27	ADVIZOR Solutions
	H28	Visual Analytics
	H29	Centrifuge
	H30	Visual Mining
	H31	Board

Elaborada por los autores

Tabla 3. Tabulación de técnicas open source y sistemas comerciales. Parte 1

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
H1	X																			
H2	X																	X		
H3	X																	X		
H4																				
H5	X						X											X		
H6																				
H7	X																	X		
H8	X						X											X		
H9																		X		
H10	X																			
H11																				
H12																				
H13																				
H14	X																	X		
H15	X						X											X		
H16	X																			
H17	X						X											X		
H18	X						X											X		
H19	X																			
H20																				
H21																				
<b>Total1</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

H22	X	X					(X)													
H23	X	X					(X)													X
H24	X	X					X													X
H25	X	X					X													X
H26	X																			
H27	X	X					X													
H28	X																			
H29	X																			
H30	X						(X)													
H31	X						(X)													
Total2	10	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Total Global	23	5	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0

Elaborada por los autores

**Tabla 4.** Continuación Tabulación de técnicas open source y sistemas comerciales. Parte 2

	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40
H1													X	X		X		X	X	
H2													X	X		X		X	X	X
H3													X	X					X	X
H4																				X
H5													X	X	X	X		X	X	
H6																				X
H7													X	X					X	X
H8													X	X						X
H9																		X	X	
H10													X	X	X	X		X	X	
H11																				X
H12																				X
H13																				X
H14													X	X					X	X
H15													X	X	X	X		X	X	
H16													X	X	X	X	X	X		
H17													X	X		X				X
H18																				X
H19														X			X			
H20																				
H21																				
Total1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	12	4	7	2	7	9	12
H22													X	X		X				
H23													X	X		X				
H24													X	X		X				
H25													X	X		X				
H26													X	X		X				
H27													X	X		X				
H28													X	X		X				
H29													X	X		X				
H30													X	X		X				
H31													X	X		X				
Total2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	10	0	0	0	0
Total Global	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	22	4	17	2	7	9	12

Elaborada por los autores



**Tabla 5.** *Continuación Tabulación de técnicas open source y sistemas comerciales. Parte 3*

	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	T49	T50	T51	T52	T53	T54	T55	T56	T57	T58	Total
H1																			6
H2	X	X	X		X	X	X	X											15
H3	X	X																	8
H4	X	X																	3
H5					X	X	X				X								13
H6	X	X	X																4
H7	X	X																	8
H8	X	X		X															9
H9	X	X																	5
H10																			7
H11		X	X																3
H12	X	X																	3
H13		X																	2
H14	X	X																	8
H15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									19
H16																			7
H17	X	X									X								10
H18	X	X	X																7
H19																			3
H20		X																	1
H21	X	X																	2
<b>Total1</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
H22								X								X			7
H23								(x)								X			7
H24								X								X		X	10
H25								X								X	X		10
H26								X								X	(x)		6
H27								X								X	X		9
H28								X								X	X		7
H29								X								X	X	X	8
H30								X								X	X		7
H31								X								X	X		7
<b>Total2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	
<b>Total Global</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	

Elaborada por los autores

## Resultados

En las Tablas 3, 4, y 5 se presenta la valoración obtenida entre las técnicas de visualización y las herramientas de visualización. Para efectos de nomenclatura: X denota el uso de la técnica T en la herramienta H. La simbología (x) indica que la técnica no es de uso directo dentro de la herramienta, y que requiere de interacción del usuario, por ejemplo, transformar de diagrama de líneas a coordenadas paralelas (Zhang et al., 2012).

Como se muestra en las Tabla 2, el estudio contempló un total de 21 herramientas open source y 10 herramientas de sistemas comerciales.

## Herramientas con mayor número de técnicas de visualización

- o Open source



**Tabla 9.** Resultado de las técnicas de visualización empleadas H24 Y H25

Nro	Type	Geometric projection		Hierarchical	Tabular Data			Geo-espacial	Visualization techniques		Total		
		T1	T2	T7	T18	T33	T34	T36	T48	T56		T57	T58
		Scatter Plots	Scatter Plots Matrix	Parallel Coordinates	Treemap	bar char	line char	pie chart	Map projections	Histogram	Heatmaps	Other	
H24	Spotfire	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	10
H25	JMP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10

Elaborada por los autores

A continuación, en la Tabla 10 se determina las técnicas más valoradas o empleadas en los diferentes tipos de herramientas:

Las herramientas con mayor número de técnicas empleadas:

o Open Source:

**Tabla 10.** Resultado de las técnicas de visualización empleadas en los diferentes tipos de herramientas open source

	Geometric projection	Tabular Data	Graphs		
	T1	T34	T40	T41	T42
	Scatter Plots	line char	Circular	Radial	Force directed
Resultado Open Source	13	12	12	13	16
Resultado Sistema Comercial	10	10	0	0	0

Elaborada por los autores

De las 21 herramientas utilizadas el mayor número herramientas utilizan el 76.19% de una misma técnica de visualización de Big data siendo la mayor utilizada Force directed, la Tabla 12 evidencia el resultado obtenido.

o Sistema Comercial:

o Para herramientas de sistema comercial se evidencia los resultados en la Tabla 11

Tabla 11. Resultado de las técnicas de visualización empleadas en los diferentes tipos de herramientas open source

	Geometric projection	Tabular Data			Geoespatial	Visualization techniques
	T1	T33	T34	T36	T48	T56
Resultado	Scatter Plots	bar char	line char	pie chart	Map projections	Numeric Data
Open source	13	11	12	7	2	0
Comercial System	10	10	10	10	9	10

Elaborada por los autores

De las 10 herramientas utilizadas, el 100% emplean 5 técnicas de visualización de Big data (Scatter Plots, Bar char, Line Char, Pie Char, y Numeric Data), y el 90% de las 10 herramientas emplea Map Projections.

### Técnicas que no han sido empleadas en herramientas de visualización

Las técnicas no empleadas por herramientas open source y sistemas comerciales se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Técnicas no empleadas en ninguna de las herramientas analizadas Open Source y Sistema comerciales

Hierarchical				Based on graphics			hybrid	RadViz	Others	Visual structures				Interactive		Tree			
T16	T17	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T52	T53	T54	T55
Dimensional Stacking	Worlds-within- Worlds	Cone Trees	InfoCube	Basic Graphs (e.g., Straight-Line, Polyline, Curved-Line)	Specific Graphs (e.g., DAG, Symmetric, Cluster)	Systems (e.g., Tom Sawyer, Hy+, SeeNet, Narcissus)	Hybrid	RadViz	Relationship complete data	Physical	1,2,3, Dimensions	Multi-d Multidimensional	Tree and Networks	Dynamics	Demand	Tree	Radial	Ballon	Icile

Elaborada por los autores

Las técnicas menos empleadas en las herramientas open source y sistemas comerciales se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Lista de técnicas menos empleadas

Herramientas	Geometric pojection	Tabular Data					Graphs				Geoespatial					
	T7	T35	T36	T37	T38	T39	T43	T44	T45	T46	T47	T48	T49	T50	T51	
Open Source	5	4	7	2	7	9	5	2	3	3	3	2	1	1	2	
Sistema comercial VA	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	

Elaborada por los autores



## Discusión


En este estudio se presenta una descripción sistemática de las herramientas y técnicas de VI aplicadas en Big Data, resaltando aspectos tales como: La frecuencia de uso de las técnicas de visualización (Mayormente, menos frecuentemente, y nunca usadas) en herramientas, y la disponibilidad de técnicas dentro de los paquetes de las herramientas. Con lo anterior, se provee a la comunidad académica, científica y empresarial en el área de visualización de Big Data con elementos de comparación y selección de herramientas de VI. Además, permite evidenciar la tendencia de uso de las técnicas de visualización para herramientas open source y comerciales.

Cada herramienta presenta opciones mejores que otras, o se centran en un tipo o tipos de representación visual. El conocimiento de productos de software utilizados para visualización en Big data, así como las técnicas de visualización mayormente utilizadas, permite identificar qué parámetros son más o menos usables, intuitivos y requeridos para el usuario, permitiendo a investigadores analizar bajo estos parámetros las posibles mejoras y soluciones en este campo.

## Conclusiones y trabajo futuro

El estudio presentado es de tipo descriptivo y presenta una revisión sistemática y organizada de las técnicas de visualización de información agrupadas en tipos, así como de las herramientas open source y sistemas comerciales. El análisis exploratorio realizado se basa en frecuencia de uso y disponibilidad de las técnicas en las herramientas.

El presente estudio aporta a profesionales empresariales, técnicos e investigadores en Big Data con elementos para la comparación y selección de las técnicas y herramientas de VI.

Como trabajo futuro, se pretende diseñar una medida que permita cuantificar la interactividad de las técnicas, herramientas e interfaces de visualización, con el fin de tener criterios objetivos para la selección de una interfaz en particular. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado-Pérez, J. C., Bolaños-Ramírez, H., Peluffo-Ordóñez, D. H., & Murillo, S. (2015). Knowledge discovery in databases from a perspective of intelligent information visualization. En 20th Symposium on Signal Processing, Images and Computer Vision (STSIVA) (pp. 1-7). <https://goo.gl/PURqRp>
- Camargo-Vega, J. J., Camargo-Ortega, J. F., & Joyanes-Aguilar, L. (2015). Knowing the Big Data. *Facultad de Ingeniería*, 24(38), 63-77.
- Carlsson, G. (s. f.). Topology and data, 255-308.
- Chi, E. H. (2000). A Taxonomy of Visualization Techniques Using the Data State Reference Model. En *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2000* (p. 69-). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. Recuperado a partir de <https://goo.gl/3R8R6G>
- Cleveland, W. S. (1993). *Visualizing Data*. Hobart Press.
- Hammer, B., Haibo, H., & Martinetz, T. (2014). *Proceedings / 22nd European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, ESANN 2014*: Bruges, Belgium, April 23 - 25, 2014. M. Verleysen, Université Catholique

- de Louvain, & Katholieke Universiteit Leuven, Eds. Louvain-la-Neuve: Ciaco.
- Harger, J. R., & Crossno, P. J. (2012). Comparison of open-source visual analytics toolkits. En *IS&T/SPIE Electronic Imaging* (p. 82940E–82940E). International Society for Optics and Photonics. Recuperado a partir de <https://goo.gl/42EY3Q>
- IBM. (2012, junio 18). ¿Qué es Big Data? [CT316]. Recuperado 6 agosto 2016, a partir de <https://goo.gl/zK50xh>
- IDC, & Curto, J. (2012). Resúmen Ejecutivo - Big Data: Un mercado emergente. IDC Analyze the Future. Recuperado a partir de <https://goo.gl/XMIAMI>
- Inselberg, A. (1997). Multidimensional Detective. En *Proceedings of the 1997 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis '97)* (p. 100–). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. Recuperado a partir de <https://goo.gl/lmjFbv>
- Inselberg, A. (s. f.). The plane with parallel coordinates. *The Visual Computer*, 1(2), 69-91. <https://goo.gl/9nWc4t>
- Inselberg, A., & Dimsdale, B. (1990). Parallel coordinates: a tool for visualizing multi-dimensional geometry (pp. 361-378). *IEEE Comput. Soc. Press*. <https://goo.gl/fluhwY>
- Keim, D. A., & Kriegel, H.-P. (1994). *VisDB: Database Exploration*. Recuperado a partir de <https://goo.gl/VALGCM>
- Keim, D. A., & Kriegel, H.-P. (1996). Visualization techniques for mining large databases: A comparison. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, 8(6), 923–938.
- Keim Daniel. (s. f.). *Visual Techniques for Exploring Databases*. Recuperado a partir de <https://goo.gl/P5jb9w>
- Kerren, A., Ebert, A., & Meyer, J. (Eds.). (2007). *Human-centered Visualization Environments*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Liu, S., Cui, W., Wu, Y., & Liu, M. (2014). A survey on information visualization: recent advances and challenges. *The Visual Computer*, 30(12), 1373-1393. <https://goo.gl/xXsfT4>
- Ortiz Morales, M. D., Joyanes Aguilar, L., & Giraldo Marín, L. M. (2015). Los desafíos del marketing en la era del big data. *e-Ciencias de la Información*, 6(1), 1. <https://goo.gl/gBQNEV>
- Pereira, F. P. A. (2015). Big data e data analysis: visualização de informação. Recuperado a partir de <https://goo.gl/awtCKR>
- Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., & Weerakkody, V. (2016). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*. <https://goo.gl/UTAhPo>
- Snášel, V., Nowaková, J., Xhafa, F., & Barolli, L. (s. f.). Geometrical and topological approaches to Big Data. *Future Generation Computer Systems*. <https://goo.gl/9SMFwX>
- Tufte, E. (s. f.). *The Visual Display of Quantitative Information*. Recuperado a partir de [http://www.humanities.ufl.edu/pdf/tufte-aesthetics\\_and\\_technique.pdf](http://www.humanities.ufl.edu/pdf/tufte-aesthetics_and_technique.pdf)
- Zhang, L., Stoffel, A., Behrisch, M., Mittelstadt, S., Schreck, T., Pompl, R., Keim, D. (2012). Visual analytics for the big data era - A comparative review of state-of-the-art commercial systems. En *IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology*, pp. 173-182). <https://doi.org/10.1109/VAST.2012.6400554>

# COLOQUIO V: ENERGÍAS RENOVABLES

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*

# Potencialidad de recursos biomásicos de agricultura para producción de Bioenergía en Imbabura

PhD. Juan Carlos García Montoya / MSc. Carlos Abdón Cazco Logroño  
Profesores Investigadores de la Universidad Técnica del Norte  
María Elsa Ramírez Morales / Omar Napoleón Quinteros Vaca  
jcgarciam@utn.edu.ec

## RESUMEN

La energía es vital para el desarrollo de sociedades, así los recursos naturales no renovables y renovables son indispensables para generar dicha energía. Los estudios de evaluación de estos recursos previo a su extracción son necesarios y conlleva una metodología específica. En Ecuador, la fuente principal de energía proviene del petróleo, es decir que su portafolio energético es a base de recursos no renovables. Ecuador, siendo un país con recursos naturales disponibles para generar energía sostenible debe plantearse un transición gradual de su matriz energética y disminuir así su dependencia en el petróleo. El presente estudio pretende definir la potencialidad del recurso biomásico de la agricultura en Imbabura para producción de bioenergía como una alternativa de energía sostenible. Para ello se recopila data de INEC, ESPAC y ARC-GIS para mapear la distribución espacial de cultivos agrícolas que permite visualizar la localización del potencial teórico de biomasa como un estudio preliminar a la evaluación del potencial disponible. Los cultivos destacados en superficie y producción de biomasa son la caña de azúcar, maíz y fréjol. Este residuo biomásico podría ser la materia prima para generar 32 millones de litros de bioetanol, así sustituir parte de la demanda de combustibles fósiles del transporte en escenarios E5 y E10 y de energía termoelectrica, así reducir el gasto del Estado en importaciones de naftas y subsidios.

Palabras clave: ECUADOR, CULTIVOS, POTENCIAL RECURSO BIOMÁSICO, ARCGIS, BIOENERGÍA, BIOETANOL.

## ABSTRACT

### Potential Biomass Resources in Agriculture for Bioenergy Production in Imbabura

Energy is vital for the development of societies. Thus, the natural resources such as non-renewable and renewable are necessary to generate such energy. The studies on resource evaluation are needed before extracting and generating energy through a specific process. In Ecuador, the main source of energy comes from oil, in other words, its energy portfolio is non-renewable resource based. Ecuador, being a country with significant natural resources to produce sustainable energy, must raise a gradual transition of its energy matrix and diminish its dependency on oil. The study addresses to define the potential of biomass resource from agriculture in Imbabura for producing bioenergy. The data from INEC, ESPAC was collected. ARC-GIS was used to map the spatial distribution of crops, which illustrates the location of biomass theoretical potential as the first step to evaluate the available potential. The crops with most potential are sugar cane, corn, and bean. This biomass residue could be the feedstock to be transformed into 32 ML/year of bioetanol, thus replacing part of the fossil fuel energy demand in transport sector in scenarios of E5 and E10 as well as thermoelectric plants. Furthermore, this alternative could reduce the spending of the State in terms of naphtha imports and subsidies.

Keywords: ECUADOR, CROPS, BIOMASS RESOURCE POTENTIAL, ARCGIS, BIOENERGY, BIOETHANOL.



## Introducción

Todas las sociedades requieren de la energía para lograr satisfacer las necesidades humanas primarias (IPCC, 2012). La mayoría de energía que se consume en el mundo proviene de combustibles fósiles (Bueno M., 2012). El exceso del consumo de combustibles fósiles como la gasolina y el diesel, desde el boom industrial ha generado un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, cambiando así el ciclo natural causando el calentamiento global (UNESCO, 2010).

En el panorama nacional, a pesar de que el Ecuador es un país petrolero importa derivados del petróleo como son la gasolina, diésel, naftas y GLP, llevando a un consumo total del 78% de combustibles fósiles (Objetivo 11 del Plan Nacional de Buen Vivir, 2013). Cabe señalar que el Estado ha implementado políticas y lineamientos estratégicos para reestructurar la matriz energética. Actualmente se están realizando estudios en el campo de las energías renovables para aprovechamiento de los recursos naturales, entre ellas la biomasa.

El Ecuador posee una gran variedad de especies de biomasa como cultivos energéticos, césped, residuos forestales, residuos sólidos urbanos y residuos agrícolas (García J. et al., 2013), estos últimos pueden ser aprovechados de forma sostenible y no representan un impacto en la soberanía alimentaria, ni supone un importante riesgo ambiental, convirtiendo a este tipo de biomasa en una alternativa desde el punto de vista de la sostenibilidad.

## Materiales y Métodos. Data de cultivos

Se lleva a cabo la búsqueda de datos informáticos de superficie cosechada y producción, desde el año 2000 al 2012 en el MAGAP (Ministerio de Agropecuaria, Ganadería y Pesca); INEC (Instituto Nacional de Encuesta y Censo); y ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua), para encontrar los cultivos que más se destacan en la provincia de Imbabura.

## Análisis Estadístico

Con los datos obtenidos del 2000 al 2012, se procede a sacar la media de superficie

cosechada y de producción de los cultivos agrícolas en Imbabura. Luego se tabula los datos en Excel y se analiza que cultivos tienen mayor potencialidad en términos de biomasa en base a las variables de superficie y producción. Se evalúa la cantidad de la fracción de residuo de biomasa en base a las toneladas anuales de producción de residuo de cada cultivo (Velázquez, et al, 2010) y se estima la cantidad de bioetanol que estos residuos generarían en los diferentes escenarios E5 y E10.

### Identificación geoespacial de cultivos energéticos

Una vez determinado los cultivos más sobresalientes se ingresan los shape-files al GIS que permiten conocer la distribución espacial dentro de la provincia de Imbabura y posteriormente generar un mapa del potencial biomásico teórico para analizar la disponibilidad de la materia prima y como está distribuida en la provincia.

### Resultados

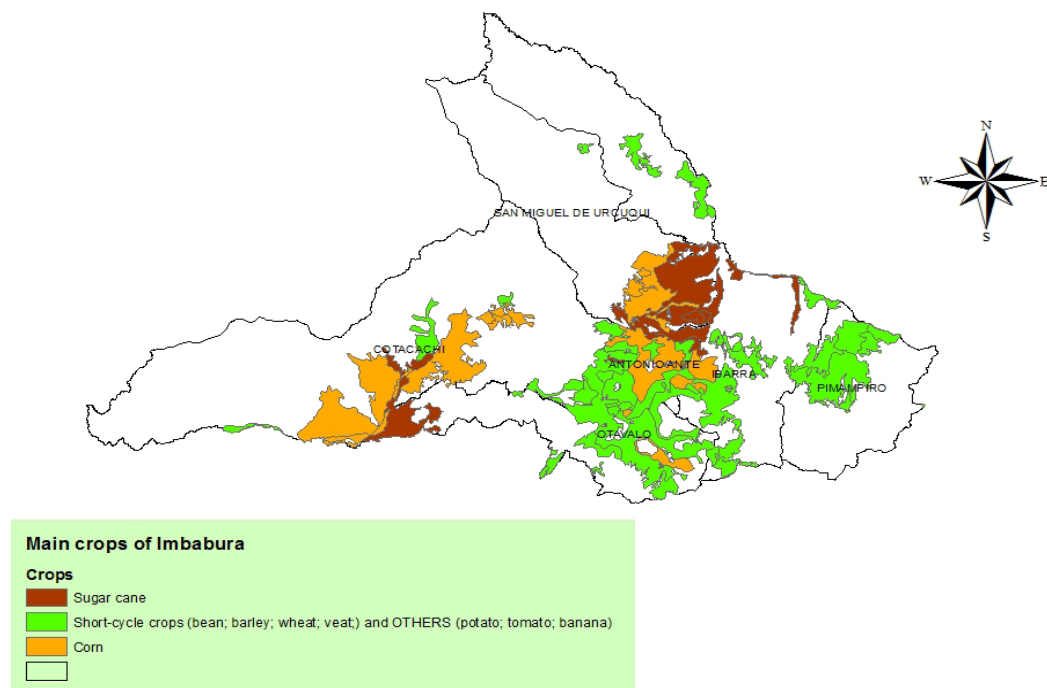
En el caso de la provincia de Imbabura se muestra que tiene una gran producción agrícola con una superficie de 22 842.09 hectáreas según datos ESPAC 2012, donde se observa que los cultivos con mayor área de siembra son caña de azúcar, maíz dulce, trigo, fréjol, maíz duro seco y papa, además de otros cultivos transitorios y permanentes. Estos podrían ser explotadas para la generación de bioenergía específicamente en la producción de bioetanol.

La Tabla 1 muestra los cultivos con mayor incidencia que son maíz suave, caña de azúcar, y fréjol. A pesar de que la superficie anual de cosecha de la caña de azúcar no es muy grande en relación a otros cultivos, la producción de este cultivo supera al de los demás cultivos, por esto la caña de azúcar es uno de los cultivos con mayor potencial para generar bioenergía. Por otro lado el maíz tiene hectáreas de cosecha considerables así como también su producción.

Tabla 1. Medias de las hectáreas cosechadas y de producción de los cultivos más representativos de Imbabura

Cultivo	Media de producción [Tm]	Media de superficie cosechada [Ha]
Maíz suave (choclo seco)	11198.15	8319.15
Fréjol	4055.08	5283.23
Caña de azúcar	341869.62	2987.85

En la figura 1 se distingue la distribución de los cultivos en el mapa de la provincia de Imbabura. Esto permite analizar espacialmente la ubicación del potencial teórico de recursos biomásicos, lo cual facilita la optimización de esta materia prima al momento de diseñar un sistema bioenergético, tomando en cuenta su disponibilidad, transporte, procesamiento y entrega (García J. et al., 2012).



**Figura 1.** Distribución espacial de cultivos con potencial para producción de bioenergía

El rendimiento de etanol puede ser obtenido con los datos teóricos. Para cada residuo seco se tiene un valor en litros por tonelada seca anual. Si se utiliza todo el residuo de maíz y caña de azúcar en Imbabura, se tendrían 48083.82 y 64507.68 toneladas secas al año de materia prima respectivamente para producción de bioetanol. De esta manera se podría producir 13.9 millones de litros de bioetanol al año del residuo de maíz y 18.1 millones de litro de bioetanol al año del bagazo de caña como se observa en la Tabla 2. Según el escenario E5 de demanda de combustible, la provincia necesita 2.6 millones de litros de bioetanol, y para el escenario E10 5.3 millones de litros de bioetanol (García et al, 2013), demostrando esta estimación que existe un potencial considerable habiendo un excedente de 91.85% y 83.43% para cada escenario respectivamente.

Sería necesario investigar en detalle los rendimientos reales de etanol de cada residuo agrícola con potencial para conocer la capacidad de suministro de energía que estos recursos poseen en base a la demanda de gasolina de la provincia.

**Tabla 2.** Rendimiento de etanol según la materia seca


Residuo	Rendimiento de etanol [L/ton seca-anual]	Cantidad de bioetanol [ML/año]
Residuo de maíz	290 <sup>a</sup>	13.9
Bagazo de caña	280 <sup>a</sup>	18.1

<sup>a</sup>(Kim et al, 2004)

## Conclusiones

Según el presente estudio, se concluye que los cultivos de mayor superficie plantada y producción en Imbabura son el maíz, la caña de azúcar y el fréjol. La fracción de residuo de estos permite obtener las toneladas secas al año de cada cultivo y en base a este valor se puede estimar la cantidad de bioetanol. Este vendría a ser el potencial teórico de bioenergía que estos recursos biomásicos podrían producir. Comparando con la de-

manda en escenarios de E5 y E10, existe un excedente considerable determinando que aún cuando el residuo de los cultivos agrícolas disminuya por otros usos, sigue siendo el recurso significativo para generar bioetanol.

Así, Imbabura posee un gran potencial en términos de biomasa con fines energéticos que podría sustituir en parte del consumo de combustibles fósiles, con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> como también la importación de derivados de petróleo que contribuyen al ahorro en las arcas del Estado. Además esta actividad podría generar fuentes de trabajo en el sector agrícola de los pequeños y grandes agricultores. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- UNESCO, 2010. Tecnología y biocombustibles de segunda generación: una herramienta para la toma de decisiones. Reunión regional de expertos. *Serie Buenas Prácticas en Cambio Climático* Vol. 2, pp. 3 – 6.
- García J., Machimura T., & Matsui T., (2013). “A Nation-wide Planning of Agro-residue Utility for Bioethanol Production and Power Generation in Ecuador”. *Revista Elsevier- Energy Procedia*. Vol. 34, pp. 57 – 63.
- García J., Machimura T., & Matsui T., (2012). “Optimizing plant allocation for bioethanol production from agro-residues considering CO<sub>2</sub> emission and energy demand-supply balance: A case study in Ecuador”. Springer – Waste biomass valor. Vol. 3, pp 435–442
- Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura Y Pesca, (MAGAP). (2000-2014). Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Quito – Ecuador
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (2012). Gobierno Nacional de la República de Ecuador.
- Velázquez-Martía B., Fernández-González E., López-Cortés I. y Salazar-Hernández D.M., (2010). *Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean. Almond groves. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)* vol.69 no.3
- Plan Nacional Del Buen Vivir. (2013). Objetivo 7 y 11. Gobierno Nacional de la República de Ecuador.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, (INER) 2013. La matriz energética Ecuatoriana. Gobierno Nacional de la República de Ecuador.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).
- Bueno, M (2012). “Cambio climático en Copenhague: la desarticulación de la cooperación sur-sur ambiental.” *Revista Neiba - Cadernos Argentina Brasil* Vol. 1, n°1
- Kim S., Bruce E. Dale B. E., (2004). “Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues”. *Revista Elsevier – Biomass & Bioenergy*. Vol. 26, pp 361 - 375







# Potencial energético de los desechos sólidos municipales en Ecuador

PhD. Gerardo Collaguazo

Profesor investigador de la Universidad Técnica del Norte. FICA  
gicollaguazo@utn.edu.ec

## RESUMEN

Debido al crecimiento exponencial de la generación de los desechos sólidos municipales en Ecuador, como también, al marco legal medio ambiental, es importante buscar estrategias alternativas para su gestión. En este sentido, la recuperación de energía de los desechos municipales (waste-to-energy) es un sistema de gestión que permite su uso adecuado y sostenible. En este contexto, el presente artículo se centra en la estimación del potencial energético de los desechos sólidos municipales basada en dos métodos de tratamiento: combustión y digestión anaerobia. Los desechos municipales que se generan en el país tienen un contenido de aproximadamente 62% de materia orgánica y 17% de materiales combustibles. De esta forma, el potencial energético (por combustión y biogás) es de 953.14 GWh por año. De esta cantidad total de energía producida, 396.8 GWh representa energía eléctrica, la misma que solventaría el consumo de aproximadamente 47.9% del consumo de alumbrado público a nivel nacional. Por otro lado, mediante la producción de biogás y su conversión en energía se dejaría de emitir a la atmósfera aproximadamente 128.5 millones de m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>, lo cual equivale a 1.93 millones de toneladas equivalentes CO<sub>2</sub>.

Palabras clave: biogás, combustión, desechos municipales, digestión anaerobia, energía.

## ABSTRACT

### **Energetic Potential of Municipal Solid Waste in Ecuador**

Due to the exponential growth of the municipal solid waste generation in Ecuador, as well as the environmental policies, it is important to find alternative strategies for its management. In this regard, energy recovery from municipal waste (waste-to-energy) is a management system that allows a suitable and sustainable use. In this context, this article focuses on the municipal solid waste energy potential estimation based on two methods: combustion and anaerobic digestion. Thus, the municipal solid waste generated in the country having a content of approximately 62% organic material and 17% of fuel materials. Then, the energy potential (for combustion and biogas) is 953.14 GWh per year. Of this total amount of energy produced, 396.8 GWh representing electrical energy, the same as consumption would solve about 47.9% of public lighting consumption nationwide. Furthermore, by producing biogas and converting it into energy would leave emit into the atmosphere of about 1285 million m<sup>3</sup> of CH<sub>4</sub>, which amounts to 1.93 million tonnes CO<sub>2</sub> equivalent.

Keywords: biogas, combustion, municipal waste, anaerobic digestion, energy.

## Introducción

Los problemas medio ambientales a nivel mundial y local, en la actualidad, están basados en dos aspectos principales: el elevado consumo de energía proveniente de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, etc.), que en el año 2014, fue del 86% del total de la energía consumida (IEA, 2016); y el crecimiento exponencial de la generación de desechos sólidos municipales (DSM), que en la última década, en el medio urbano, ha crecido de 0.68 a 1.3 billones de toneladas al año y se estima que para el año 2025 sea de 2.2 billones de toneladas (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). En Ecuador, la cantidad de DSM generados ha crecido de 2.71 millones de toneladas al año en 2002 a 4.14 millones de toneladas al año en 2012 (Ministerio del Ambiente de Ecuador y PNGIDS, 2014; OPS y OMS, 2002). Ambos, con impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública (Manfredi, 2009). En este contexto, las dos situaciones anteriores han conducido a la búsqueda de nuevas fuentes de energía y de métodos alternativos para la gestión de los desechos sólidos municipales (Bary, et al. 2013; EEA, 2013; Khatib, 2011).

En general, a nivel mundial la composición de los DSM en función de los elementos componentes (biodegradables, papel, cartón, metales, plásticos, vidrios, etc.) es aproximadamente la misma, pero en porcentajes diferentes (Hoornweg and Bhada-Tata, 2012; Khatib, 2011). Los porcentajes varían en función del desarrollo económico de un país o región, modo de vida (costumbres y tradiciones), alimentación de la población y época del año (Agrawal, et al. 2013).

Estas grandes cantidades de DSM generadas, además de la contaminación que provoca en el aire, en las aguas de superficie y subterráneas y en el suelo; implica la demanda continua de superficies cada vez más grandes de terrenos para su disposición final (EEA, 2013). En este sentido, a nivel mundial cerca de 410 millones de toneladas han sido depositadas en vertederos o rellenos sanitarios (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012), lo cual representa aproximadamente el 60% del total de los DSM generados. De igual forma, en Ecuador, la disposición de los DSM mayormente se realiza en botaderos – 65% y rellenos sanitarios – 35% (Ministerio del Ambiente de Ecuador y PNGIDS, 2014). En este sentido, la disposición final de los DSM queda como el principal método de tratamiento de los desechos, siendo éste el más simple y económico, mas no el más eficiente y ecológico.

Por otra parte, los materiales biodegradables (residuos de alimentos, papel, cartón, hojas, etc.), presentes en la composición de los DSM, varían entre 30-65% (ATSDR, 2001;

Khatib, 2011). Esta fracción orgánica se descomponen vía anaerobia natural (en ausencia de oxígeno) en el interior de los rellenos sanitarios, produciendo un gas con un contenido de aproximadamente 50% metano (ATSDR, 2001). El metano es conocido como un gas de efecto invernadero con un potencial efecto invernadero de 21 veces mayor que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Global Methane Initiative, 2010). En este sentido, el sector de los DSM es el responsable de aproximadamente el 11% de las emisiones antrópicas totales de metano (Global Methan Initiative, 2010).

En este contexto, a nivel mundial y local existen protocolos, políticas y reglamentos (por ejemplo: Directive 2008/98/CE, Plan Nacional para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos - PNGIDS) que estimulan la utilización de procesos y tecnologías alternativos de tratamiento de los DSM, tales como: tratamientos térmicos (combustión, gasificación, pirólisis); tratamientos biológicos, como la digestión anaerobia y compostaje (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). Estos métodos de tratamiento de los DSM están orientados a la eliminación o reducción de las cantidades de los DSM destinados a la disposición final en los rellenos sanitarios, como también a la reducción de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) mediante la recuperación de energía contenida en los DSM (Bary, et al. 2013; Council for Research in Technology for Generating Energy from Waste, 2013; Jofra, 2013).

La combustión es el tratamiento térmico más común para la recuperación de la energía contenida en los DSM (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012; Khatib, 2011). A este proceso se le conoce bajo el nombre de „*waste-to-energy*” (W2E). Mediante la combustión se logra una reducción del volumen de los DSM hasta en un 90% con pre-tratamientos mínimos (Bary, et al. 2013; Council for Research in Technology for Generating Energy from Waste, 2013). Las emisiones de NO<sub>x</sub> son su única desventaja (Bary, et al. 2013; Jofra, 2013). A nivel mundial existen más de 1000 instalaciones y a nivel de la Unión Europea (UE) existen 406 plantas de incineración con una capacidad de 54 millones de toneladas por año (Jofra, 2013). Los países con la mayor tasa de incineración de DSM relacionada a la cantidad de los desechos generados, son: Dinamarca 54.2%, Suecia 48.6%, Alemania 37.7%, Luxemburgo 35.4%, Holanda 32.6% (Jofra, 2013).

Por otro lado, el tratamiento anaerobio de la fracción orgánica de los DSM (FODSM) en los últimos años ha experimentado un incremento significativo debido a sus ventajas entre las cuales se mencionan (De Baere y Mattheeuws, 2013): recuperación de la energía contenida en los DSM en forma de biogás, reducción del volumen inicial de la FODSM hasta en un 70%, estabilización de la fracción orgánica y la obtención de un digerido el cual puede ser utilizado posteriormente como fertilizante agrícola, si cumple ciertas condiciones sanitarias. A nivel UE, la capacidad actual de procesamiento es de cerca 7.75 millones de toneladas anuales, lo que representa aproximadamente el 25% de la fracción orgánica total generada (De Baere y Mattheeuws, 2013).

En este sentido, el presente trabajo presenta los resultados de la estimación del potencial energético contenido en los DSM, en base a la combustión de los materiales combustibles y al tratamiento anaerobio (producción de biogás) de la fracción orgánica de los desechos municipales. Estos resultados van a ser útiles para el establecimiento de los DSM como fuente alternativa de energía y para suministrar la información necesaria en el proceso decisional con respecto a la gestión y tratamiento de los DSM, para de esta manera mitigar los problemas de la disposición final de los residuos municipales.

## Métodos y materiales

Para evaluar el potencial energético de los DSM es necesario conocer: la cantidad y composición de los DSM; y los valores del poder calórico de cada componente. En este

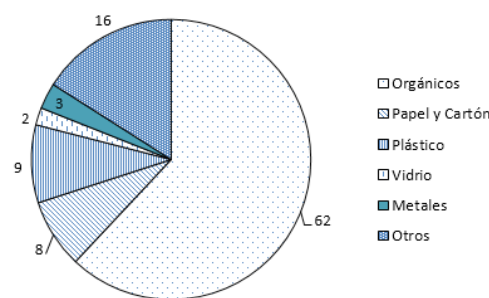


sentido, la generación y composición física de los DSM está basada en datos oficiales obtenidos del PNGIDS a través del Ministerio del Ambiente.

### Composición y cantidad de los DSM en Ecuador

Conforme a la Organización Panamericana de la Salud – OPS, (2002) la producción anual promedio de DMS fue de 2.71 millones de toneladas. Según el Ministerio del Ambiente y PNGIDS (2014), actualmente se producen 4.14 millones de toneladas anuales. Se estima que para el año 2017 la generación de DSM será de 5.55 millones de toneladas. Así, la tasa de crecimiento anual de la generación de desechos es de aproximadamente 3.5%. Además, el 35% de los DSM son depositados en rellenos sanitarios y el 65% en botaderos. La tasa de generación promedio estimada es de 0.73 kg/persona/día (Ministerio del Ambiente y PNGIDS, 2014). En este sentido, se hace necesaria la implementación de una gestión integral de los DSM y la utilización de métodos alternativos de tratamiento de los SM para reducir el flujo de los desechos destinados a su disposición final en rellenos sanitarios.

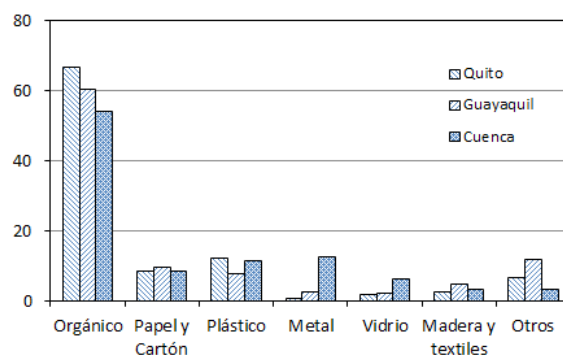
La composición de los desechos, conforme al reporte del Ministerio del Ambiente y PNGIDS (2014), está presentada en la Fig. 1.



**Fig. 1.** Composición de los DSM en Ecuador

La componente orgánica degradable (Orgánicos) de los DSM a nivel nacional es de 62%, lo cual constituye una potencial fuente para la producción de biogás mediante un tratamiento anaerobio de esta fracción. Los materiales combustibles (papel, cartón, plástico) constituyen el 17%.

Estos porcentajes presentan pequeñas diferencias si se toman en cuenta los estudios recientes de caracterización de los DSM (Castillo, 2012; Pillaga y Pomaquiza, 2015) realizados en las principales ciudades del país como Quito, Guayaquil y Cuenca, como se puede observar en la Fig. 2.



**Fig. 2.** Composición de los DSM en las principales ciudades de Ecuador

Estas diferencias se deben al modo de vida y alimentación de los habitantes de estas ciudades, donde se puede observar la alimentación está basada en comida semipreparada lo cual conduce a la generación de una mayor cantidad de materiales de embalaje (plástico, vidrio, cartón, etc.).

### Combustión. Poder calorífico

El proceso térmico de combustión está caracterizado por la conversión en CO<sub>2</sub> del carbón contenido en los DSM a temperaturas elevadas (en general entre 650°C a 1700°C) para la liberación de la energía en forma de calor. Esta, a su vez, puede generar vapor que es utilizado como agente térmico en la generación de energía (Jofra, 2013).

En general, las centrales generan energía eléctrica por intermedio de las turbinas de vapor. En términos de eficiencia de la conversión en energía eléctrica, la cantidad de energía eléctrica generada está en el rango de 0.4 MWh hasta 0.7 MWh por tonelada de DSM (Bary, et al. 2013).

El poder calorífico inferior (LHV) de los DSM en términos del poder calorífico de sus componentes, se determina conforme a la Ec. 1 (Council for Research in Technology for Generating Energy from Waste, 2013; Jofra, 2013):

$$LHV = \frac{p_1 h_1 + p_2 h_2 + \dots + p_n h_n}{100} - 1672 \cdot \frac{W_t}{100} \quad [\text{kJ/kg}] \quad (1)$$

Donde: LHV – poder calorífico inferior [kJ/kg]; pi – porcentaje de las fracciones componentes (papel, cartón, plástico, etc) de los DSM [%]; hi – poder calorífico de cada componente [kJ/kg]; Wt – humedad de los DSM [%].

En la Tabla 1 se presentan los valores de del poder calorífico de las componentes combustibles de los DSM (Bary, et al. 2013).

**Tabla 1.** Poder calorífico inferior

Componente	PCI [MJ/kg]
Papel	22.85
Cartón	26.00
Plástico	48.40
Caucho	32.25
Madera	29.00
Textiles	27.60

Por otra parte, la energía recuperada por la combustión de los desechos (Ec. 2) depende de la masa M [kg] de los DSM, el poder calorífico LHV [MJ/kg], y el rendimiento de la instalación de conversión, así en co-generación  $\eta=0.3$  para energía eléctrica y  $\eta=0.5$  para energía térmica (Bary, et. Al. 2013).

$$W=0.2778 \cdot M \cdot (LHV) \cdot \eta \quad [\text{kWh}] \quad (2)$$

### Digestión anaerobia de la FODSM

La digestión anaerobia (DA) o biometanización de la FODSM es un proceso biológico complejo de recuperación de la energía contenida en los DSM bajo la forma de biogás (compuesto en principal de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) (Dublein y Steinhauer, 2008). En este proceso la materia orgánica se degrada hasta formar biogás, en ausencia de oxígeno,

bajo la acción de unos microorganismos en el interior de un reactor bajo estrictas condiciones de temperatura, humedad, pH, etc. (De Baere y Mattheeuws, 2013; Dublein y Steinhauser, 2008).

La tecnología de DA de la FODSM se aplica con éxito desde hace varios años, sobre todo en países como Alemania, Suiza, Dinamarca, Italia, España (De Baere y Mattheeuws, 2013; Dublein y Steinhauser, 2008). Desde el 2006 en adelante, las plantas de tratamiento anaerobio de la FODSM han experimentado un incremento del 80%, hasta llegar a 50 empresas proveedoras de tecnología (De Baere y Mattheeuws, 2013). De ellas las más representativas desde el punto de vista del proceso de DA son (Dublein y Steinhauser, 2008; De Baere y Mattheeuws, 2013): BTA, Valorga, DRANCO, Linde-KCA, Kompogas, WAASA BIOPERCOLAT, Biocel.

Las instalaciones de tratamiento anaerobio de la FODSM funcionan a diferentes parámetros y presentan diferentes performances técnicas, económicas y biológicas. En este sentido, la producción de biogás de estas instalaciones está en el rango de 80 a 160 m<sup>3</sup>/tonelada de residuo fresco (De Baere y Mattheeuws, 2013).

Las instalaciones utilizadas para la conversión del biogás en energía, en general, están basadas en grupos moto-generadores con motores de combustión interna (Bary et al., 2013), debido a su coste y eficiencia.

La cantidad de energía recuperada del biogás está dada por la Ec. 3 (Surrop y Mohee, 2011).

$$W=0.2778 \cdot V_{\text{Biogás}} \cdot V_{\text{CH}_4} \cdot (\text{LHV}) \cdot \eta \text{ [kWh]} \quad (3)$$

Donde:  $V_{\text{biogás}}$  – débito de biogás [m<sup>3</sup>];  $V_{\text{CH}_4}$  – contenido de CH<sub>4</sub> en el biogás [%]; LHV – poder calorífico del metano [MJ/m<sup>3</sup>];  $\eta$  – eficiencia de la instalación de conversión en energía [%]. El LHV del metano es de 35.8 MJ/m<sup>3</sup> (Dublein y Steinhauser, 2008).

Los grupos moto-generadores tienen una eficiencia en co-generación entre 80 – 85%. De igual forma, la eficiencia de la conversión del biogás en energía eléctrica varía entre 25% al 45% (Surrop y Mohee, 2011).

## Resultados y discusión

En la estimación del potencial energético de los DSM se han considerado la fracción orgánica y los materiales combustibles por separado. La primera, para el cálculo de la producción de biogás; y la segunda, para el cálculo de la energía a partir de la combustión de éstos.

### Estimación del potencial energético a partir del biogás

Tomando en cuenta la producción actual de DSM a nivel nacional de 4.14 millones de toneladas y que en su composición el 62% es materia orgánica biodegradable, resultan aproximadamente 2.57 millones de toneladas susceptibles a ser tratadas mediante digestión anaerobia para la producción de biogás.

De igual forma, considerando que la producción promedio de biogás en las instalaciones industriales es de 100 m<sup>3</sup>/tonelada de desecho fresco, se obtiene una producción de 257 millones de m<sup>3</sup> de biogás por año, resultando un débito de aproximadamente 29338 m<sup>3</sup>/h de biogás.

Por otra parte, el biogás es una mezcla de gases en el cual el CH<sub>4</sub> se encuentra en una concentración del 45% al 75% (Dublein y Steinhauser, 2008). Por lo tanto, considerando una concentración media del 50%, el flujo de CH<sub>4</sub> sería de 14669 m<sup>3</sup>/h, lo cual representa un gran potencial para la producción de energía térmica y/o eléctrica.

En este sentido, considerando un rendimiento del 85% de la instalación de conver-

sión del biogás en energía en co-generación (producción de energía térmica y eléctrica) y aplicando la Ec. 3, resulta que el potencial energético de la FODSM es de aproximadamente 62 MWh; lo cual anualmente representan 543.14 GWh.

Si se considera una eficiencia del 35% del grupo moto-generador para la conversión del biogás en energía eléctrica se tendrían 21.7 MWh. Por lo tanto, anualmente se producirían aproximadamente 168.1 GWh de energía eléctrica, tomando en cuenta que las instalaciones funcionan en promedio 7746 horas al año.

### Estimación del potencial energético a partir de la combustión

De la cantidad de DSM generados de 4.14 millones de toneladas, aproximadamente el 17% representan materiales combustibles (papel, cartón, plástico), lo que significan cerca de 703.8 mil toneladas por año.

Considerando los valores del poder calorífico de la Tabla 1 para los materiales combustibles, y considerando una humedad promedio de aproximadamente 4%, el poder calorífico de los materiales combustibles sería de 3.9 MJ/kg (1.08kWh/kg). En este sentido, en base a la Ec. 2, la energía producida por la incineración de los materiales combustibles contenidos en los DSM sería de aproximadamente de 381.3 GWh, de los cuales 228.7 GWh representaría energía eléctrica.

### Discusión general

La energía total recuperada, tanto por la digestión anaerobia de la FODSM y por combustión de los materiales combustibles de los DSM sería de 953.14 GWh. De este total, aproximadamente 396.8 GWh es energía eléctrica.

Según el INER (2014), el consumo anual de energía eléctrica por concepto de alumbrado público a nivel nacional es de 827.8 GWh. En este sentido, la recuperación de energía de los DSM solventaría cerca del 47.9% del consumo anual de alumbrado público.

La diferencia de la energía total producida, es decir, 953.14 GWh es energía térmica que puede ser utilizada para la generación de vapor para un proceso industrial o agua caliente para un proceso industrial, calefacción de viviendas, etc.


Por otra parte, la producción de biogás por medio de la digestión anaerobia conlleva no solo a beneficios energéticos, sino también ambientales y económicos. En este sentido, conforme a Global Methane Initiative (2010), un débito de 100 m<sup>3</sup>/h de biogás en combustión directa equivale con la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) de 27000 vehículos por año, o la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> igual a 13.4 millones de litros de gasolina consumida. También, se reducen los riesgos de salud, por cuanto por combustión directa o conversión en energía del biogás se reducen significativamente las dioxinas contenidas en el mismo (Bary, et al. 2003). De igual forma, mediante el tratamiento anaerobio de la FODSM con producción de biogás y su conversión en energía se reducirían las emisiones de CH<sub>4</sub> que se producirían en los rellenos sanitarios (en este caso de aproximadamente de 128.5 millones de m<sup>3</sup> de metano por año) con cerca de 1.93 millones de toneladas equivalentes CO<sub>2</sub>.

### Conclusiones

El impacto negativo sobre el medio ambiente que provocan los DSM ha motivado la utilización de métodos alternativos de tratamiento con recuperación de energía de estos desechos. En este sentido, las plantas de incineración de los DSM (WTE) y las de producción de biogás resuelven dos problemas: recuperar la energía de los DSM y controlar las



emisiones de los principales contaminantes. De esta forma, los DSM cumplen los atributos de fuentes de energía renovables, por cuanto se producen en grandes cantidades con suficiente contenido energético. Los DSM que se generan en el país tienen un contenido de aproximadamente el 62% de materia orgánica y 17% de materiales combustibles, lo cual revela un elevado contenido energético. Así, el potencial energético (por combustión y producción de biogás) es de 953.14 GWh por año. De esta cantidad total de energía producida, 396.8 GWh representaría energía eléctrica, la misma que solventaría el consumo de cerca del 47.9% del consumo de alumbrado público a nivel nacional.

Por otro lado, mediante la producción de biogás y su conversión en energía se dejaría de emitir a la atmósfera aproximadamente 128.5 millones de m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>, lo cual equivale a 1.93 millones de toneladas equivalentes CO<sub>2</sub>. 

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal A., Pandey R., y Agrawal M. L., (2013). "Seasonal variation in composition and characteristics of indian municipal solid waste – A case study", en *Revista Recent Research in Science and Technology*, 5 (5), 40 – 43.
- ATSDR, (2001). Landfill Gas Premier. An Overview an Environmental Health Professional (<https://goo.gl/PIBfOl>).
- Bary W., Neil W., Barry Liss., y Brandon W., (2013). A Comparativ Assessment of Commercial Technologies of Conversion of Solid Waste to Energy, USA, Enviropower Renewable.
- Castillo P. M., (2012). Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables domésticos para Distrito Metropolitano de Quito, Quito, Ecuador, EMASEO (<https://goo.gl/wQHfEm>).
- Council for Research in Technology for Generating Energy from Waste, (2013). Review of State-of-the-Art Waste-to-Energy Technologies: Stage Two – Case Studies, USA, (<https://goo.gl/lrGGIE>).
- De Baere L., Mattheeuws B., (2013). *Anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste in Europe*, (<https://goo.gl/CJbiVH>).
- Directive 2008/98/EC of the European parliament and of the council of 19 November 2008 on Waste, (<https://goo.gl/8pHtQL>)
- Dublein D. y Steinhauser A., (2008). *Biogas from Waste and Revewable Resources. An Introduction*, Weinheim, Germany, Wiley-VCH.
- EEA (European Environmental Agency), (2013). *Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries*, Copenhagen, (<https://goo.gl/3iFHVz>).
- Global Methane Initiative, (2010). Landfill Methane: Reducing Emissions, Advancing Recovery and Use Opportunities, (<https://goo.gl/G7R5pL>).
- Hoornweg D. y Bhada-Tata P., (2012). *What a Waste: A global review of solid waste management*, Washington, SUA, World Bank.
- IEA (International Energy Agency), (2016). Key World Energy Trends, (<https://goo.gl/eSTRDs>).
- INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables), (2014). Eficiencia energética en alumbrado público, (<https://goo.gl/S8CDXa>).
- Jofra S. M., (2013). Incineration overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle? USA, Global Alliance for Incinerator Alternatives,
- Khatib I. A., (2011). Municipal Solid Waste Management in Developing

- Countries: Future Challenges and Possible Opportunities, Palestine, Israel, Sunil Kumar.
- Manfredi, S., (2009), Environmental Assessment of Solid Waste Landfilling in a Life Cycle Perspective (LCA model EASEWASTE), Ph.D. Thesis, Technical University of Denmark, Denmark (<https://goo.gl/xPWcdb>).
- Ministerio del Ambiente y PNGIDS, (2014). Diagnóstico de la Cadena de Gestión Integral de los Desechos Sólidos-Reciclaje, Ecuador, (<https://goo.gl/rZ4Iqb>).
- OPS (Organización Panamericana de la Salud), (2002). Análisis sectorial de residuos sólidos Ecuador, Quito, (<https://goo.gl/CUArW>).
- Pillaga A. L. M., y Pomaquiza P. D. A., (2015). Obtención de las densidades aparentes de los componentes de mayor generación dentro de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Cuenca, Tesis de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, (<https://goo.gl/pM2xgN>).
- Surroop D. y Mohee R., (2011). *Power generation from landfill gas*, 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications, IPCBEE, vol 17, IACSIT Press, Singapore.

# COLOQUIO VI: CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

*1a  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*

# Modelo de gestión estratégica basado en el desarrollo de capacidades tecnológicas en centros de mecanización del Ecuador

Fernando Caicedo, Fausto Calderón, Mayra Terán

Universidad Técnica del Norte, Instituto de Posgrado

Byron Jaramillo

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO– Ecuador

Alexandra Chicaiza

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, Ecuador

## RESUMEN

La Agricultura en el Ecuador enfrenta grandes retos, desafíos y cambios, desatados por la globalización, los avances tecnológicos, la mecanización, mercados cada vez más exigentes y el desarrollo de nuevas competencias técnicas y conceptuales. Esto requiere la adopción de nuevas estrategias que estén acordes a esta nueva realidad. El artículo explora las estrategias, bajo criterios técnicos económicos y de optimización del uso de maquinaria requeridas, para que los 55 centros de mecanización soportados por el MAGAP a nivel nacional, a través de la adopción de un modelo de gestión, basado en competencias tecnológicas y gestión estratégica. Los resultados de las investigación de campo previas indican que existen una importante relación entre los grados de mecanización y los niveles de eficiencia operacional y rentabilidad en los sistemas de producción considerando que la mano de obra en el Ecuador en la agricultura empieza a ser escasa y cara, con impactos negativos en la competitividad agrícola. El modelo de gestión, sugiere nuevas competencias de toma de decisiones, de carácter holístico, liderazgo y niveles de asociatividad y compromiso entre los actores y el ecosistema de agro negocios. Este modelo propuesto está orientado a fortalecer el sistema de producción de pequeños y medianos productores que tienen limitado acceso a financiamiento para equipamiento tecnológico, y gestión del conocimiento.

**Palabras Clave:** CENTROS DE MECANIZACIÓN, SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MECANIZADOS, MODELO DE GESTIÓN ESTRATÉGICA, MANTENIMIENTO.

## ABSTRACT

### **Model of Strategic Management Based on the Development of Technological Capabilities in Mechanization Centers in Ecuador**

Agriculture in Ecuador faces great challenges and changes triggered by globalization, technological advances, mechanization increasingly demanding markets and the development of new technical and conceptual skills. This requires the adoption of new strategies that are consistent with this new reality. The paper explores strategies under economic and technical criteria optimization of required machinery, for 55 machining centers supported by the MAGAP at national level, through the adoption of a management model based on technological skills and strategic management. The results of the research of previous field indicate that there is an important relationship between the degree of mechanization and levels of operational efficiency and profitability in production systems considering that labor in Ecuador in agriculture is becoming scarce and expensive with negative impacts on agricultural competitiveness. The management model suggests new decision-making skills, holistic character, leadership and levels of partnership and commitment between the actors and the agro business ecosystem. This proposed model is aimed at strengthening the system of production of small and medium producers who have limited access to financing for technological equipment, and knowledge management.

**Keywords:** MECHANIZATION CENTERS, MECHANIZED PRODUCTION SYSTEMS, MANAGEMENT MODEL, MAINTENANCE.

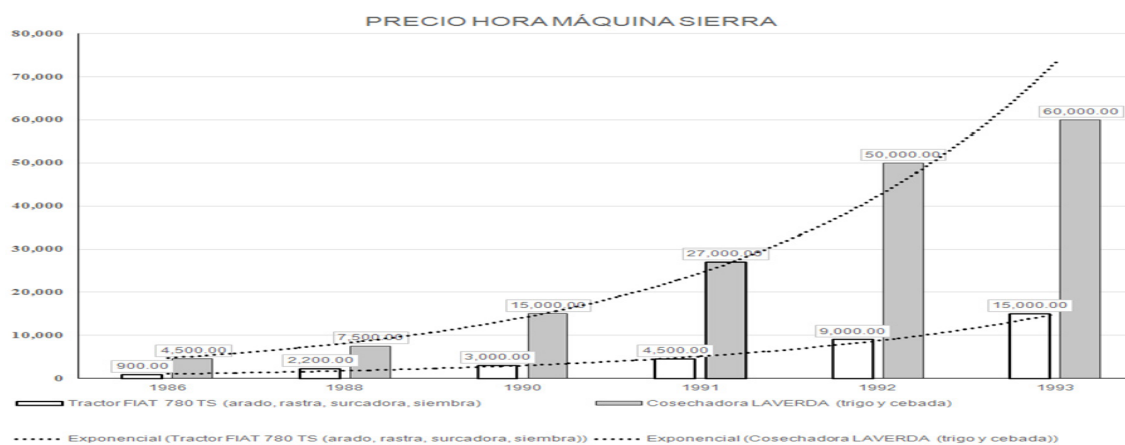


## Introducción. Centros de Mecanización impulsados por el Programa Hombro a Hombro-MAGAP

Desde el año 2012 el MAGAP viene implementando en cinco provincias de la Sierra ecuatoriana la Estrategia Hombro a Hombro-*HaH* con el propósito de contribuir a mejorar la cobertura de los servicios que proporciona el MAGAP en sus jurisdicciones. La Dirección de Mecanización del MAGAP en función de lo señalado a partir del año 2012 se implementaron un total de 55 Centros de Mecanización en las provincias de Cañar (10), Chimborazo (13), Bolívar (10), Tungurahua (12) y Cotopaxi (10), dirigidos a proveer de servicios de maquinaria agrícola a través de un pull de maquinaria compuesto en su mayoría por tractores (70 y 90 HP), arados de cuatro discos, rastra de 24 discos y motocultores (5).

En los análisis técnico-económicos de la maquinaria, y relacionado con los costos de alquiler de maquinaria, el costo hora por tractor se incrementó en un 1.666 % y el costo hora de una cosechadora en un 1.333 %, como se refleja en la figura 1.

Después de revisar los criterios de fijación de tarifas se concluye que no se lo hacía con un enfoque técnico ni de optimización del uso de la maquinaria. Ver figura 1.



**Figura 1.** Precio hora maquina Región Sierra

Para este estudio, se analizó a la producción nacional tomando datos del III Censo Nacional Agropecuario en tres grandes grupos: 1) pequeños productores con unidades productivas menores a 10 has con el 1,84%, del área total. 2) medianos con unidades productivas de 10 a menos de 100 con el 45,58% y 3) grandes en unidades de 100 a más de 200 con el 42,57%.

Además se consideraron a los principales cultivos transitorios solos, que ocupan actualmente el 6,6% del total nacional con 820.438 has. La variación de la cantidad de hectáreas es notoria en función del cultivo y zona de producción, en caso del arroz, la distribución de la producción se manifiesta de la siguiente manera; 33,1% de la producción está en manos de pequeños y medianos productores con unidades de producción de menos de 10 has (113.868 has), el 45,1% de la producción está en manos de productores de 10 a menos de 100 has (155.056 has) y el 21,08% en productores de 100 a más de 200 has (75.012 has).

El caso fréjol seco, la distribución de la producción se manifiesta de la siguiente manera; 46,06% de la producción está en manos de pequeños medianos productores con unidades de producción de menos de 10 has (8.948 has), el 42,8% de la producción está en manos de productores de 10 a menos de 100 has (8.311 has) y el 11,2% en productores de 100 a más de 200 has (2.179 has) como lo indica la tabla 1:

**Tabla 1.** *Uso de suelo en el Ecuador*

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS		USO DEL SUELO EN ECUADOR										
		TOTAL	TAMAÑOS DE UPA									
		MENOS DE 1 HECTAREAS	DE 1 A MENOS DE 2 HECTAREAS	DE 2 A MENOS DE 3 HECTAREAS	DE 3 A MENOS DE 5 HECTAREAS	DE 5 A MENOS DE 10 HECTAREAS	DE 10 HASTA MENOS DE 20 HECTAREAS	DE 20 HASTA MENOS DE 50 HECTAREAS	DE 50 HASTA MENOS DE 100 HECTAREAS	DE 100 HASTA MENOS DE 200 HECTAREAS	DE 200 HECTAREAS Y MAS	
TOTAL NACIONAL	UPAs	842,882	248,398	117,660	78,850	90,401	101,066	75,660	76,792	34,498	12,941	6,616
	Hectáreas	12,355,831	95,634	156,016	183,354	339,021	688,987	1,017,807	2,372,027	2,242,409	1,666,879	3,593,496

**Tabla 2.** *Principales cultivos transitorios solos*

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS		PRINCIPALES CULTIVOS TRANSITORIOS SOLOS										
		TOTAL	TAMAÑOS DE UPA									
		MENOS DE 1 HECTAREAS	DE 1 A MENOS DE 2 HECTAREAS	DE 2 A MENOS DE 3 HECTAREAS	DE 3 A MENOS DE 5 HECTAREAS	DE 5 A MENOS DE 10 HECTAREAS	DE 10 HASTA MENOS DE 20 HECTAREAS	DE 20 HASTA MENOS DE 50 HECTAREAS	DE 50 HASTA MENOS DE 100 HECTAREAS	DE 100 HASTA MENOS DE 200 HECTAREAS	DE 200 HECTAREAS Y MAS	
ARROZ	UPAs	75,814	6,797	7,899	7,555	12,179	15,165	11,454	9,710	3,423	1,133	498
	Hectáreas	343,936	3,475	8,924	13,405	33,299	54,765	56,987	63,107	34,962	31,140	43,872
ARVEJA SECA	UPAs	11,615	3,467	1,478	1,208	1,432	1,627	1,343	758	165	81	55
	Hectáreas	5,919	374	497	532	752	1,160	1,131	812	290	175	196
FREJOL SECO	UPAs	15,780	2,534	1,974	1,811	2,034	2,733	2,323	1,523	517	220	111
	Hectáreas	19,438	628	1,087	1,466	2,122	3,645	3,823	3,387	1,101	985	1,194
MAIZ DURO SECO	UPAs	81,943	4,482	6,733	6,817	9,735	14,546	13,982	15,605	6,438	2,490	1,116
	Hectáreas	240,201	1,635	5,117	8,472	15,698	33,855	46,269	65,157	29,324	16,355	18,319
MAIZ SUAVE SECO	UPAs	104,513	35,750	20,356	12,513	12,645	11,329	6,594	3,727	1,073	321	204
	Hectáreas	83,602	7,750	10,588	9,278	11,843	15,862	11,174	8,361	3,912	1,619	3,215
PAPA	UPAs	82,759	26,035	15,143	10,242	10,762	10,068	5,881	3,058	865	394	311
	Hectáreas	47,494	3,627	5,473	5,148	6,625	8,736	6,775	4,726	2,154	1,505	2,726
SOYA	UPAs	4,226	242	368	364	552	970	791	505	249	121	63
	Hectáreas	54,350	272	409	686	1,793	4,564	7,120	9,629	10,206	7,593	12,078
MAIZ DURO CHOCLO	UPAs	4,351	606	552	516	574	750	577	466	208	87	15
	Hectáreas	3,745	162	345	322	270	406	551	576	355	470	288
MAIZ SUAVE CHOCLO	UPAs	45,675	22,839	8,154	4,241	3,798	3,693	1,523	936	312	115	63
	Hectáreas	21,798	2,958	2,797	2,307	3,251	4,617	2,314	1,534	834	622	564

## Importancia de un modelo de gestión estratégica para los centros de mecanización

Se pretende obtener una estructura organizativa de la maquinaria agrícola y de sus facilidades de taller y equipamiento que permitirá incrementar su efectividad y alcance, vinculado además con un plan de reordenamiento de los recursos técnicos y del personal involucrado con la actividad. Las principales ventajas se centran en la posibilidad de disponer de sistemas organizativos de la maquinaria más efectivos, así como las orientaciones y estrategias para su desarrollo. (Suárez et al., 2011)

Velasco et al. (2003) plantean que es necesario realizar un adecuado análisis de los costos antes de sustituir una tecnología por otra. Ibáñez y Villar (1994) y Vega (2000), destacan que el factor económico es determinante para controlar el éxito de la mecanización, en cualquier país, ya que uno de los aspectos importantes a considerar es el costo de producción por concepto de maquinaria agrícola, es imprescindible conocer el costo de operación de los equipos y el costo de las labores agrícolas realizadas por ellos (Héctor et al., 2008).

La investigación de los costos de un grupo de máquinas es de alta relevancia, pues permite contar con los antecedentes necesarios para comparar alternativas de compra o variantes de organización de tecnologías, de forma tal que se reduzcan los egresos y aumenten las utilidades. (Marrón, 2002). (Héctor et al., 2008)

La aceptación de una máquina por un agricultor estará influenciada no solamente por sus características técnicas, sino que también por su costo y por los beneficios que produciría. La evaluación económica del rendimiento de una máquina es un aspecto muy importante en el proceso de evaluación pero desafortunadamente es con frecuencia descuidada (Sims and O'Neil, 1994)

El objetivo de la optimización es maximizar los rendimientos netos superiores a los costos de maquinaria (Parmar, McClendon et al. 1996). Aunque la inversión en las máquinas son una parte significativa de los gastos de producción de cultivos, la selección de la maquinaria ha sido durante mucho tiempo un reto para los productores de cultivos (Taylor, Schrock et al. 2001).

Se pretende obtener una estructura organizativa de la maquinaria agrícola y de sus facilidades de taller y equipamiento, que permitirá incrementar su efectividad y alcance, vinculado además con un plan de reordenamiento de los recursos técnicos y del personal involucrado con la actividad (Suárez, J 2001).

El modelo de gestión se basa en tres componentes básicos que se definen en: a) Parámetros técnico-económicos del tractor y su apero, b) parámetros técnico-económicos de los cultivos según zona de producción y c) criterios administrativos de maquinaria con énfasis a la planificación y control.

## Materiales y Métodos

En lo referente a las técnicas utilizadas en el estudio de investigación descriptiva, se utilizaron las siguientes: observación directa, encuesta orientadas a 1.000 entrevistas formales con grupos focales a los 55 directores y 300 técnicos de los centros mecanizados, fichas de registro, matriz de análisis y revisión de literatura sobre cadenas productivas, mapas de actores y normativa legal vigente.

Los diferentes instrumentos utilizados fueron validados por el equipo de expertos a objeto de verificar la pertinencia de estos con las interrogantes de la investigación, la validez del contenido y cobertura de alcance de la investigación

## Resultados

Los resultados de los análisis técnicos económicos de la maquinaria en lo referente a los costos de alquiler de maquinaria reflejan que, en apenas una década el costo hora por tractor subió un 1.666 % y el costo hora de una cosechadora fue de 1.333 %, debido a factores inflacionarios, sin mediar criterios de optimización. Esta información está reflejada en la figura 1.

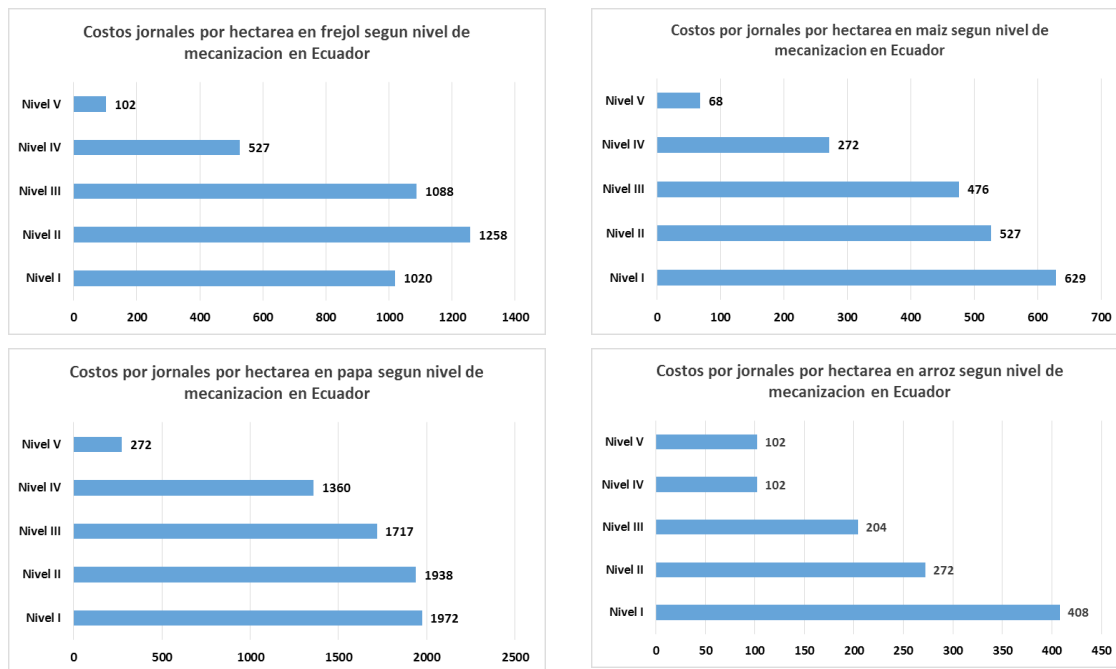
No existen normativas de uso de la maquinaria. En el análisis se estudiaron varios acuerdos ministeriales, sobre fijación de precios de alquiler de maquinaria, sin sustento de carácter técnico económico y no registran normativas acordes de uso.

Existe una fuerte relación entre los niveles de mecanización y los costos por cultivo, y por ende mayor productividad, como se encuentran reportados en la tabla 3.

**Tabla 3. Costos de mecanización por cultivo**

Costos de mecanización según cultivo																				
Tipo de productores	Pequeños de 0.5 a 3 has				Medianos de 3 a 10 has								Grandes mas de 10 has							
Labor	Nivel I				Nivel II				Nivel III				Nivel IV				Nivel V			
	Frejol	Maiz	Papa	Arroz	Frejol	Maiz	Papa	Arroz	Frejol	Maiz	Papa	Arroz	Frejol	Maiz	Papa	Arroz	Frejol	Maiz	Papa	Arroz
Rastra	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
Nivelada 1 (con rastra)	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
Nivelada 2 (con rastra, Fagueada arroz)		18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
Surcada					22.6		22.6				22.6				22.6				22.6	
Siembra						18.6		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
Fertilización									13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
Labores culturales													20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7
Control químico de malezas													6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Controles fitosanitarios													6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Cosecha y trilla				192				192				192				192.0	300	540	650	192.0
	36.6	54.9	54.9	246.9	77.5	73.5	77.5	265.5	87.1	87.1	109.7	279.1	121.0	121.0	143.6	313.0	421.0	661.0	793.6	313.0

Se determinó la relación entre los jornales y el costo de mano de obra, en los diferentes cultivos, en el que la mano de obra le encarece el costo, por tanto le resta eficiencia a la actividad. Ver figura 2



**Figura 2. Costos jornales por hectárea, según nivel de mecanización y tipo de cultivo**



Los centros mecanizados no cuentan con sistemas adecuados de gestión administrativa, que permitan la toma de decisiones mediante una adecuada estructura organizativa y de control, con base en parámetros técnicos y económicos..

## Discusión

Con relación al *Resultado 1*: Se requiere establecer tarifas con un criterio técnico económico, que evidencie la optimización de la maquinaria en función del costo hora, mediante normativas de uso, nacionales e internacionales. Debe considerar la gestión de costos y presupuestos.

Con relación al *Resultado 2*: Como se mencionó que no existen normativas de uso de maquinaria, el control por tanto es menos eficiente o casi nulo, y se evidencia aún más con los aspectos culturales y de tradición en el uso de la maquinaria.

Con relación al *Resultado 3*: Al determinar los niveles de mecanización por cultivo, se establece una alerta sobre qué tan dependiente es sistema de producción de la mano de obra, es decir que si bien la mecanización se puede extender a todas las actividades del sistema productivo, este se queda solamente en el laboreo primario. Si bien la mecanización trae muchas ventajas en los procesos de producción agrícola, como la liberación al ser humano de trabajos pesados, y adaptables en ergonomía además.

En nuestro país, el concepto de mecanización está mal concebido y se cree erróneamente que este proceso se relaciona solamente con grandes extensiones de terreno, y no es así. En China, por ejemplo se mecanizan desde áreas pequeñas de superficie. Es decir la mecanización se adapta a todo nivel de superficie en cuanto a extensión y topografía.

Con relación al *Resultado 4*: Se puede colegir que con la cantidad de mano de obra y sus costes asociados, en la actividad agrícola, la producción a pequeña escala no es rentable ni eficiente, por lo que se precisa desarrollar un proceso de mecanización de mayor envergadura.

Con relación al *Resultado 5*: Una de las estrategias propuestas para aumentar la eficiencia de los centros mecanizados, en la trilogía: tiempo, costos y calidad, y consecuentemente una mayor productividad, es la adopción de un modelo de gestión basado en competencias tecnológicas y del conocimiento.

Una de las dificultades encontradas en los centros de mecanización y sus zonas de influencia, es la formación en temas administrativos, es preocupante, es difícil encontrar en ellos personas, formadas con criterios administrativos, en manejo de equipos y maquinaria. Los tractoristas en su mayoría tienen un nivel básico de educación.

A esto hay que añadir que alguna maquinaria dispone de mayor tecnología sea esta electrónica o hidráulica y complejiza la operación y mantenimiento, ya que requiere otros conocimientos asociados a ella. Esto repercute en la vida útil del tractor y es la respuesta que los centros de maquinización se cuenta con equipamiento y maquinaria básica.

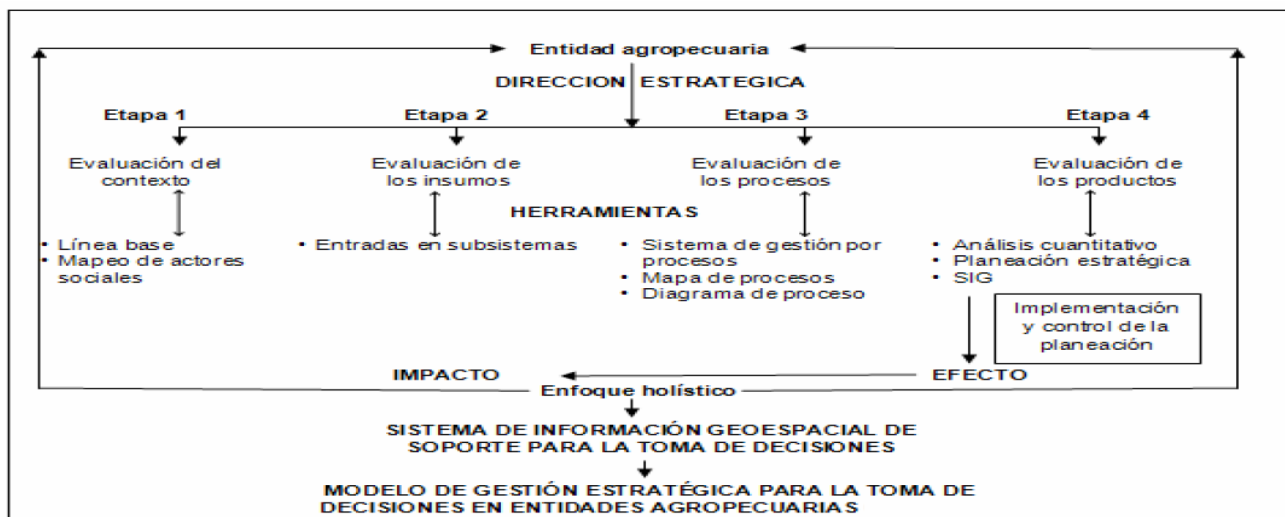
Por lo expuesto en cada una de los resultados, requiere de la implementación de un modelo de gestión estratégica, basado en competencias tecnológicas en los 55 centros de mecanización en el Ecuador.

## Propuesta de modelo de gestión estratégica, basado en competencias tecnológicas

Campos, M., Suárez, J., & Ojeda, R. (2013) mencionaron que “...los modelos de gestión tecnológica e innovación (Suárez, 2003) y de desarrollo local basado en el conocimiento y la innovación (Bofill, 2010) aportan una concepción dirigida a catalizar el desarrollo de una entidad agropecuaria y de las comunidades donde se inserta, a partir de fomentar

la utilización de la tecnología, la innovación y el conocimiento. En este sentido, se considera apropiada la utilización de la metodología ECOFAS (ECOLOGICAL Framework for the Assessment of Sustainability), desarrollada por Funes Monzote (2009) para la conversión de los sistemas de producción especializados hacia sistemas integrados ganadería-agricultura”, Ver figura 3.

Gross, H., Girard, N., & Magda, D. (2011), propusieron un marco conceptual con el fin de diseñar mejores herramientas de gestión de recursos naturales capaces de adaptarse a los cambios en las prácticas agrícolas, y construyeron una red de análisis sobre la base de las tres dimensiones de un instrumento de gestión desarrollado por Hatchuel y Weil (1995) este se refiere a tres aspectos, a) el sustrato técnico, que corresponde a la dimensión informativa de los instrumentos y materiales. b) filosofía de gestión, que representa, el sistema de conceptos que señala objetos y objetivos que forman los objetivos de racionalización.



Nota: Tomado de Campos, M., Suárez, J., & Ojeda, R. (2013). "Modelo de gestión estratégica para la toma de decisiones en entidades agropecuarias. *Pastos y Forrajes*, 36(1), p.84

**Figura 3.** Diseño del modelo de gestión estratégica para la toma de decisiones

Finalmente, c) la dimensión del modelo de organización, define, en forma simplificada, el papel que debe ser jugado por los actores y la distribución de los conocimientos que teóricamente sigue la implementación de una herramienta.

## Estrategia

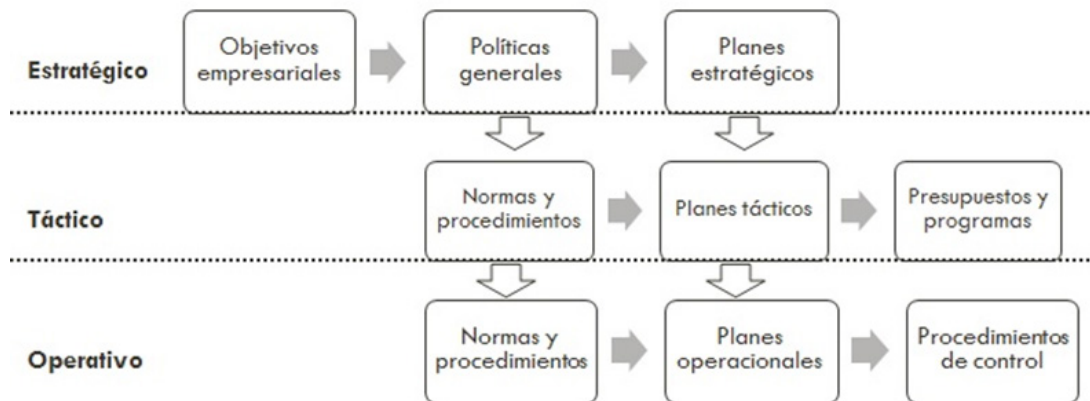
Alfred Chandler (1962), citado por Blanco, E. (2014), definió la estrategia como la determinación de los fines y objetivos de largo plazo de la empresa, la adopción de lineamientos de acción y la asignación de los recursos necesarios para alcanzar esos fines. En el modelo de gestión estratégica, la estrategia representa un elemento gravitante, ya que genera valor a la organización.

## Desdoblamiento de la estrategia

Para una aplicabilidad adecuada de la estrategia, se requiere una comprensión profunda de tres problemas ligados a la actividad empresarial de los centros de mecaniza-

ción, a través del desdoblamiento de la estrategia, estos problemas son:

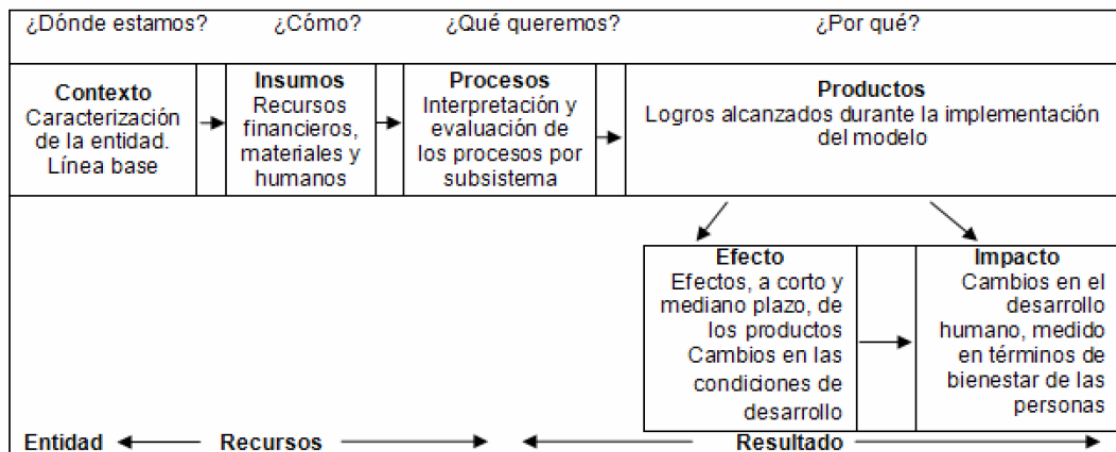
- Problema **estratégico**: Elección del dominio / producto/mercado / de la empresa
- Problema **táctico**: Retaguardia (racionalización \y estructuración) y liderazgo (innovación futura)
- Problema **operacional** o de adecuación tecnológica, con elección y utilización de las tecnologías para producir y distribuir



\*Adaptado de Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2011). "Planeación estratégica. Fundamentos y aplicaciones", Editorial Mc Graw Hill, Brasil

**Figura 4.** Desdoblamientos estratégicos resultantes de los objetivos empresariales

Chiavenato (2011), precisó que para efectos de administrar la adecuación de los aspectos del ambiente (variables externas) a los aspectos de la empresa (variables internas), la estrategia empresarial requiere articular todos los niveles (problemas) de la empresa: niveles estratégico (institucional), táctico (intermedio) y operacional. Para ello propuso un esquema relacional como se puede apreciar en la figura 2.



\* Tomado de Campos, M., Suárez, J., & Ojeda, R. (2013). "Modelo de gestión estratégica para la toma de decisiones en entidades agropecuarias. Pastos y Forrajes, 36(1), p.85

**Figura 5.** Cadena de resultados del Modelo de Gestión Estratégica

## Cadena de resultados del modelo de gestión estratégica

Perdomo (2011), citado por Campos, M., *et.al.* (2013) hizo una importante adaptación del modelo de gestión basado en los resultados, formulado por el PNUD, sobre la facilidad de convertir aquellos elementos vinculados entre sí en una cadena de resultados (figura 4), la cual expone –esencialmente– lo que quieren lograr los decisores, por qué quieren lograrlo y cómo lo harán

Esta cadena ilustra “*los efectos, a corto y a mediano plazo, de los productos de una intervención y los cambios en las condiciones de desarrollo; el impacto, a criterios del PNUD (2009), es evaluado por los cambios intencionales o reales en el desarrollo humano en términos de bienestar de las personas*”. (Campos, M., *et.al.*, 2013)

## Correlación de los niveles de la planificación con el Mapa de Actores

Sin duda, las funciones de la administración o gestión de los centros mecanizados, que inciden mayormente en la eficiencia operacional, son la planeación y control.

Es importante considerar que la planeación en actividades agrícolas suele ser muy cambiante por cuanto se trata de un trabajo con la naturaleza, influenciada en cambios climáticos y otro tipo de eventualidades.

Sin embargo, los centros mecanizados al manejar estándares y normativas (procesos y procedimientos) de los sistemas productivos se logran hacer un control eficiente del uso de los recursos y de las maquinarias.

Para ello se ha diseñado dos macro niveles de planificación, dentro de los cuales podemos desagregar en tres niveles (desdoblamiento de la estrategia): estratégico, táctico y operativo.

Si se hace *énfasis en el nivel operativo*, se puede denotar que el problema principal está en la determinación de los rendimientos del conjunto por unidad de sitio específico, seguido por el conjunto en función de la labor y por último la labor en función del sistema de producción, como aprecia en la tabla 2.

Los centros de mecanización al ser soportados técnicamente por el MAGAP, estos se rigen por las políticas públicas, planes estratégicos y grandes objetivos de desarrollo, en el nivel estratégico y por las normas y procedimientos, planes tácticos y presupuestos y programas, correspondientes al nivel táctico, debiendo existir una articulación adecuada, entre estos niveles. Esta constituye una debilidad, pues esta correlación es ineficiente.

Con el modelo de gestión estratégico propuesto, se pretende proporcionar una herramienta para los centros de mecanización, que guíe en la planificación y control, en primera instancia en el nivel operativo y que este en alineación con los niveles táctico y estratégico, de tal manera que se cumplan con las políticas públicas y hacer que la inversión público-privada sea más efectiva.

## Desarrollo del Modelo de gestión estratégica para toma de decisiones, por etapas

Para la aplicabilidad del modelo de gestión estratégica, se establece a continuación una hoja de ruta, con cada una de las cuatro etapas, como se puede observar en la figura 3, y permitirá que luego de las evaluaciones tanto del contexto, como de los insumos, procesos y productos la toma de decisiones que se tomen en los centros de mecanización, sea oportuna, adecuada y realista.



**Tabla 4.** *Correlación de los niveles de la planificación con el Mapa de Actores*

Niveles desconcentrados para la administración y planificación de los servicios públicos de algunos ministerios de la Función Ejecutiva	Estrategia	<b>Nivel 6: Nacional</b> Planificación de la gestión de la política pública en materia de inversión en equipamiento tecnológico para los sistemas de producción del país.	<b>Centros de mecanización – Zonal</b> - Sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel zonal - Sistema financiero (programas de financiamiento y apoyo, redes bancarias, otras) - Asistencia técnica de entidades de apoyo (MAGAP, FAO, IICA, otra) - Empresas
		<b>Nivel 5: Zonal</b> Planificación de la gestión de los 55 centros de mecanización actuales y los siguientes que se propongan a nivel Zonal	<b>Centros de mecanización – Zonal</b> - Sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel zonal - Sistema financiero (programas de financiamiento y apoyo, redes bancarias, otras) - Asistencia técnica de entidades de apoyo (MAGAP, FAO, IICA, otra) - Empresas procesadoras a nivel zonal (FACUNDO, PRONACA, PEPSICO, otra) - Mercados mayoristas
	Táctico	<b>Nivel 4: Distrito</b> Planificación de la gestión de los centros de mecanización a nivel de Canton o Union de cantones	<b>Centros de mecanización – Distrito</b> - Sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel distrital - Sistema financiero (cooperativas, bancos) - Asistencia técnica de entidades de apoyo (MAGAP, FAO, IICA, otra) - Empresas procesadoras a nivel distrital (COMPAPA, IANCEM, MALCA, otra) - Mercados mayoristas
		<b>Nivel 4: Circuito</b> Planificación de la gestión del centro mecanizado a nivel de circuito (Parroquia o Conjunto de parroquias)	<b>Centro de mecanización – Circuito</b> - Sistemas de producción local - Sistema financiero local (cajas de ahorro, otras) - Entidades de apoyo (ONGs, Ogs) - Asociaciones y Corporaciones de productores - Ferias de productos
Nivel de planificación básico. Tractorista - productores		<b>Nivel 4: Centro mecanizado</b> Planificación de la gestión del centro mecanizado a nivel parroquial	<b>Centro mecanizado - sector productivo</b> - Asociaciones de productores - Sistemas de producción por cultivo - Equipamiento tecnológico según Sistema de Producción - Servicios mecanizados en función del PDOT
	Operativo	<b>Nivel 3: Sistema de producción</b> Planificación de la gestión conjunto en función del Sistema de Producción	<b>Conjunto - Sistema de Producción</b> - Conjunto (tractor + arado, rastra, controles, aplicaciones, cosecha) - Sistemas de producción por cultivo según niveles de mecanización - Equipamiento tecnológico según Sistema de Producción -
		<b>Nivel 2: Actividad o labor</b> Planificación del rendimiento del conjunto por actividad o labor	<b>Conjunto - Labor o actividad</b> - Tractorista - Productor - Actividad del Sistema de producción - Tamaño del lote - Topografía
<b>Nivel 1: unidad específica</b> Planificación del rendimiento de maquinaria por unidad específica (hectarea)		<b>Conjunto (Tractor – Apero)</b> - Tipo de tractor - Tipo de apero - consumo de combustible - Mantenimiento y reparaciones - Movilización	

## Conclusiones

Los centros de mecanización del Ecuador a pesar de tener una mínima estructura organizacional, presentan falencias en la articulación con los actores de los niveles más altos, táctico y estratégico del sistema institucional.

El modelo de gestión estratégica propuesto, permitirá identificar estas interrelaciones y alentará una adecuada toma de decisiones de inversión, y coadyuvará además a fortalecer sus capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento.

En la etapa 3 del modelo propuesto, se hace énfasis en la gestión por procesos, la misma que desde permite generar estándares de uso locales, apartir de estándares y norma internacionales de carácter técnico – económico.

La evaluación de los niveles de mecanización, permiten a los centros tomar decisiones acertadas en materia de inversión en maquinaria y de formación de su personal en función de la tecnología adquirida.

Para la correcta toma de decisiones se requiere de criterios técnicos y económicos

**Tabla 5 . Desarrollo del Modelo de gestión estratégica para toma de decisiones, por etapas**

<b>Etapa 1</b>	
<b>Evaluación del contexto</b>	
<b>Mapeo de actores sociales en los sistemas mecanizados</b>	
<b>Nacional</b>	
SENAGUA	
SENESCYT	
Ministerio de Industrias y Productividad	
Ministerio de Hidrocarburos	
Ministerio de Transporte y Obras Públicas	
Ministerio de Inclusión Económica y Social	
Ministerio de Finanzas	
Ministerio de Comercio Exterior	
MCPEC	
MAE	
<b>Zonal</b>	
Coordinaciones zonales de las diferentes Secretarías y Ministerios	
Universidades y centros de formación académica	
Sistema financiero (programas de financiamiento y apoyo, redes bancarias, otras)	
Empresas procesadoras a nivel zonal (FACUNDO, PRONACA, PEPSICO, otra)	
Mercados mayoristas	
<b>Distrital</b>	
Centros de mecanización	
Sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel distrital	
Sistema financiero (cooperativas, bancos)	
Asistencia técnica de entidades de apoyo (MAGAP, FAO, IICA, otra)	
Empresas procesadoras a nivel distrital (COMPAPA, IANCEM, MALCA, otra)	
Mercados mayoristas	
<b>Circuito</b>	
Sistemas de producción local	
Sistema financiero local (cajas de ahorro, otras)	
Entidades de apoyo (ONGs, Ogs)	
Asociaciones y Corporaciones de productores	
Pequeños y medianos productores	
<b>Línea base</b>	
Evaluación cronológica de las tarifas por servicios mecanizados en Ecuador	
Evaluación de los sistemas de producción mecanizados	

para la determinación de tarifas en función del mercado y del marco ético de actuación, entre los diferentes actores del sistema productivo. 

## Etapa 2

<b>Evaluación de los insumos</b>	
<b>Entradas en subsistemas</b>	
<b>Nacional</b>	
Política agropecuaria ecuatoriana	
*Codigos y leyes; COOTAD, Código de la producción, Ley de tierras, Otros	
Contribución del sector agropecuario con relación a:	
La producción nacional	
La generación de empleo	
El comercio exterior	
<b>Zonal</b>	
Mecanismos de aplicación de la Política agropecuaria Ecuatoriana	
Alianzas con la academia; Universidades y centros de formación académica	
Delineamiento de estrategias para el sistema financiero (programas de financiamiento y apoyo, redes bancarias, otras)	
Alianzas con Empresas procesadoras a nivel zonal (FACUNDO, PRONACA, PEPSICO, otra)	
Reglamentación para sistemas de comercializaciones en mercados mayoristas	
<b>Distrital</b>	
Normativas de funcionamientos para Centros de mecanización públicos y privados	
Determinación de los sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel distrital	
Determinación de tasas en el sistema financiero (cooperativas, bancos)	
Estructura de apoyo y sinergias en Asistencia técnica de entidades de apoyo (MAGAP, FAO, IICA, otra)	
Compromisos y normativa para empresas procesadoras a nivel distrital (COMPAPA, IANCEM, MALCA, otra)	
Normativa de funcionamiento de Mercados mayoristas	
<b>Círculo</b>	
Evaluación de costes del Sistemas de producción local	
Evaluación de eficiencia y accesos al Sistema financiero local (cajas de ahorro, otras)	
Eficiencia e impacto de las Entidades de apoyo (ONGs, Ogs)	
Eficiencia e impacto Asociaciones y Corporaciones de productores	
Eficiencia e impacto Pequeños y medianos productores	
<b>Entradas en subsistemas</b>	
Eficiencia e impacto de la Evaluación cronológica de las tarifas por servicios mecanizados en Ecuador	
Eficiencia e impacto de la Evaluación de los sistemas de producción mecanizados	

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bigot & Binswanger (1987). "Agricultural mechanization and the evolution of farming systems in sub-Saharan Africa", *Johns Hopkins University Press*.
- Blanco, E. (2014). Estrategia: Conceptos y Vínculos. *Debates IESA*, 19(1), 36-39
- Campos, Suárez & Ojeda (2013). "Modelo de gestión estratégica para la toma de decisiones en entidades agropecuarias. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 82-88.
- Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2011). "Planeación estratégica. Fundamentos y aplicaciones", Primera edición, *Editorial Mc Graw Hill*, Brasil.
- Ezeta, F. N. (2001). "Producción de semilla de papa en Latinoamérica." en *Revista Latinoamericana de la Papa* 12(1): 1-14.
- Furlan, M. (2014). "Planejamento estratégico como ferramenta de gestão nas cooperativas agroindustriais do Paraná". *Capital Científico*, 12(4), 121-130.
- Floyd, J. E. (1965). "The effects of farm pri-

## Etapa 3

Evaluación de los procesos	
Sistema de gestión por procesos	
Nacional	Proceso
Política agropecuaria ecuatoriana	Definido por GPR , Modelo triple hélice, investigación aplicada,
Contribución del sector agropecuario con relación a: La producción nacional La generación de empleo El comercio exterior En la reproducción social	
Zonal	
Mecanismos de aplicación de la Política agropecuaria Ecuatoriana	
Alianzas con la academia; Universidades y centros de formación académica	
Delineamiento de estrategias para el sistema financiero (programas de financiamiento y apoyo, redes bancarias, otras)	
Alianzas con Empresas procesadoras a nivel zonal (FACUNDO, PRONACA, PEPSICO, otra)	
Reglamentación para sistemas de comercializaciones en mercados mayoristas	
Distrital	
Normativas de funcionamiento para Centros de mecanización públicos y privados	
Determinación de los sistemas de Producción de cultivos priorizados a nivel distrital	
Determinación de tasas en el sistema financiero (cooperativas, bancos)	
Estructura de apoyo y sinergias en Asistencia técnica de entidades de apoyo ( MAGAP, FAO, IICA, otra)	
Compromisos y normativa para empresas procesadoras a nivel distrital (COMPAPA, IANCEM, MALCA, otra)	
Normativa de funcionamiento de Mercados mayoristas	
Circuito	
Sistema de producción de cultivos	Caracterización del sistema y proceso
Provincial	*Infraestructura *Establecimientos agrícolas *Suelos clima Vegetación
Establecimiento agrícola	*Productor y su familia *Sistema de producción de cultivos *Sistema de producción animal
Sistema de producción de cultivos	*Preparación del suelo básica *Nivelación y siembra *Controles durante el cultivo *Cosecha
Nivelación y siembra	*Rastra profunda *Rastra tenue *Siembra *Rodillada



## Etapa 4

Evaluación de los Productos		
Análisis cuantitativo		
Nivel	Tipo de análisis	Fuentes de información
Nacional	Incidencia de pobreza por consumo, según área de Residencia	TOU 2007 2010, BCE
Zonal	Evolución de la tenencia de la tierra entre 1954-2013	INEC
Distrital	Distribución de la tierra según estratos al 2013	ENEMDU 2007- 2013
	Proyecciones de población 2015-2025	PRONAREG (MAGAP)
Circuito	Calidad del empleo por sectores económicos	CEDIG. 2000
	Zonificación agro productiva según niveles de aptitud de la tierra	INIAP. 2008
Centros de mecanización agrícola	Evaluación cronológica de las tarifas por servicios mecanizados en Ecuador	Información primaria y secundaria de los centros
	Niveles de mecanización según cultivo	
	Costos de la mecanización según nivel y cultivo	
	Costos de jornales por hectárea según nivel de mecanización y cultivo	
	Análisis de costos por hora maquina	

- ce supports on the returns to land and labor in agriculture.” *The Journal of Political Economy*: 148-158.
- Gross, H., Girard, N., & Magda, D. (2011). “Analyzing Theory and Use of Management Tools for Sustainable Agri-environmental Livestock Practices: The Case of the Pastoral Value in the French Pyrenees Mountains”. *Journal Of Sustainable Agriculture*, 35(5), 550-573.
- Héctor, R., Hernández, T., Prat, M. Rondón, P. P. (2008) ‘Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas’, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2), pp. 24-28.
- Hunt, D. (2008). Farm power and machinery management, *Waveland Press*.
- Jasinski, E., et al. (2005). “Physical landscape correlates of the expansion of mechanized agriculture in Mato Grosso, Brazil.” *Earth Interactions* 9(16): 1-18.
- Lazarus, W. F. (2008). “Estimating farm machinery repair costs.” *Extension Economist*, University of Minnesota.
- Lazarus, W. F. (2009). “Machinery cost estimates.” University of Minnesota Extension, St. Paul.
- Parmar, R., et al. (1996). “Farm machinery selection using simulation and genetic algorithms.” *Transactions of the ASAE* 39(5): 1905-1909.
- Sims, B. and O’Neil, D. (1994) “Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas”. Food & Agriculture Org.
- Suárez, Ríos & Linares, E. (2011) ‘Unidades integrales de servicios técnicos de maquinaria agrícola’, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(2), pp. 15-19.
- Taylor, R. K., et al. (2001). “Using GPS technology to assist machinery management decisions”. *ASAE Meeting Paper* No. MC01-204. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Watts & Helmers (1979). “Inflation and machinery cost budgeting.” *Journal of Agricultural and Applied Economics* 11(2): 83

Recibido para revisión: 30 junio 2016

Aceptado para publicación: 10 julio 2016











# Changing landscapes and their effects on populations of the Endangered *Fitzroya cupressoides*

Dr. James Rodríguez Echeverry

Docente-Investigador de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA

jjrodriguez@utn.edu.ec

Cristian Echeverría

Docente-Investigador de la Universidad de Concepción, Chile

Laura Nahuelhual

Docente-Investigador de la Universidad Austral de Chile

## ABSTRACT

Land-use changes modify the landscape spatial patterns, these changes can have negative effects on endangered species by modifying their habitat and population dynamics. The habitat of the Endangered Patagonian cypress *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst. (Cupressaceae), a conifer endemic of the temperate forests of southern Chile and Argentina, has been transformed by land-use change and overexploitation. The impact of land-use change on the habitat spatial patterns of *F. cupressoides* from 1976 to 2007 was evaluated at the landscape level, using satellite images. Furthermore, a set of 20 x 25 m plots were established in four populations to assess their status. In each plot, the *F. cupressoides* density and the species richness of the associated plant communities were recorded. The number of plant species increased as the size of the forest patches declined and the matrix was dominated by anthropogenic land-use. Land-use change was associated with a loss of potential habitat for *F. cupressoides*, and differences in the spatial patterns of habitat influenced the species richness of the associated plant communities. A landscape approach is suggested as an appropriate strategy for the planning of *F. cupressoides* conservation. This must consist of restoration programs and integral management of the matrix supported in a framework of environmental policies.

Keywords: ANTHROPOGENIC PROCESSES, CHILEAN LARCH TREE, *FITZROYA CUPRESSOIDES*, HABITAT ASSESSMENT, SPATIAL PATTERNS.

## RESUMEN

### Biodiversidad y servicios ecosistémicos en paisajes cambiantes. Implicancias para su conservación

El cambio de uso del suelo modifica los patrones espaciales del paisaje, los cuales pueden tener efectos negativos en las especies amenazadas debido a que modifican sus habitats y la dinámica de las poblaciones. El habitat de la especie categorizada En Peligro *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst. (Cupressaceae), conífera endémica de los bosques templados del sur de Chile y Argentina, ha sido transformado por el cambio de uso del suelo y sobreexplotación. El impacto del cambio de uso del suelo en los patrones espaciales del hábitat de *F. cupressoides* fue evaluado a nivel de paisaje, desde 1976 a 2007, usando imágenes satelitales. Parcelas de 20 x 25 m fueron establecidas en cuatro poblaciones con el propósito de conocer su estado actual. El número de especies de plantas incrementó a medida que el tamaño de los parches de bosque disminuyó y la matrix fue dominada por usos de suelo antrópico. El cambio de uso del suelo estuvo asociado con la pérdida de habitat potencial de *F. cupressoides*, y las diferencias en los patrones espaciales del habitat influyeron en la riqueza de especies de las comunidades de plantas asociadas. Una aproximación de paisaje es sugerida como una apropiada estrategia para la planificación de la conservación de *F. cupressoides*, la cual debe consistir en programas de restauración y manejo integral de la matrix soportados en políticas ambientales.

Palabras Clave: PROCESOS ANTRÓPICOS, ALERCE, *FITZROYA CUPRESSOIDES*, EVALUACIÓN DE HABITAT, PATRONES ESPACIALES.



## Introduction

Land-use change can lead to habitat loss and fragmentation, in forest landscapes, and these are two of the greatest threats to forest landscapes (Baillie, et al. 2004). Land-use change modifies habitat spatial patterns such as the habitat connectivity, patch density, and interior habitat, among others (Lindenmayer and Fischer, 2006). These changes can influence ecological attributes at the species and community levels, such as species richness and individual density (Bustamante, et al. 2003; Simonetti, et al. 2006). Habitat loss and fragmentation can have negative effects on species survival by reducing the quality and quantity of habitat available (Lindenmayer and Fischer, 2006). This alteration can lead to a local and total extinction of the most vulnerable species (Simonetti, et al. 2006).

Several authors agree on the need for developing studies that assess the impact of land-use change on threatened species (Lindenmayer and Fischer, 2006). This type of research can provide useful information to understanding i) the way in which land-use change can alter the composition and spatial configuration of unique habitats on which threatened species depend, ii) the influence of such alterations on species composition, and iii) the influence of the matrix, and the minimum buffer zone needed for conservation of the remaining interior habitats (Baillie, et al. 2004).

Chilean Temperate forest, which has been classified as a hotspot for biodiversity conservation due to its high endemism level (Myers, et al. 2000), has registered progressive degradation, fragmentation and loss in the past few decades as a result of land-use change (Echeverría, et al. 2012). Consequently there have been significant changes in species composition (Echeverría, et al. 2006), richness of bird species (Vergara and Simonetti, 2004) and the spatial distribution of threatened species (Altamirano, et al. 2007).

The Patagonian cypress *Fitzroya cupressoides*, an endemic and monotypic conifer of the temperate forests of southern Chile and Argentina, is categorized as Endangered on the IUCN Red List (Premoli, et al. 2013). Individuals can live for > 3,600 years, making it the second longest-live species and thus of high scientific value (Lara and Villalba, 1993). Since the arrival of Europeans to the south of Chile in 1850, *F. cupressoides* has been over-exploitation for its beautiful and decay-resistance wood. In Chile, *F. cupressoides* is found in the Coastal Range, Andean Range and in the Central Depression (Fraver, et al. 1999). In the Central Depression, the species is know from five small remnant populations in

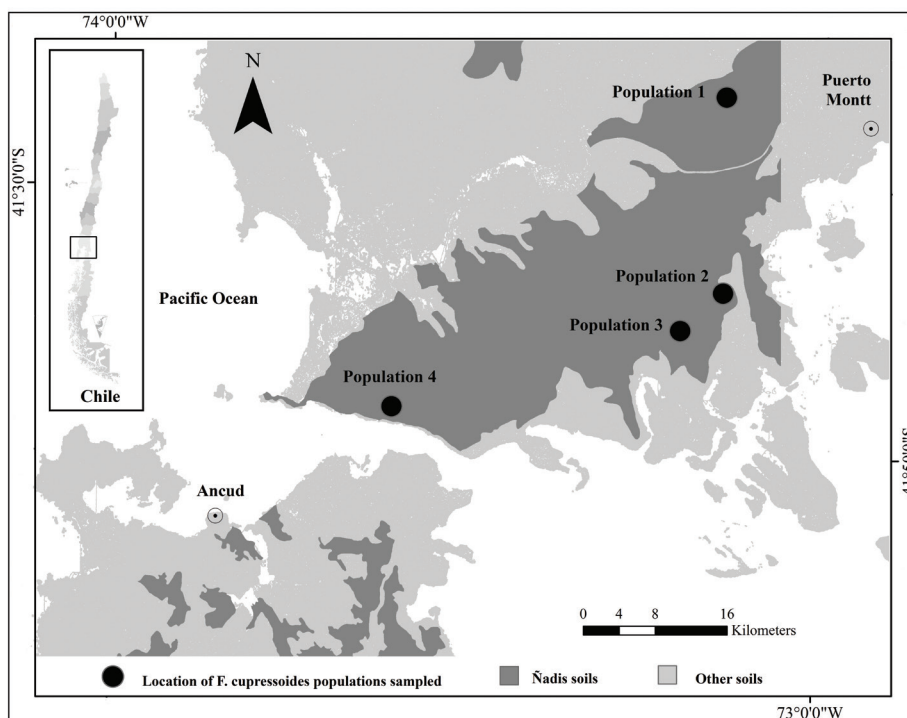
a landscape severely transformed by human activities such as logging for firewood and expansion of pastureland for cattle grazing (Fraver, et al. 1999). Genetic studies indicate that the *F. cupressoides* population in the Central Depression are the most genetically distinct of the remaining populations in Chile and Argentina (Premoli, et al. 2003), and represents ancient populations from the glacial era, from which the other populations are derived (Premoli, et al. 2003).

Several studies have been carried out on reproductive biology, ecology and distribution of the species (Lara, et al. 1993; Fraver, et al. 1999), but none have quantified the impact of land-use change on the spatial patterns of the *F. cupressoides* habitat. Similarly, efforts are required to understand the effect of habitat loss and fragmentation on population composition. This type of information is necessary to assess of the current status of *F. cupressoides* populations.

We assessed the impact of land-use change on the spatial pattern of the forest landscape and the habitat of *F. cupressoides* in the Central Depression in southern Chile from 1976 to 2007. Additionally, we related the changes in spatial patterns to the composition of four remaining populations. We hypothesize that land-use change has substantially fragmented the remaining *F. cupressoides* habitat, which is related to a reduced population density and a variation in community composition.

## Methods

The study area (1,430 km<sup>2</sup>) was defined by the distribution of four remaining populations of *F. cupressoides* in the Central Depression, Chile (Fraver, et al. 1999), and by the extension of Landsat satellite images used to determine land-use change (Fig. 1). The study area ranged between 50 and 70 km in length, and reached up to 200 m a.s.l. The mean temperature of 11.5°C and the annual rainfall of 1,912 mm. The landscape in this area is dominated by patches of broad-leaved evergreen native forest of the Valdivian Rainforest.



**Figura 1.** Location of *F. cupressoides* populations in the Central Depression, Chile.

Land-use change analyses were performed based on maps of land use, with 30 x 30 pixels, derived from Landsat satellite images for the years 1976, 1985, 1999 and 2007 (Echeverria, et al. 2012). Land use was categorized as native forest, shrubland, wetland, grassland, forest plantations of exotic species or other uses (bare soil, urban area and water bodies). Changes in spatial patterns of the forest landscape were assessed by determining the total area and number of patches of native forest, using FRAGSTATS v. 3.3 (Mcgarigal, et al. 2002) and the Spatial Analyst extension for ArcGIS v. 9.3.1 (ESRI, 2009).

Four of the five known *F. cupressoides* populations in the Central Depression were included in the study; the fifth population was not assessed because access to information about it was limited. The habitat of *F. cupressoides* in the Central Depression is characterized by poorly drained acidic soils (pH of 5.0) known as ñadis (Fig. 1) (IUCN, 2013). The habitat of *F. cupressoides* is also characterized by a cold oceanic temperate climate, with annual mean temperature and rainfall of 11.5°C and 1,912 mm, respectively, and by the presence of the following species of plants: *Amomyrtus luma*, *Drimys winteri*, *Laureliopsis philippiana*, *Saxegothaea conspicua* and *Weinmannia trichosperma* (IUCN, 2013).

A previous study in the same area revealed a relationship between *F. cupressoides* habitat and the interior of small patches of native forest (Fraver, et al. 1999), which had a core area of < 3 ha and a buffer zone of >137 m. Fraver, et al. (1999) reported that in the patches of native forest where edge effects (altered species composition, community structure and microclimate) occurred within 137 m of the patch edge, *F. cupressoides* populations were not present and only a few scattered *F. cupressoides* were recorded. Following the approach of Fraver, et al. (1999) we defined the potential habitat of *F. cupressoides* as an area of native forest <3 ha with a buffer zone of >120 m.

Areas of potential habitat for *F. cupressoides* were identified by analysing the core area and buffer zone of native forest patches, using the Land Change Modeler for Ecological Sustainability extension of IDRISI Andes (Clark Labs, Worcester, USA), which generated maps of potential habitat for the years 1976, 1985, 1999 and 2007. Changes in spatial patterns of potential habitat were evaluated by analysing the total area (ha) and number of potential habitat patches over time, using FRAGSTATS. Subsequently we identified the habitat patches that include the four remaining populations of *F. cupressoides*.

In 2007 we recorded the tree density (based on individuals with diameter at breast height (DBH) >5 cm and height >2 m) and level of regeneration (based on seedlings with DBH <5 cm and/or height <2 m) in the four *F. cupressoides* populations (Fig.1). We established two 20 x 25 m sampling plots randomly within each forest patch, taking into account the small size of the patches and the likelihood of edge effects. To facilitate data collection each plot was divided into 5 x 10 m subplots, following the methods of Jiménez-Valverde and Hortal (2003). We estimated the number of plant species present in native forest patches where *F. cupressoides* was present (Jiménez-Valverde and Hortal, 2003). This information was analysed together with the area of the native forest patches where *F. cupressoides* was present, and the area of *F. cupressoides* habitat and the matrix that surrounded each *F. cupressoides* population.

## Results

The study landscape registered a loss of 36% of native forest from 1976 to 2007 (i.e. a mean annual loss of 1.4%) (Fig 2 and 3). The greatest loss of native forest (24%) occurred from 1976 to 1985 (i.e. a mean annual loss of 3.01%) (Fig. 2 and 3). In 1976 there were 2,650 patches of native forest, with a total area of 71,314 ha (Fig. 2). The number of patches in 2007 (11,676) was more than four-fold that in 1976, with a reduction in total area to 45,685 ha, and shrubland had become the dominant land cover type.

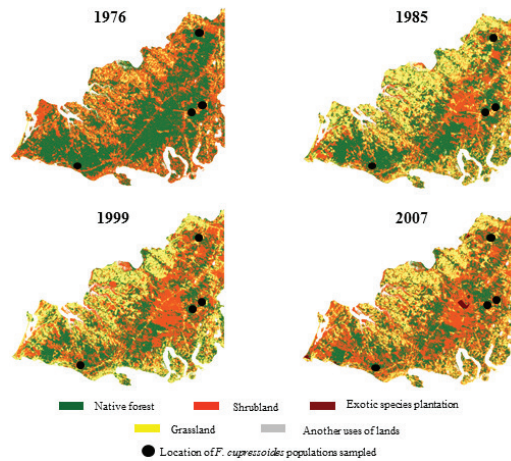


FIG. 2 Patterns of land-use and location of sampled *F. cupressoides* populations between 1976 and 2007.

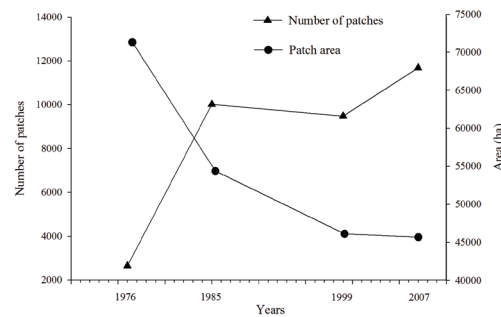


FIG. 3 Variation in patch number and area of native forest between 1976 and 2007.

There was a 59% loss in potential habitat for *F. cupressoides* from 1976 and 2007 (i.e. a mean annual loss of 2.8%). The greatest loss of *F. cupressoides* habitat (42%) occurred from 1976 to 1985 (i.e. a mean annual loss of 5.8%). In 1976 potential habitat for the species occurred in 77 patches of native forest (a total of 59,102 ha) (Fig. 4). In 2007 the number of patches had increased to 113 and the total area decreased to 24,498 ha (Fig. 4)

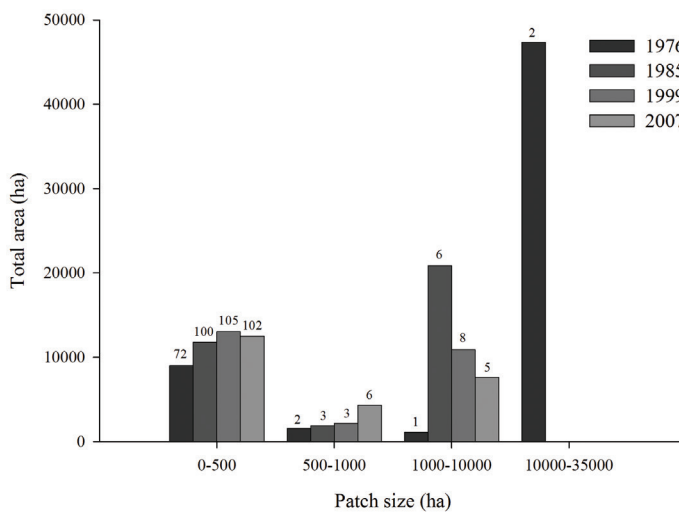


FIG. 4 Changes in area and number of patches of *F. cupressoides* habitat between 1976 and 2007. Numbers above bars indicate amount of patches of *F. cupressoides* habitat.



In 1976, 60% of the habitat area was concentrated in a large patch of 33,757 ha; the remaining habitat occurred in isolated patches of less than 1,000 ha. Nine years later, 60% of the habitat area occurred in the large patches ranging from 1,000 to 10,000 ha, with 40% occurring in small patches of less than 1,000 ha. In 1999 and 2007, 42% and 31% of the habitat area was found in patches ranging from 1,000 to 10,000 ha; the remaining habitat occurred in isolated patches of less than 1,000 ha (Fig. 4).

In 1976 the *F. cupressoides* populations 1, 2 and 3 occurred in one large patch and population 4 occurred in one patch of 13,616 ha. In 2007 the four *F. cupressoides* populations were distributed in separate patches which ranged from 0.5 to 30 ha (Table 1). A loss of 50%, 100%, 88% and 98% of habitat potential of *F. cupressoides* was recorded over the entire study period for populations 1, 2, 3 and 4, respectively (Table 1).

TABLE 1. *Habitat spatial patterns, composition of F. cupressoides populations and number of plant species in patches of native forest where F. cupressoides was present in 2007.*

Population	Habitat spatial patterns			Composition of <i>F. cupressoides</i> populations		Species richness of associated plant communities	
	Area of forest patches with <i>F. cupressoides</i> potential habitat (ha)	Loss of <i>F. cupressoides</i> potential habitat since 1976 (%)	Forest-shrubland-grassland matrix (%)	Density of trees (ha <sup>-1</sup> )	Density of seedlings (ha <sup>-1</sup> )	Richness of native species in sampling plots	Richness of exotic species in sampling plots
1	30	50	56-21-23	2,580	4,486	5	1
2	0.5	100	3-38-59	52	0	15	2
3	13	88	40-29-31	385	2,520	6	2
4	0.7	98	5-50-45	352	1,420	15	3

There appeared to be a correlation between lower density of *F. cupressoides* seedlings and trees and greater loss of potential habitat (Table 1). In 2007 for the population with a loss of 50% of potential habitat we recorded a density of 2,580 trees per ha and regeneration of 4,486 trees per ha. For the population with a loss of 100% of potential habitat the density was 52 trees per ha and there was no regeneration (Table 1).

The populations of *F. cupressoides* for which greater loss of habitat was recorded were those surrounded by an anthropogenic matrix and were associated with plant communities with the greatest number of native and exotic species (Table 1). In 2007 the population for which a 50% loss of potential habitat was recorded was located in the largest patch of native forest (30 ha), embedded in a matrix dominated by native forest, and associated with a community with the lowest richness of exotic plant species (Table 1). The population for which a 100% loss of potential habitat was recorded was located in the smallest patch of native forest (0.5 ha), embedded in a matrix dominated by grassland, and associated with a community with the greatest richness of exotic plant species such as *Plantago truncata*, *Poa annua* and *Prunella vulgaris* (Table 1).

## Discussion

### Changes in the forest landscape and *Fitzroya cupressoides* habitat

Our results indicated there was a substantial loss of native forests from 1976 and 2007, although the annual rate of loss (1.4%) was lower than that recorded for other hotspot

landscapes that have been severely transformed, such as temperate forest Maulino in central Chile (4,5% annual loss) (Echeverría, et al. 2006) and tropical montane forest of Chiapas, Mexico (3.05% annual loss) (Cayuela, et al. 2006). The loss of native forest area was associated with an increase in the number of patches, from 2,650 in 1976 to 11,676 in 2007, which is one of the main symptoms of fragmentation (Lindenmayer and Fischer, 2006). The trend in fragmentation is similar to that reported for other temperate landscape in Chile, where threatened tree species occur (Bustamante and Castor, 1998), as well as in tropical montane landscape in Mexico (Cayuela, et al. 2006). The loss and fragmentation of native forest in the landscape study was associated with a significant loss of potential habitat for *F. cupressoides* in the last four decades. The mean loss of potential habitat recorded in this study (84% from 1976 to 2007) was higher than that reported for *Elephas maximus* habitat in Assam, India (40% from 1973 to 2007) (Chartier, et al. 2011). Our study indicated that if the current trajectory of loss and fragmentation of native forest continues, further losses of potential habitat for *F. cupressoides* can be expected.

### Changes at the population and community level in 2007

We observed differences in the habitat loss in each of the four *F. cupressoides* population, associated with the densities of the populations. The smallest habitat patches had the lowest densities of *F. cupressoides*. Similar trend have been reported for other threatened species in Chile, such as *Nothofagus alessandrii* (Bustamante and Castor, 1998), *Legrandia concinna* (Altamirano, et al. 2007) and for various species of birds (Vergara and Simonetti, 2004; Simonetti, et al. 2006). Our study evidence that the habitat loss directly influences the decrease in population abundance. Therefore, if this trend is maintained over time the risk of extinction for this species can increase.


Our results show that differences in the spatial patterns of habitat for the four *F. cupressoides* populations were associated with differences in the plant species richness of the associated communities. As the size of *F. cupressoides* habitat patches decreased, the number of native and exotic plant species increased. In the Chilean Temperate forest a similar trend was reported for the plant communities composition (Bustamante and Castor, 1998), bird communities (Vergara and Simonetti, 2004) and small mammals (Kelt, 2000). In boreal (Chávez and Macdonald, 2010) this change is less severe, perhaps due to forest landscapes has been slightly transformed for land-use change. Other factors may also influence changes in the plant species richness of communities associated with patches of native forest where *F. cupressoides* occurs. The matrix controls organisms movement and support the populations of species (Lindenmayer and Fischer, 2006), may induce drastic abiotic changes in the edge of habitat patches, which may facilitate the establishment and recruitment of generalist species plant (Bustamante, et al. 2003). In the study landscape, the reduction in the patch sizes with the presence of potential habitat of *F. cupressoides* and the matrix composition may have influenced the establishment of generalist native and exotic species in each community where *F. cupressoides* was present.

### Conclusions

The Central Depression is located in a landscape that has subjected to constant anthropogenic pressure. In this landscape the *F. cupressoides* populations are small, many kilometers distant from one another, with increasing urban and suburban pressure from the nearby cities of Puerto Montt and Puerto Varas. The small sizes and isolation of the populations from each other and from *F. cupressoides* populations of the Coastal and Andean Cordilleras represent an extreme case of fragmentation.

Our multi-scale study has shown a progressive and severe loss of native forest with *F. cupressoides* populations from 1976 to 2007. If habitat loss continues, the population density of *F. cupressoides* may decrease further, increasing the risk of extinction for the species. Therefore, urgent conservation efforts are needed. We recommend that the Chilean government expands the country's protected areas to conserve *F. cupressoides* populations and promote conservation of the species. At present there is only one protected *F. cupressoides* population in the Central Depression, which is the Monumento Natural Lahuen Ñadi. We also recommend strengthening the existing restoration programmes for *F. cupressoides*, and developing new programmes, to improve the quality of habitats for *F. cupressoides*. The conservation strategy for *F. cupressoides* must be complemented with land-use planning focused on sustainable production practices such as agroforestry. The design and implementation of such a strategy requires identification and evaluation of sensitive buffer areas and their connectivity. Moreover, this strategy must be supported by a framework of environmental policies.

### Acknowledgments

We thank FONDECYT project 1085077, CONAF, Dr. Alberto Hernández, Natalia Medina, Víctor Sandoval, and Laboratorio de Ecología de Paisaje of the Universidad de Concepción. We also thank the Ministry of Education of Chile for a MECESUP scholarship. 

### BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Altamirano, A.; Echeverría, C. y Lara A. (2007). "Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile", en *Revista Chilena de Historia Natural*, 80 27-42.
- Baillie, J.; Hilton-Taylor, C. and Stuart, S. (2004). *IUCN Red List of Threatened Species: A Global Species Assessment*, IUCN. Gland (Switzerland).
- Bustamante R. and Castor C. (1998). "The decline of an endangered ecosystem: The Ruil (*Nothofagus alessandrii*) forest in Central Chile", in *Biodiversity & Conservation*, 7 1607-1626.
- Bustamante, R.; Serey, I. and Pickett, S. (2003). Forest fragmentation, plant regeneration and invasion processes in Central Chile. In: Bradshaw, G. and Marquet, P. (eds) *How Landscapes Change: Human Disturbance and Ecosystem Fragmentation in the Americas* (pp. 145-160) Berlin.
- Cayuela, L.; Benayas, J.M.a.R. and Echeverría C. (2006). "Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000)", in *Forest Ecology and Management*, 226 208-218.
- Chartier, L.; Zimmermann, A. and Ladle R.J. (2011). "Habitat loss and human-elephant conflict in Assam, India: does a critical threshold exist?", in *Oryx*, 45 528-533.
- Chávez V. and Macdonald S.E. (2010). "The influence of canopy patch mosaics on understory plant community composition in boreal mixed-wood forest", in *Forest Ecology and Management*, 259 1067-1075.
- Clark-Labs. (2007). IDRISI 15 Andes. In University, C. (Ed.) (15.01).. 950 Main Street, Worcester, MA, USA: Clark University.
- Echeverría, C.; Coomes, D.; Salas, J.; Rey-Benayas, J.; Lara A. and Newton A. (2006). "Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests", in *Biol. Conserv*, 130 481-494.

- Echeverría, C.; Newton, A.; Nahuelhual, L.; Coomes D. and Rey-Benayas J. (2012). "How landscapes change: Integration of spatial patterns and human processes in temperate landscapes of southern Chile", in *Applied Geography*, 32 822-831.
- ESRI. (2009). Environmental Systems Research Institute, Inc. In, 380 New York St., Redlands, CA92373-8100, USA.
- Fraver, S.; Gonzalez, M.E.; Silla, F.; Lara A. and Gardner M. (1999). "Composition and Structure of Remnant *Fitzroya cupressoides* Forests of Southern Chile's Central Depression", in *Journal of the Torrey Botanical Society*, 126 49-57.
- IUCN, (2013). IUCN Red List of Threatened Species v. 2013.2. (<http://www.iucnredlist.org>)
- Jiménez-Valverde A. and Hortal J. (2003). "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos", en *Revista Iberica de Aracnología*, 8 151-161.
- Kelt D. (2000). "Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile", in *Biological Conservation*, 92 345-358.
- Lara A. and Villalba R. (1993). "A 3620-Year Temperature Record from *Fitzroya cupressoides* Tree Rings in Southern South America", in *Science*, 260 1104-1106.
- Lindenmayer, D. and Fischer, J. (2006). *Habitat Fragmentation and Landscape Change. An Ecological and Conservation Synthesis*, Washington, DC.
- Mcgarigal, K.; Cushman, S.A.; Neel, M.C. and Ene, E. (2002). *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. (<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>)
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca G.A.B. and Kent J. (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities", in *Nature*, 403 853-858.
- Premoli, A.; Quiroga, P.; Souto, C. and Gardner, M. (2013). *Fitzroya cupressoides*. In IUCN Red List of Threatened Species v. 2013.2. (<http://www.iucnredlist.org>)
- Premoli, A.; Vergara, R.; Souto, C.; Lara A. and Newton A. (2003). "Lowland valleys shelter the ancient conifer *Fitzroya cupressoides* in the Central Depression of southern Chile", in *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 33 623-631.
- Simonetti, J.; Grez, A. and Bustamante, R. (2006). En: Grez, A.; Simonetti, J. and Bustamante, R. (eds) *Interacciones y procesos en el bosque Maulino fragmentado. In Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*, (pp. 99-114) Santiago.
- Vergara P. M. and Simonetti J.A. (2004). "Avian responses to fragmentation of the Maulino Forest in central Chile", in *Oryx*, 38 383-388.







# Una mirada a la acuicultura sostenible en el Ecuador y algunos casos en América Latina

Silvia Nogales Mérida

Profesor de la Universidad Técnica del Norte, FICAYA

snogales@utn.edu.ec

Jorge Velazco Vargas

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

## RESUMEN

La acuicultura es una de las actividades agrícolas que ha crecido en las últimas décadas pero de igual manera sus problemas tales como la contaminación, la amenaza de extinción de especies endémicas, aumento de las enfermedades todo esto ha hecho que la acuicultura no se la vea como una actividad ecológica y económicamente sostenible, por ello el objetivo de este trabajo es dar a conocer los esfuerzos que se están realizando para la sostenibilidad a largo plazo de la acuicultura a través de diversas actividades que podría servir de ayuda a mediano y largo plazo para paliar los errores voluntarios o involuntarios cometidos para incrementar la producción y por ende los beneficios económicos. Esto se ha realizado a través de consultas bibliográficas de trabajos realizados en el Ecuador y algunos países de Latino América. Las alternativas que proponen los diferentes autores radica en los sistemas de producción, el trabajo preferente con especies nativas que sean filtradoras de tal manera que permitan reducir la necesidad de alimentación formulada, que además puedan integrar sistemas de policultivos ya que éstos son más eficientes en el aprovechamiento de los recursos naturales. Otras opciones propuestas son los sistemas de crianza empleando aguas tratadas residuales, sistemas de recirculación, los sistemas acuapónicos y la elaboración de alimentos más eficientes y amigables con el ambiente lo que permitirá hacer un uso más eficiente de los espacios y sistemas de producción.

**Palabras Clave:** ACUICULTURA SOSTENIBLE, POLICULTIVO, ENDEMISMO, RECIRCULACIÓN, REUTILIZACIÓN.

## ABSTRACT

### A Glance to Sustainable Aquaculture in Ecuador and Some other Cases in Latin America

Aquaculture is an economical activity that has grown in recent decades as well as its problems such as pollution, extinction of endemic species threat, disease increase; all this has made aquaculture seem not to be an environmentally and economically sustainable activity. The aim of this paper is to present the efforts made for a long-term sustainability of aquaculture through various activities that could help in a short and long term, in order to alleviate the voluntary or involuntary errors made to increase production and thus, economic benefits. This has been done through literature research from other works done in Ecuador and some countries in Latin America. The alternatives proposed by different authors lies in production systems, the preferred work with native species that are filter feeders to reduce the need for formulated feed, which can also integrated polyculture systems because they are more efficient in the use of natural resources. Other proposed options are breeding systems, using treated wastewater, recirculated water system, aquaponic systems and the development of more efficient and environmentally friendly foods which will allow a more efficient use of space and production systems.

**Keywords:** SUSTAINABLE AQUACULTURE, POLYCULTURE, ENDEMIC SPECIES, RECIRCULATION, REUTILIZATION.

## Introducción

En 1969 The National Environmental Policy Act definió como desarrollo sostenible el “*desarrollo económico que pueda llevar beneficios para las generaciones actuales y futuras sin dañar los recursos o los organismos biológicos en el planeta*” y partiendo de esa base la acuicultura sostenible se sostiene sobre tres bases: medioambiental, económica y sociológica (Caffey, et al. 1998). La acuicultura es una de las actividades agrícolas que ha registrado un gran crecimiento en las últimas décadas, alcanzando en el 2014 a 101 185.4 millones de Ton (FAO, 2016). No obstante, de acuerdo con Eller y Millani (2007) el efecto que tiene la acuicultura en el ambiente no es tan favorable, ya que puede causar la eutrofización de muchos cuerpos de agua, siguiendo un ciclo que es el aumento de fósforo en los cuerpos de agua, la proliferación de algas potencialmente tóxicas, el aumento de materia en suspensión, lo que ocasiona la mortandad de peces; no obstante encontrar que Mancini, et al. (2010) no encontraron una mayor contaminación en las piscifactorías dulceacuícolas italianas, por lo que podríamos deducir que el impacto que éstas puedan tener en el medio dependerá de la densidad poblacional en dichos sistemas de producción.

Por otra parte esta producción está sustentada en pocas especies en la que encabezan los salmónidos, ciprínidos y crustáceos, los cuales en muchos casos han sido introducidos en diversos países como especies exóticas debido a su rápido crecimiento, mayor talla, rápida maduración sexual y hábitos alimenticios, desplazando a las especies autóctonas e inclusive llevándolas a la extinción, ya sea por la misma depredación o por la competencia por el alimento, inhibición de la reproducción, transmisión de enfermedades y dolencias entre otras (Heller y Miller, 2007). Por otro lado Kawakami de Resende (2009) nos advierte del peligro existente que son las mejoras genéticas de las especies nativas, las cuales podrían cruzarse con las especies salvajes y producir una desertificación genética.

Por otra parte el Ecuador se encuentra dentro de los 25 países con mayor producción acuícola a nivel mundial, habiendo alcanzado una producción de 368.2 Ton en el 2014 (FAO, 2016) pero su mayor producción está basada en especies exóticas, de acuerdo con Barriga (2012) se han introducido 14 especies, en el país, destinadas a la alimentación como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), las carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* y *H. nobilis*), y tilapias (*Oreochromis aureum*, *O.*

*mossambicus* y *O. niloticus*), como también para el uso ornamental tales como el gupi (*Poecilia reticulata*) y la gambusia (*Gambusia affinis*) entre otras de las cuales las especies con mayor producción son tilapia y trucha junto con el camarón (*Litopenaeus vannamei*). En el caso de la trucha ésta ha sido diseminada en ríos, arroyos y vertientes tanto de forma accidental como intencionada lo que ha puesto en peligro crítico a la preñadilla (*Astroblepus ubidai*) por ser presa fácil para este carnívoro (Barriga, 2012).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) se están haciendo esfuerzos por producir algunas especies americanas con la finalidad de diversificar la producción y la preservación, especies como la lisa (*Mugil curema*), el chame (*Dormitator latifrons*), la vieja azul (*Aequidens rivulatus*), la vieja roja (*Cichlasoma festae*), el bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*), la cachama (*Colossoma macropomum*) y el paiche (*Arapaima gigas*), este último se encuentra en el Apéndice I debido a su sobre explotación.

Siendo el Ecuador es uno de los 10 países más diversos del planeta cuenta con una gran diversidad piscícola que incluyen 939 especies de peces marinos y marino-estuarios que corresponderían al 37.7% de los vertebrados del país (Boada, et al., 2009) y hasta 2012 se tenían reportado 951 especies de peces dulce acuícolas (Barriga, 2012) de los cuales 635 serían sólo dulce acuícolas (Barriga, 1991). De igual manera Jiménez Prado et al., (2015) han descrito para la vertiente occidental ecuatoriana 118 especies de las cuales 43 especies son endémicas, lo que correspondería al (38.4%) de endemismo, muchas de esas especies son el mayor aporte proteico y económico de los pobladores de la vertiente occidental del Ecuador, encontrándose seriamente amenazadas por la introducción de las especies exóticas como la tilapia, carpa, trucha.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los esfuerzos que se están realizando para la sostenibilidad a largo plazo de la acuicultura no sólo a través de la producción de especies autóctonas, sino también de sistemas de producción alternativos tales como el policultivo, la reutilización de las aguas, como también la producción acuícola próxima a los grandes centros poblados lo que pueda tener una factibilidad económico-ambiental a mediano y largo plazo.

### Introducción de especies nativas dentro del sistema acuícola

Para poder ayudar en la sostenibilidad de nuestra fauna acuática y hacer un uso sostenible de los recursos piscícolas una de las medidas es la introducción de especies nativas en la cadena productiva y para ello se están realizado algunos trabajos encaminados al logro de este objetivo, tales como la crianza de langostinos americanos (*Macrobrachium americanum* y *M. amazonicum*) en el caso de *M. amazonicum* indican que es posible su crianza hasta 100 animales por m<sup>2</sup> (Nogueira, et al. 2014), no obstante García-Guerrero, et al. (2015) indican que en el caso de *M. americanum* no pudieron obtener resultados positivos por falta de información relevante a la biología, ciclo de vida y además de problemas de canibalismo y que las condiciones de crianza no pudieron ser las adecuadas por falta de información acerca de la calidad del agua. De igual forma Hernández, et al. (2013) han estudiado la posibilidad de adaptación de larvas de coporo (*Prochilodus mariae*) una especie muy apetecida en nuestros ríos.

No nos olvidemos que la acuariofilia es una industria que mueve millones de dólares a nivel mundial con la compra venta de especies exóticas, muchas de las cuales son extraídas del medio natural, poniendo en amenaza no sólo a la sobrevivencia de estas especies sino la cadena trófica en sí. Uno de los primeros pasos es contar con una revisión de especies con potencial ornamental, un ejemplo de ello es el estudio realizado por Lango Reynoso, et al. (2012) en México, quienes citan 27 especies entre cnidarios,



equinodermos y anélidos con gran potencial comercial, los cuales podrían entrar dentro de una cadena productiva no sólo como un fin de conservación, sino como una fuente muy rentable para las comunidades costeras que suelen ser las más afectadas por la pesca extractiva y las más deprimidas económicamente. De esta manera se puede mejorar los ingresos económicos y contribuir con la preservación de las especies más vulnerables por la captura indiscriminada.

**Tabla 1.** Ensayos de crianza realizados con especies americanas para introducirlas dentro de la cadena productiva.

Autores	Especies	Técnicas	Resultados
García-Guerrero, et al. 2015	Langostino ( <i>Macrobrachium americanum</i> )	Conservación y cultivo de camarón nativo	Problemas de falta de información sobre ciclo de vida, canibalismo y calidad del agua.
Hernández, et al. 2013	Coporo ( <i>Prochilodus mariae</i> )	Diferentes fuentes alimenticias para post larvas	Es factible alimentar con alimento balanceado con 40% PB
Lango Reynoso, et al. 2012	Cnidarios, Equinodermos Anélidos	Revisión bibliográfica de especies de interés comercial.	Revisión de especies ornamentales de interés comercial
Nogueira, et al. 2014.	Langostino ( <i>Macrobrachium amazonicum</i> )	Crianza a diferente densidades	Esta especie puede ser criada hasta 100 camarones juveniles por m <sup>2</sup>
Betanzos-Vega, et al. 2014	<i>Crassostrea rhizophora</i>	Cultivo sostenible vs Extracción	A partir del 3er año de crianza en los manglares de Cuba de larvas extraídas del medio natural se obtuvo una rentabilidad positiva, reduciendo el daño al manglar.
Espinosa-Chaurand, et al. 2011.	Camarón de río ( <i>Macrobrachium tenellum</i> )	Estado del arte de la especie	Todo lo que se conoce de la especie hasta la fecha y la necesidad de mayor investigación.
Garrido-Pereira, et al. 2014.	Cobia ( <i>Rachycentron canadum</i> )	Larvas alimentadas con un pro biótico.	Mejorar la sobrevivencia larval en un sistema de recirculación.

La factibilidad económica en toda producción agrícola es un aspecto fundamental para la sostenibilidad de cualquier actividad que se emprenda y dentro de la producción sostenible un ejemplo de ello lo vemos en el trabajo publicado por Betanzos-Vega, et al. (2014), realizado en Cuba, donde mostraron que es mucho más productivo la crianza de *Crassostrea rhizophora* que la colecta de los animales adultos.

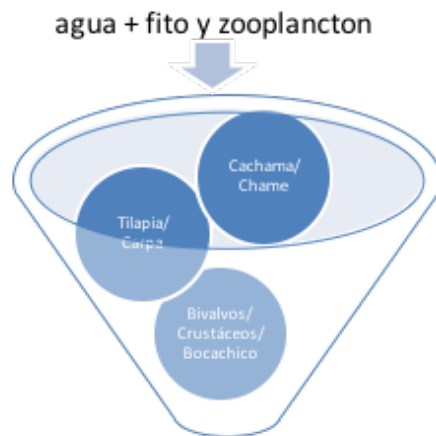
Por otra parte es necesario destacar los esfuerzos que está realizando el MAGAP al incentivar en la comunidad el cultivo de especies marinas que tengan valor comercial aprovechando nuestros recursos naturales de una manera responsable, a la vez, que promueve una alternativa de desarrollo socioeconómico para las comunidades.

## Los policultivos como una alternativa productiva

Wurst (2000) indica que podría ser más práctico y eficiente completar el ciclo del nitrógeno (convirtiendo el nitrógeno nuevamente en proteína) a través de diferentes sistemas de policultivos que empleando monocultivos intensivos tradicionales. De igual forma este autor comenta que el fitoplancton y zooplancton que son grandes consumidores y productores de oxígeno dentro de una laguna, no tiene un valor de mercado, por lo que recomienda una cuidadosa selección de especies filtradoras (peces y moluscos) para que formen parte de un policultivo, abriendo el nichos para la producción de especies con un gran valor económico.

Combinando tanto la actividad de policultivo como el empleo de especies nativas, la producción acuícola podría responder de manera más eficiente a nuestros mercados nacionales e internacionales y hacer un uso más sostenible del recurso agua y todos los componentes que en él se encuentran. Parte de esta propuesta podría ser la que se presenta en la figura 1.

Agua + detritus (rico en compuestos nitrogenados)



**Figura 1.** a) Cachama y Chame consumidores de zooplancton; b) Tilapia y carpa consumidores de fitoplancton; c) Bivalvos, crustáceos y bocachico consumidores de detritus y fitoplancton

Una primera combinación podría ser Cachama/tilapia/bocachico, una segunda opción chame/carpa o tilapia/crustáceos o bivalvos, dichas combinaciones de especies harían un buen uso tanto del zoo como del fitoplancton existentes en los cuerpos de aguas.

Otras alternativas de policultivos sería la combinación de crianza de cerdos/peces filtradores, o aves de corral/peces filtradores o cultivos de arroz/peces (Eller y Millani, 2007) los cuales combinarían no sólo especies marinas entre sí sino también el trabajo con animales terrestres, aprovechando sus desechos para la fertilización directa de los estanques o la combinación con cultivos de inundación como es el cultivo del arroz, esto ha sido más propuesto para la agricultura de subsistencia tanto por la FAO como otros organismos internacionales con buenos resultados en países asiáticos y africanos.

De acuerdo con el MAGAP las especies con potencial de desarrollo en el Ecuador, en moluscos están las ostras, concha prieta, mejillón; en peces el pargo, corvina, robalo, lenguado, huayaipe; en crustáceos el cangrejo camarón, y algunas algas que tienen interés comercial, si pensamos en el potencial que tienen muchas de estas especies en ser parte de sistemas de policultivos que permitirían al país un desarrollo acuícola innovador y sostenible.

## Reutilización del agua o prolongación de las aguas empleadas en la acuicultura

Una segunda medida necesaria para la acuicultura sostenible es la posibilidad de emplear sistemas de recirculación con las especies más exigentes en cuanto a calidad del agua de tal manera que nos permita hacer un uso eficiente de un recurso escaso como es el agua, a continuación se detallan algunos trabajos en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Algunas investigaciones realizadas en América Latina para hacer más eficiente los sistemas de reutilización.

Autores	Especies	Técnicas	Resultados
García-Pulido et al. 2011	Trucha ( <i>O. mykiss</i> )	Sistema de recirculación	1 L/s de agua con un ahorro del 98%. Se puede producir 1 kg /1.16 m <sup>3</sup>
Soares dos Santos et al. 2011	Tilapia ( <i>O. niloticus</i> )	Sistemas de reutilización del agua residuales.	Es posible emplear aguas residuales tratadas en la crianza de tilapia.
Cervantes-Santiago et al. 2016	Tilapia, setas, cucurbitáceas, gramíneas	Sistema de recirculación (acuapónico) y riego	Mejor rendimiento agrícola tanto en gramíneas, cucurbitáceas como setas debido a un mejor aprovechamiento de metabolitos nitrogenados
Geisenhoff et al. 2016	Tilapia y lechuga	Sistema de recirculación (acuapónico)	Producción intensiva de tilapia

De los cuales podemos destacar que el sistema acuapónico se presenta como una de las mejores alternativas para los pequeños y medianos productores ya que permitiría la reutilización constante del agua y el aprovechamiento de los desechos con altos contenidos de nitrógeno y fósforo que producen los peces como desechos durante los procesos de respiración y excreción, los cuales en el caso que comenta Geisenhoff, et al. (2016) permitió la producción de lechuga totalmente orgánica, es decir sin la adición de fertilizantes al agua.

Otra opción plausible la plantean Soares dos Santos, et al. (2011), quienes emplearon aguas residuales tratadas para la crianza de alevines de tilapia, demostrando que el empleo de estas aguas pueden ser aptas para la crianza de esta especie y por lo tanto podríamos destinar el agua de mayor calidad para otros usos más apropiados.

De igual manera nuestros gobiernos deben encaminar políticas socioeconómicas y ambientales que permitan fortalecer a los pequeños productores tales como prestamos, asesoramiento técnico-científico así como el seguimiento por parte de estos organismos para garantizar en un futuro su éxito (Teixeira, et al. 2012) de tal manera que les permita la sostenibilidad de estas prácticas ecológicas.

## Producción a menor escala en sitios próximos a centros poblados

De acuerdo con la UE, los objetivos de la acuicultura sostenible son; crear empleos seguros a largos plazo en zonas dependientes de la pesca; asegurar que los consumidores

puedan disponer de productos que son sanos, seguros y de buena calidad, así como fomentar la salud y el bienestar animal; además de garantizar una industria respetuosa con el medio ambiente (Oberdieck y Verreth, 2009), y con la migración que se da en forma cada vez más constantes, el poder tener opciones de producir cerca de los centros poblados es un de las opciones que podrían ser más viables, ya que permitirían la creación de puestos de trabajos en zonas urbanas combinando los policultivos con sistemas acuapónicos, de igual forma al estar los centros de producción próximos a las poblaciones permitiría a los consumidores contar con productos frescos y de buena calidad.

A nivel mundial son pocos los centros acuapónicos ubicados próximos a grandes ciudades o dentro de ellos mismos, conocidos como granjas urbanas, se conocen algunos ubicados en Berlín, Singapur, Nueva York, Virginia, Chicago, Penang (Malasia), México entre otros, los cuales cuentan los éxitos obtenidos al criar peces combinando con la producción de hortalizas y frutales.

### **Diseño de dietas específicas para cada especie y etapa de crecimiento**

Uno de los problemas que se presentan a nivel de la producción acuícola es el hecho de que se emplea pescado para producir pescado, se sabe que para producir 1kg de pescado fresco de una especie carnívora se requiere 1.2 kg de pescado, lo cual ha forzado a que se busquen materias primas alternativas para evitar esta controversia, pero esto ha redundando en otro problema que es el utilizar materias primas en su mayoría de origen vegetal que aunque puedan presentar un buen contenido de proteína su perfil aminoácido no es el apropiado para peces y crustáceos, ya que si hablamos claramente dichas materias primas no se encuentran en su medio natural. Todo esto se ha traducido en que se elaboran dietas no apropiadas para los peces y a ello se suma los requerimientos específicos que tiene cada especie de acuerdo a las condiciones ambientales que se encuentran viviendo tales como temperatura, salinidad, pH, etc., además del estado sanitario y etapa de desarrollo. Todo estos aspectos repercute en un pobre aprovechamiento del alimento proporcionado, aumentando las deposiciones con alto contenido de nitrógeno y fósforo, las mismas que contribuyen a aumentar la polución además de causar un desbalance nutricional en el animal, que lo hace susceptible al ataque de patógenos que en condiciones naturales no afectarían su salud.

Existen muchos trabajos que reflejan el interés a nivel científico e industrial por mejorar este problema, no obstante hay mucho camino que recorrer antes que podamos contar con dietas apropiadas, para cada especie que cumplan con el requerimiento nutricional de las mismas, las cuales sean económica y ecológicamente viables. En la actualidad se plantea el termino de alimentos amigables ya comentado por Martinez-Cordoba, et al. (2009) para indicar alimentos que cumplan con requerimientos medioambientales y que sean muy bien aprovechado por peces/moluscos/crustáceos y que éstos puedan ser encontrados en su medio natural tales como algas, plantas acuáticas, microorganismos, larvas e insectos adultos que proporcionen todos los requerimientos nutricionales que los peces, moluscos y crustáceos requieren.


### **Conclusiones**

La necesidad de hacer de la acuicultura una actividad cada vez más ecológica y económicamente sostenible donde se ofrezca un producto de calidad y buen precio nos está llevado cada vez más a mejorar no sólo los sistemas de producción, sino también a trabajar con especies de preferencia nativas que sean filtradoras y que puedan integrar sistemas de policultivos siendo más eficientes en el aprovechamiento de los recursos



naturales. De igual forma se están dedicando esfuerzos para optimizar los sistemas de crianza como son la reutilización de las aguas, los sistemas acuapónicos, la elaboración de alimentos más eficientes y amigables con el ambiente permitiendo un mejor aprovechamiento del espacio y de los sistemas acuáticos que hoy por hoy son más abundantes en nuestros países.

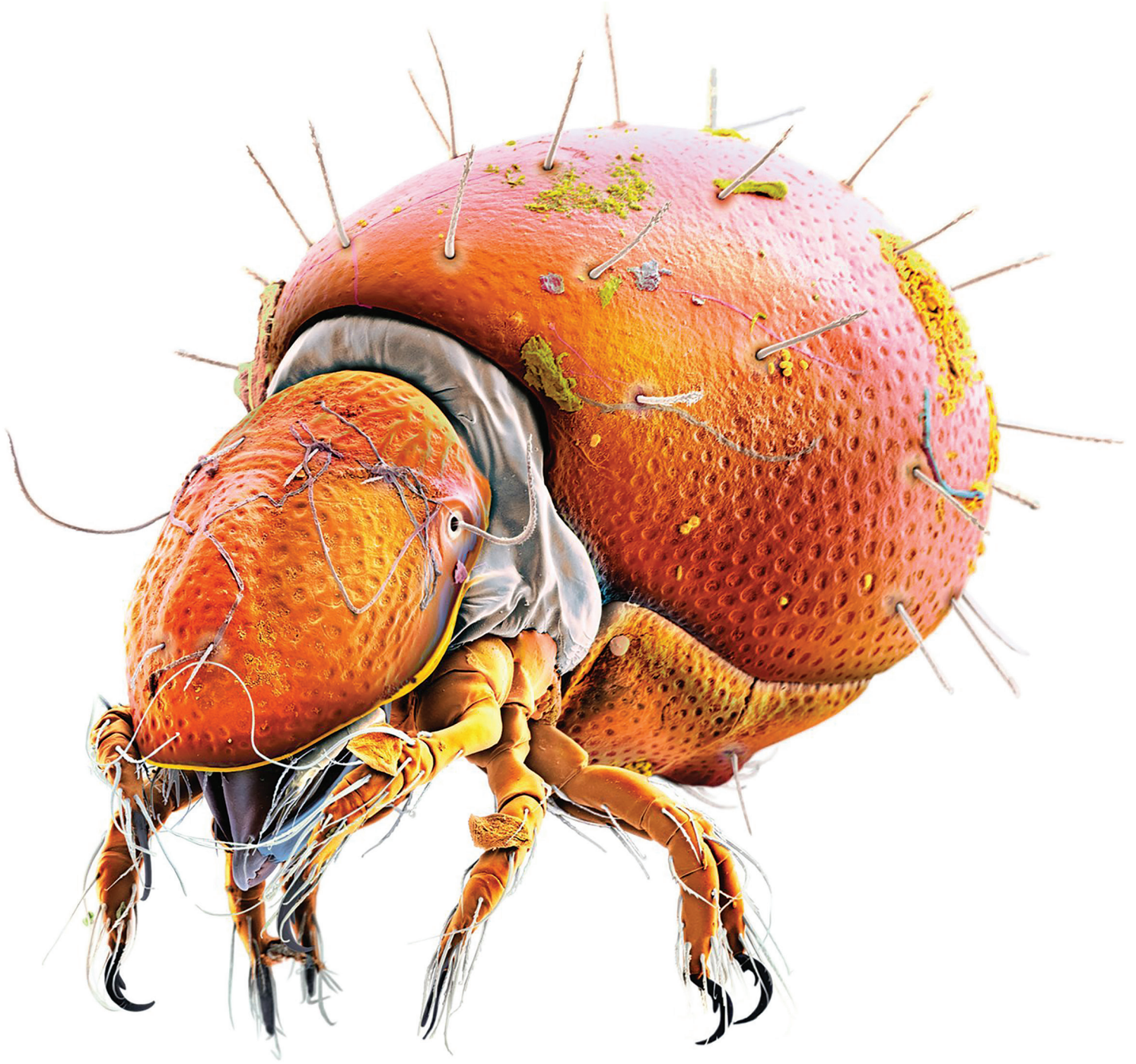
## Recomendaciones

Es un trabajo que acaba de empezar y que para poder obtener buenos resultados es necesario seguir investigando y probando con sistemas innovadores, éste es un reto para el Ecuador ya que al estar dentro de los 25 principales productores acuícolas del mundo se hace necesario que también se encuentre entre esos mismos países en búsqueda de una acuicultura sostenible que garantice ofrecer un producto ecológico y de calidad. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barriga, R. (1991). “Lista de Peces de Agua Dulce del Ecuador”. En *Revista Politécnica*, 16, 7 – 56.
- Barriga, R. (2012) “Lista de Peces de agua dulce e intermareales del Ecuador” en *Revista Politécnica* 30 (3) 83 – 119.
- Betanzos-Vega, A.; Rivero-Suárez, S.; Mazón-Suástegui J.M. (2014). “Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Gülding, 1828), en Cuba” en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42 (5) 1148 – 1158.
- Boada, C, Freile J.F; Jiménez Prado, P; Nogales-Sornoza, F; Valencia, J.H. (2009) Fauna de Vertebrados del Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja. UTPL. Loja – Ecuador 344 pp.
- Caffey, R.H.; Kazmierczak, R.F; Romaine, R.P; Avault, J.W. (1998). Indicators of aquaculture sustainability: a Delphi survey. Presented at World Aquaculture 98; Las Vegas, NV. “The international triennial conference and exposition of the World Aquaculture Society, the National Shellfisheries Association and the Fish Culture Section of the American Fisheries Society. Book of Abstracts, p. 91.
- Cervantes-Santiago, A.; Hernández-Vergara, M.P; Pérez-Rostro, C.I. (2016). “Aprovechamiento de metabolitos nitrogenados del cultivo de tilapia en un sistema acuapónico” en *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3 (7) 63 – 73.
- Eller, M.N.; Millani, T.J. (20017). Métodos de estudios de sustentabilidad aplicados a acuicultura en *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (suplemento especial) 33 – 44.
- Espinosa-Chaurand, L.D.; Vargas-Ceballos M.A.; Guzmán-Arroyo, M.; Nolasco-Soria, H.; Carrillo-Farnés, O.; Chong-Carrillo, O.; Vega-Villasante, F. (2011). “Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte en *Hidrobiológica*, 21 (2) 99 – 117.
- FAO, (2016). The State World Fisheries and Aquaculture. Rome – Italy 200 pp.
- García-Pulido, D.; Gallego-Alarcón, I.; Díaz-Delgado, C.; Fall, C.; Burrola-Aguilar, C. (2011) “Evaluación de un sistema de recirculación y acondicionamiento de agua en truiticultura” en *Tecnología y Ciencia del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México*, vol II (2) 83 – 96 pp.
- García-Guerrero, M.; De los Santos Romero, R.; Vega-Villasante, F; Cortes-Jacinto, E. (2015). “Conservation and aquaculture of native freshwater prawns: the case of the Cauque river prawn *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868)” en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43 (5) 819 – 827.

- Garrido-Pereira, M.A.; Schwarz, M.; Delbos, B.; Rodrigues, R.V.; Romano, L.; Sampaio, L. (2014). "Probiotic effects on cobio *Rachycentron canadum* larvae reared in a recirculating aquaculture system en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42 (5) 1169 – 1174.
- Geisenhoff, L.O.; Jordan, R.A.; Santos, R.C.; Oliveira F.C.; Gomez, E.P. (2016). "Effect of different substrate in aquaponic lettuce production associated with intensive tilapia farming with water recirculation systems" in *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, 36 (2) 291 – 299.
- Hernández, G.M.; Gonzáles, J.A.; Matute, I.; Araujo, M.; Linares, Z.; Pacheco, D.; Ramirez, L.; Arvelaez, Y.; Palma, Y. (2013). "Estrategias alimenticias en el levantamiento de Postlarvas de Coporo (*Prochilodus mariae*) para una producción sustentable" en *Zootecnia Tropical*, 31(3) 235 – 242.
- Jiménez Prado P, Aguirre W, Laaz Moncayo E, Navarrete Amaya R, Salazar Nugra F, Rebolledo Monsalve E, Zarate Hugo, E., Torres Noboa A, Valdivieso Rivera J. (2015) Guía de Peces para Aguas Continentales en la Vertiente Occidental del Ecuador. FSC – Mixto. Quito – Ecuador. 415 pp.
- Kawakami de Resende, E. (2009). "Pesquisa em rede em aquicultura: vases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. Aquabrazil" en *Revista Brasileira de Zootenia*, 38 (supl. Especial) 52 – 57.
- Lango Reynoso, F.; Castañeda-Chávez, M.; Zamora-Castro, J.E.; Hernández-Zarate, G.; Ramírez-Barragan, M.A.; Solís Morán, E. (2012). "La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades" en *Latino American Journal of Aquatic Research*, 40 (1) 12 – 21.
- Mancini, L.; Aulicino, F.A.; Marcheggiani, S.; D'Angelo A.M.; Pierdominici, E.; Puccinelli, C.; Scenati, R.; Tancioni, L. (2010). "Multicriteria approach for the environmental impact assessment of inland aquaculture" en *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 46 (3) 317 – 322.
- Martinez-Córdova, L.R.; Martínez Porchas, M.; Cortés-Jacinto, E. (2009). "Camaricultura Mexicana y mundial ¿Actividad sustentable o industria contaminante" en *Rev. Int. Contam. Ambient.* 25 (3) 181 – 196.
- Nogueira, M.; De Renzen de Pinto, F.; Nunes, A.P.; Lorenzon Guariz, C.S.; Do Amaral, L.A. (2014). "Effluents quality during the growth-out phase of the amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum*" en *Ciencia Animal Brasil*, 15 (2) 159 – 167.
- Oberdieck, A.; Verreth, J. (2009). "Manual de Acuicultura Sostenible". Sixth Framework Programme, Sustain Aqua, E.U. Madrid – España. 122 pp.
- Soares dos Santos, E.; Mota, S.; Bezerra dos Santos, A.; Baratta Monteiro, C.A.; Macedo Fontenele, R.M. (2011). "Environmental sustainability evaluation of the treated sewage use in aquaculture" en *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 16 (1) 45 – 54.
- Wurst, W.A. (2000). "Sustainable Aquaculture in the Twenty – First Century" en *Reviews in Fisheries Science*, 8(2): 141 – 150.





# Importancia de control biológico en el manejo integrado de plagas

PhD. Julia Prado

PhD. Miguel Gómez

Profesores investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA

jprado@utn.edu.ec

## RESUMEN

Los ácaros predadores *Neoseiulus fallacis* (Garman) (Acarina: Phytoseiidae) y *Zetzellia mali* (Ewing) (Acarina: Stigmaeidae) tienen el potencial de regular la población de *Oligonychus aceris* (Shimer) (Acarina: Tetranychidae) en árboles de diferentes cultivares de maple. Estudios de susceptibilidad han determinado que los maples “Red Sunset” (*Acer rubrum*) son más resistentes a *O. aceris* que los maples “Autumn Blaze” Freeman maple (*Acer × fremanii*). Los árboles resistentes Red Sunset poseen las hojas con más domacia que los árboles de Autumn Blaze, lo que influye en la proporción de depredación intragremial entre fitoseidos y stigmeidos y en el consumo de los diferentes estadios de *O. aceris* por parte de los predadores. Así, la presencia de domacia en hojas del cultivar Red Sunset provee refugio a *Z. mali* y evita que estos sean depredados por *N. fallacis*, propiciando a que ambos predadores contribuyan con la regulación de poblaciones de *O. aceris*. Por el contrario, en el cultivar Autumn Blaze, *Z. mali* no tiene espacio para esconderse de la depredación de *N. fallacis*, por lo tanto, la contribución de estos stigmeidos para reducir *O. aceris* es casi nula. De esta manera, la diferencia de susceptibilidad de estos cultivares a ácaros plaga es mediada por la cantidad de domacia en las hojas, pues estas influyen en la interacción entre los predadores fitoseidos y stigmeidos y el ácaro plaga.

Palabras claves: ÁCAROS PREDADORES, DOMACIA, MAPLES, ÁCAROS PLAGA

## ABSTRACT

### Intragremial Predation of Predatory Mites mediated by the Presence of Leaf Domains

Insecticide resistance and environmental pollution, as well as the interest of producers for higher crop yields have promoted the search for sustainable alternatives for pest control in agricultural production systems. Cultural practices, mechanical control, physical plant resistance and biological control are some of the alternatives that have been improved over the past 40 years. Nevertheless, biological control is the most effective and environmental friendly method. It potentiates the biodiversity of natural enemies while managing and conserving habitats to achieve a population equilibrium of pest and natural enemies. In this way, biological control as part of a integrated pest management, avoids the population growth of what is commonly called “pest”, increasing crop yields and farmers’ incomes. This paper describes historical uses of biological control and discusses possible implementation strategies to be incorporated in a pest management program.



Control biológico consiste en reducir la población de un organismo plaga con el empleo de un enemigo natural, es una actividad efectiva y saludable con el medio ambiente y la población (Van Lenteren 2012). En la descripción de grupos de enemigos naturales se encuentran los predadores, parasitoides, patógenos, herbívoros y nematodos (Mahr *et al.* 2008), que de manera libre se encuentran en los ecosistemas hace aproximadamente 500 millones de años sin la intervención del hombre. A partir de los casos de resistencia de artrópodos a pesticidas, los programas de control biológico han registrado mayor interés, además la resistencia ha sido incluida por las Naciones Unidas desde 1989 como una de las principales causas de contaminación al medio ambiente y a la salud humana (Vargas 2012).

Una de los primeros reportes del empleo de artrópodos para el control biológico es la aplicación de hormigas (*Oecophylla smaragdina*) como predadores en plagas de cítricos (*Tesseratoma papillosa*) hace 300 millones de años las hormigas construían nidos en los árboles, los mismos que fueron colectados y vendidos a los agricultores (Hagen y Franz 1973). Para evitar la migración de las hormigas, se colocaban puentes de bambo entre los árboles de los cítricos, esta práctica es empleada aún en China. Por otro lado, la liberación a gran escala de enemigos naturales inició en 1888 con el empleo del escarabajo *Rodolia* en árboles de cítricos en California para control de escamas (Altieri *et al.* 1989). Los artrópodos predadores son organismos que atacan, matan y se alimentan de otros individuos durante su ciclo de vida. Generalmente son de tamaño mayor que el de sus presas y tienen gran capacidad de movilidad. Este grupo de artrópodos es diverso y de gran importancia económica en el control de plagas. La mayoría de las especies son predadoras, ya sea en estado larval o adulta. Su agilidad les permite cazar a sus presas en el suelo, en la vegetación o en pleno vuelo, además los adultos se alimentan de polen o néctar para suplementar su nutrición (Van Driesche *et al.* 2007, Nicholls 2008). Por otro lado, algunos predadores son especialistas y se alimentan de una sola especie, sin embargo, la mayoría de predadores son generalistas y se alimentan de una amplia variedad de organismos. Los artrópodos predadores pertenecen a los órdenes Coleóptera, Hemíptera, Díptera, Neuróptera, Himenóptera, Mantodea, Dermáptera, Thysanoptera, Ortóptera y Arácnida. Aproximadamente 40 familias del orden Coleóptera son conocidos como predadores, las dos más importantes corresponden a Carabidae y Coccinélidae (Mahr *et al.* 2008).

El parasitismo en insectos fue entendido mucho después que el fenómeno de pre-

dación, debido a la compleja relación entre parasitoides y sus hospederos. Aunque frecuentemente se describe con parásitos, los insectos entomopatógenos no son estrictamente parásitos, sino parasitoides (Reuter 1913). Los parasitoides viven a expensas de sus hospederos sin causar la muerte inmediata del mismo, estos enemigos naturales matan a su presa después de completar su estadio de larva como un verdadero parásito, el adulto es de vida libre. A pesar de esta distinción, aún se sigue usando el termino avispa parasita (Van Lenteren 2012). Alrededor de 800 años después del primer uso de insectos predadores en China y 1300 años en Europa, se descubrió el fenómeno de parasitismo con moscas (*Exorista* sp.) en silkworms (*Bombyx mori* L.), donde desde la postura de huevos hasta pupa se desarrollan en el hospedero (Cai *et al.* 2004, Van Lenteren 2006). El primer registro de una adecuada descripción del ciclo de vida de un parasitoide del orden himenóptera data desde 1704 en China (Chou 1957). Otra mosca parasitoide (*Blaesoxipha lapidosa* Pape) fue reportada como principal agente de control biológico de *Locusta migratoria* manilensis Meyen en 1196 (Cai *et al.* 2004, Van Lenteren 2006).

La presencia de patógenos como agentes de control biológico fue descubierto a inicios del siglo 18, a pesar de que las enfermedades en las abejas eran conocidas con anterioridad por Grecia y Roma, numerosas publicaciones de los siglos 16, 17 y 18 se refieren a las enfermedades de los gusanos de seda, una muy importante industria en aquellos tiempos (Carton 2005). En 1726 se describió e ilustró el hongo *Cordyceps* infectando larvas de la familia Noctuidae, en 1837 se realizaron los primeros experimentos con el microorganismo *Beauveria bassiana* infectando gusanos de seda, Pasteur sugirió el uso de entomopatógenos contra *Daktulosphaira vitifoliae* Fitch en uva en Francia, sin embargo estos estudios no tuvieron la aplicación práctica necesaria para mostrar eficiencia en el uso de microorganismos para control de plagas (van Lenteren 2012). La eficiencia de control biológico con hongos entomopatógenos se logró más tarde con el control de coleópteros (*Anisopilia austriaca*) en plagas de cereales y escarabajos de la familia Curculionidae (*Cleonus punctiventris*) en remolacha azucarera con aplicaciones del hongo *Metarrhizium anisoplae*, éxito que se obtuvo debido a una investigación exhaustiva en su producción y liberación efectiva del entomopatógeno. Por otro lado, el desarrollo de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner ha permitido el control de varias plagas de diferentes órdenes tales como lepidópteros, coleópteros y dípteros en diferentes agroecosistemas y en ambientes acuáticos, sin afectar la presencia de artrópodos benéficos, empleándose como un componente ideal del manejo integrado de plagas (Lacey y Kaya 2000). Un alto número de virus se presentan como potenciales agentes de control biológico, entre ellos los baculovirus que han sido reportados en hospederos de especies de Lepidópteros e Himenópteros (Vail *et al.* 1991). En la actualidad varios productos comerciales de *Beauveria bassiana* (Balsamo), *Metarrhizium anisoplae* (Metschnikoff), *Verticillium lecanii* (Zimmermann), *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize), *Metarrhizium flavoviride* (Gams), *Nomuraea rileyi* (Farlow) y *Aschersonia aleyrodalis* (Webber) están actualmente en uso o bajo desarrollo (Mahr *et al.* 2008).

Los nematodos entomopatógenos de más de 30 familias han sido asociados con el control de plagas de suelo y hábitats aislados (Kaya y Stock 1997). *Deladenus siricidicola* ha sido empleado exitosamente para control de la plaga forestal *Sirex noctilio* en Nueva Zelanda y Australia (Bedding 1993) y *Romanomermis culicivorax* Ross y Smith han sido aplicados de forma inundativa para la supresión de larvas de mosquito (Peterson 1985). Las especies de nematodos de Steinernematid y Heterorhabditid poseen atributos como parasitoides y patógenos, los mismos que son análogos a parasitoides debido a que quimiorreceptores y pueden activar la búsqueda de sus hospederos y similares a patógenos por su asociación con la bacteria mutualística de los géneros *Xenorhabdus* para steinernematidos y *Photorhabdus* para Heterorhabditis (Gaugler *et al.* 1997). El complejo nem-

atodo/bacteria es altamente virulento matando su hospedero entre 48 horas a través de la acción de la bacteria mutualística ubicada en el intestino del nematodo bajo condiciones adecuadas de humedad, temperatura y materia orgánica (Burnell y Stock 2000).

Los esfuerzos de investigación de control biológico han llevado al desarrollo de tres enfoques generales para su aplicación en los sistemas agrícolas: clásico, inoculación y conservación de los enemigos naturales (van Lenteren 2012). El control biológico clásico consiste en la importación de enemigos naturales para el control de plagas que han invadido nuevas áreas (Bellows 2005). El primer ejemplo exitoso de control biológico clásico fue el coccinélido *Rodolia cardinalis* que fue importado de Australia y Nueva Zelanda para controlar la escama del algodón (*Icerya purchasi*), una plaga de la industria de los cítricos en California. Desde entonces, cerca de 5000 introducciones de especies de artrópodos se han originado alrededor del mundo (Mahr *et al.* 2008). A partir de este éxito, varios países de Sudamérica y Centroamérica han establecido este programa para el control de la plaga (Ruiz *et al.* 2007).

Control biológico aumentativo es el uso de enemigos naturales que se liberan de forma inundativa e inoculativa (van Lenteren 2012). En este caso se utilizan una o varias liberaciones de enemigos naturales para suprimir la plaga durante el curso de una estación o el ciclo de producción del cultivo. El primer controlador biológico empleado para liberaciones aumentativas fue la avispa *Trichogramma* para control de lepidópteras a principios de 1900, más tarde se realizaron liberaciones de ácaros predadores *Typhlodromus cucumeris* Oudemans y *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot para control de ácaros plaga, el parasitoide *Encarsia formosa* para reducir poblaciones de mosca blanca bajo invernadero, aplicaciones de hongos entomopatógenos tales como *Verticillium*, *Trichoderma* y *Beauveria*, que han sido efectivos en liberaciones inundativa para el control de diferentes plagas en varios sistemas de producción agrícola (Mahr *et al.* 2007, Nicholls 2008, van Lenteren 2012). Para el control biológico aumentativo se toman en cuenta tres elementos, la producción masiva del agente de control biológico, el impacto del enemigo natural en la densidad de la plaga en campo, el mecanismo de liberación y su relación con la ecología y la dinámica de la población del agente y su hospedero o presa, la economía asociada con la supresión de plagas y la producción del cultivo en relación con el programa de manejo sostenible en un área específica (van Lenteren 2012). La industria ha desarrollado más de 130 diferentes especies de organismos benéficos, de los cuales 53 son artrópodos predadores y 46 parasitoides, existen alrededor de 142 empresas comerciales para distribuir los productos (Van Lenteren 2003).

En lo que se refiere a conservación de enemigos naturales, el ambiente o hábitat es manipulado o modificado para mejorar la efectividad de los artrópodos benéficos ya establecidos en el sistema (Klein *et al.* 2004, Pywell *et al.* 2005). Los artrópodos benéficos requieren de hospederos alternativos, alimentos suplementarios y refugios para su desarrollo y efectividad, además la mitigación de factores adversos en los sistemas tales como inadecuadas prácticas culturales o indiscriminado uso de insecticidas (van Lenteren 2012). La combinación de diferente tipo de plantas en los sistemas de producción agrícola puede causar también un efecto de repelencia para las plagas y atraer los parasitoides ya sea como fuente de alimento o por los volátiles que contiene, en África Central esta combinación repele al barrenador del maíz, debido a que la plaga oviposita en las plantas trampa y atrae a los parasitoides del mismo, reduciendo el daño de la plaga y aumentando el rendimiento (Dicke 2015). Varios ejemplos de conservación de hábitats para el incremento de agentes de control biológico se han desarrollado en Europa en cultivos de frutales, especialmente en cultivos de manzana en donde se ha controlado alrededor de 12 plagas con el manejo de los hábitats y establecimiento de prácticas culturales, que unido a la reintroducción de enemigos naturales de campos sin aplicaciones a cultivos

tradicionales, ha dado como resultado la restauración de los ecosistemas donde el control natural ha sido efectivo y el número de aplicaciones de pesticidas se ha reducido en un 60-90% (Blommers 1994). Sin embargo, un significativo efecto en la poblaciones de los enemigos naturales no siempre implica una reducción de la población de las plagas o incremento en rendimiento, debido principalmente al poco entendimiento que existe en la diversificación de los agroecosistemas y su efecto en los artrópodos que son base para la prevención de plagas (van Lenteren 2012).

Aproximadamente el 95% de artrópodos plaga se encuentran bajo un control natural (biológico), sin embargo el costo anual por investigación y aplicación se estima en un valor de \$400 billones que es enorme comparado con \$8.5 billones que se emplea en los productos agroquímicos (Costanza et al. 1997). El control biológico clásico se ha implementado en alrededor de 350 millones de hectáreas, lo cual significa cerca del 8% de la tierra cultivable y se estima una proporción de beneficio costo de 20-500:1. El control biológico aumentativo comercial es aplicado en el 0.4% de sistemas agrícolas con una proporción de beneficio-costo de 2-5:1, lo cual es similar o mejor que el control químico. A lo largo de los últimos 120 años se han introducido alrededor de 2000 especies de agentes artrópodos exóticos para el control de plagas en aproximadamente 106 países o islas, comprendiendo más de 150 especies de enemigos naturales entre parasitoides, predadores y patógenos) que actualmente se encuentran disponibles de forma comercial a nivel mundial (Van Lenteren et al. 2006).

La implementación del control biológico ha sido un pilar fundamental para la contribución a la producción sostenible de los alimentos y a la biodiversidad, al liberar los enemigos naturales e influir en la presencia de la población de las plagas en los sistemas de producción agrícola, se reduce la aplicación de agroquímicos lo que disminuye la exposición de productores y consumidores a pesticidas tóxicos y a los residuos en los productos comestibles, además de manejar la resistencia de plagas por la reducción en la frecuencia de aplicaciones. No es una herramienta que por sí sola reducirá el nivel de daño de las plagas, el interés por la sostenibilidad en programas de control de plagas ha estimulado el interés por la búsqueda de diferentes alternativas, el rol de los enemigos naturales en conjunto con otras prácticas de control son base evitar que las plagas lleguen a niveles de daño económico y ocasionen pérdidas al cultivo. 🌱

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. A.; Trujillo, J.; Campos, L.; Klein-Koch, C.; Gold, C.; Quezada, J. R. (1989). "El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico", en *Manejo Integrado de Plagas*, 12, 82-107
- Bedding, R. A. (1993). Biological control of *Sirex noctilio* using the nematode *Deladenus siricidicola*. En Bedding, R.; Akhurst, R.; y Kaya, H. (Eds) *Nematodes and the Biological Control of Insect Pests* (pp. 11-20) CSIRO Publications, East Melbourne.
- Bellows, T. (2005). *Reconstructing and ecosystem: a theory unifying invasion biology and biological control*. Proc. Int. Symp. on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland, USDA Forest Service.
- Blommers, L. H. M. (1994). "Integrated Pest Management in European apple orchards" en *Annual Review of Entomology*, 39, 213-241.
- Burnell, A. M. y Stock, S. P. (2000). "Heterorhabditis, Steinernema and their bacterial symbionts—Lethal pathogens of insects" en *Nematology*, 2, 1-12.
- Cai, W. Z.; Yan Y. H.; Li, L. Y. (2004). "The earliest records of insect parasitoids in China" en *Biological Control* 32, 8-11
- Carton, Y. (2005). "Reaumur (1683-1757): the discoverer of parasitoids in France"



- en *Biological Control* 32, 40-48.
- Chou, I. (1957). *A History of Chinese Entomology in the Early Period*. Beijing, China: Science Press.
- Costanza, R., D'Arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M. y Hannon, B. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital" en *Nature*, 387, 253-260.
- Dicke, M. (2015). "Herbivore-induced plant volatiles as a rich source of information for arthropod predators: fundamental and applied aspects" en *Journal of the Indian Institute of Science* 95 (1), 35-42
- Gaugler, R.; Lewis, E. y Stuart, R. J. (1997). "Ecology in the service of biological control: The case of entomopathogenic nematodes" en *Oecologia*, 109, 483-489.
- Kaya, H. K. y Stock, S. P. (1997). Techniques in insect nematology. En Lacey, L. A. *Manual of Techniques in Insect Pathology* (pp. 281-324) London: Academic Press.
- Lacey, L. A. y Kaya, H. K. (Eds.). (2000). *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology: Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and Other Invertebrate Pests*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Klein A. M.; Steffan-Dewenter, I.; Tschardt, T. (2004). "Foraging trip duration and density of megachilid bees, eumenid wasps and pompilid wasps in tropical agroforestry systems", en *Journal of Animal Ecology*, 73, 517-525.
- Van Lenteren, J. C. (2005). "Early entomology and the discovery of insect parasitoids", en *Biological Control*, 32, 2-7.
- Mahr, D. L.; Whitaker, P.; Ridgway, N. M. (2008). *Biological Control of Insect and Mites. An introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management*. Madison: University of Wisconsin.
- Nicholls, C. I. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Antioquia, Colombia: Ciencia y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquia.
- Pywell R. F.; Warman, E. A.; Carvell, C. (2005). "Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes", en *Biological Conservation*, 121, 479-94.
- Petersen, J. J. (1985). Nematode parasites. En: Chapman, H.C. (Ed.) *Biological Control of Mosquitoes* (pp. 110-122) Washington, USA: American Mosquito Control Association
- Reuter, O.M., (1913). *Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten*. Friedlander, Berlin.
- Ruiz, E.; Coronado, J. M. A. y Myartseva, S. N. (2007). Capítulo 30: Aspectos sobre el Control Biológico de Plagas en América Latina. En: Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S. y Center, T. D. *Control de plagas y malezas por enemigos naturales* (pp. 547-558) USDA: The Forest Health Technology Enterprise Team.
- Vail, P. V.; Tebbets, J. S.; Cowan, D. C. y Jenner, K. E. (1991). "Efficacy and persistence of a granulosis virus against infestations of *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) on raisins", en *Journal of Stored Products Research*, 27, 103-107.
- Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S. y Center T. D. (2007). *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. USDA: The Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET).
- Van Lenteren, J.C. (2003). Chapter 11: Commercial availability of biological control agents. En: van Lenteren J.C. (Ed.) *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures* (pp. 167-179) Wallingford, UK: CABI Publishing
- (2006). "How not to evaluate augmentative biological control", en *Biological Control*, 39, 115-118.
- (2012). *IOBC Internet Book of Biological Control*. Wageningen, The Netherlands: IOBC-Global, Spring.
- Vargas, R. (2012). "Resistencia a Pesticidas de Plagas", en *Tierra Adentro*, 100, 50-53.





# COLOQUIO VII: SUSTENTABILIDAD Y BIODIVERSIDAD

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUENOS

**30**  
*años*  
*de Historia*



# La Universidad un espacio para sustentabilidad: una propuesta para la Universidad Técnica del Norte, Ecuador

PhD. Jesús Aranguren

Profesor investigador de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA

jaranguren@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

La sustentabilidad en el ámbito universitario, es competencia y responsabilidad de la comunidad de aprendizaje, de los políticos, empresarios, agentes sociales, académicos, estudiantes, directivos y administrativos. Las Universidades tienen la obligación moral con las sociedades en que están inmersas, de ser generadoras no sólo de conocimiento, sino resolver los problemas socio-ambientales y predicar con el ejemplo. De igual manera las instituciones deben ser espacios para la sociedad, responsables no sólo de formar a sus estudiantes, sino también de la cultura e información de las comunidades de aprendizaje. Además, en su proceso de transformación curricular deben desarrollar un currículo interdisciplinario, con competencias en el perfil del egresado que permita formar ciudadanos capaces de ver las conexiones entre los seres humanos como parte de la intrincada red que conforma los ecosistemas. Esta transformación de la universidad hacia una universidad sustentable, requiere de un cambio epistemológico en los procesos de educativos, tanto en las formas de pensar, como en las estrategias de enseñanza y de evaluación, hacia un nivel más integrador y con una visión sistémica de la sustentabilidad. Esta tendencia se podría percibir como un paradigma que presenta la visión sistémica de los ecosistemas, incluyendo la dimensión humana, el cual tendría sus bases en el paradigma ecológico posmoderno. Este ensayo de investigación pretende a partir de una revisión bibliográfica y del contexto de la Universidad Técnica del Norte proponer algunas ideas preliminares para que la universidad transite hacia la sustentabilidad.

Palabras clave: SUSTENTABILIDAD, PROBLEMAS SOCIO-AMBIENTALES, PROCESOS EDUCATIVOS

## ABSTRACT

---

### University a Sustainability Space: A Proposal for Tecnica del Norte University

Sustainability at university level is competence and responsibility of the learning community, politicians, businessmen, social partners, academics, students, managers and administrative staff. Universities have a moral obligation with societies where they are immersed, to become knowledge generators and to solve socio-environmental problems and lead by example. Similarly, institutions should imply spaces for society, responsible not only for training their students, but also for culture and information of learning communities. In addition, during its process of curricular transformation there must be an interdisciplinary curriculum, with competencies in the graduate profile that allows to train citizens able to see the connections among human beings as part of the intricate ecosystems web. This transformation towards a sustainable university requires an epistemological shift in educational processes; in both, ways of thinking, and teaching strategies and evaluation, aimed towards a more inclusive level and with a systemic vision of sustainability. This trend could be perceived as a paradigm that presents the systemic view of ecosystems, including the human dimension, which would have its bases on the postmodern ecological paradigm. This essay intends, based on a bibliographical review and the context of the Universidad Técnica del Norte, to propose some preliminary ideas for the university to move toward sustainability.

Keywords: SUSTAINABILITY, SOCIO-ENVIRONMENTAL ISSUES, EDUCATIONAL PROCESSES.



## La sustentabilidad en la universidad: una necesidad del siglo XXI para la Universidad Técnica del Norte

Reorientar la educación universitaria en el contexto de la sustentabilidad requiere de un conocimiento profundo de este tema por parte de la comunidad de aprendizaje de las instituciones universitarias, así como entre quienes hacen política pública, lo cual requiere de un cambio que acompañe este proceso, desde la dimensión de lo que se enseña y de lo que se practica, o como lo indica Gispert (2010) una educación para el cambio, pero también un cambio en la educación.

En 1990, veinte universidades firmaron la Declaración de Tallories y actualmente más de 300 instituciones de educación universitaria se han sumado, esta fue la primera declaración internacional que se enfocó específicamente en la sustentabilidad en la educación universitaria como un compromiso de la academia con la sustentabilidad. Posteriormente se desarrollaron otros eventos de importancia que coadyuvaron a sentar las bases de la sustentabilidad en las universidades como son las declaraciones en Halifax en 1991, Swansea en 1993, Kioto en 1997, y la Declaratoria del Complexus en el marco del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable 2005-2014 y Río +20 en el documento final El Futuro que Queremos (2012).

Gispert (2010) indica que los temas en estas declaraciones son comunes y siguen vigentes, como lo es la obligación moral que tienen las Instituciones de Educación Universitaria con las sociedades en que están inmersas, no sólo como generadoras de conocimiento, sino como usuarias del mismo para resolver los problemas socio-ambientales y predicar con el ejemplo. De igual manera las instituciones deben ser espacios de la sociedad, responsables no sólo de formar a sus estudiantes, sino también de la cultura e información de las comunidades de aprendizaje.

Además en su proceso de transformación curricular deben desarrollar un currículo interdisciplinario, pero no sólo con la inclusión de una unidad curricular obligatoria sobre sustentabilidad o educación ambiental, sino con competencias en el perfil de egresado que permitan formar ciudadanos capaces de ver las conexiones entre los seres humanos como parte de la intrincada red que conforma los ecosistemas.

Las declaraciones mencionadas anteriormente, también incentivan la investigación universitaria que incorpore el modelo de sustentabilidad, promoviendo que los docentes-investigadores de las universidades desarrollen proyectos que contribuyan a la sustenta-

bilidad glocal (a la vez global y local).

La transformación de la institución universitaria como organización sistémica, hacia una universidad sustentable con una educación para la sustentabilidad, implica que epistemológicamente se hagan cambios tanto en los procesos educativos como en las formas de pensar, en las estrategias de enseñanza y en la evaluación, para lograr una visión integradora y sistémica de la sustentabilidad por un lado y por otro hay que entender a la universidad desde sus funciones sustantivas, concibiendo la sustentabilidad desde las dimensiones económica, ecológica, social y tecnológica, referida al desarrollo económico que comprende las acciones humanas, para mantener la capacidad de los ecosistemas y producir el rango de bienes y servicios de los cuales dependen las formas de vida, y la que se relaciona con el desarrollo conducente a un mayor acceso e igualdad social, respeto a los derechos humanos, mejoras en salud, educación, oportunidades y otros aspectos no monetarios del bienestar según la definición propuesta por el BID (2001).

Las consideraciones anteriores conllevan a definir una universidad sustentable como aquella que realiza una gestión socialmente responsable, la cual se traduce en la suma de esfuerzos colectivos, que implica la gestión de la organización, de la formación académica, de la producción del saber y de la participación, orientada al desarrollo humano sustentable, en virtud de lo cual involucra diferentes actores sociales y matices económicos, sociales, éticos y filosóficos.

La universidad sustentable es la que enfatiza en su plan de estudio y de investigación la preparación de sus estudiantes como ciudadanos para construir una sociedad ambientalmente sana y equitativa.

A nivel de Latinoamérica, existen redes como la de Alianza Mundial de Universidades sobre Ambiente y Sostenibilidad – Latinoaméricase (GUPES-LA) y la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (AIRUSA), entre otras, las cuales tienen como propósito promover y apoyar la coordinación de acciones en el campo de la educación ambiental superior, así como la cooperación académica y científica entre Redes Universitarias por el Ambiente y la Sustentabilidad.

Existen experiencias exitosas en países Latinoamericanos como Chile, Uruguay, Brasil y Venezuela. Entre ellos uno de los más avanzado en esta materia, es México, quien comenzó desde los años 90 en universidades como la UNAM, Sonora o el Tecnológico de Monterrey. En este país ha jugado un papel estratégico, la constitución del Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (Complexus, 2005), Consorcio logrado después de reuniones previas en universidades como Colima en 1998, la Autónoma de San Luis Potosí en 1999 y la de Guanajuato en el 2000. Son un consorcio de universidades en el que participan la Autónoma de Baja California, Guadalajara, Colima, Iberoamérica Campus Santa Fe y Puebla, Guanajuato, Autónoma de San Luis Potosí, La Salle, Autónoma del Estado de México, Autónoma de Zacatecas, Autónoma de Sinaloa, entre otras, como espacio de cooperación y colaboración en el quehacer institucional (Bravo-Mercado, 2003).

En Chile, a partir del acuerdo de 22 universidades, para la producción limpia como compromiso para promover la sustentabilidad, se impleataron Campus Sustentable para transferir conocimiento en este ámbito a los futuros profesionales y a la vez apuntar hacia la reducción de aguas y energía, medición de la huella de carbono corporativa, el manejo integral de residuos sólidos y el logro de cambios culturales. Participaron instituciones públicas y privadas como la Católica del Norte, Antofagasta, Viña del Mar, Playa Ancha, Católica de Valparaíso, Iberoamérica de Ciencias y Tecnología, Metropolitana de Ciencias de la Educación, Andrés Bello, Santo Tomás, Santiago de Chile, Católica de Chile, Los Andes, La Frontera entre otras (Desarrollo Sustentable, Campus Sustentable, 2013).

En Brasil resalta la experiencia de la Universidad del Medio Ambiente en medio del

bosque Zainelli en la ciudad Curitiba y la creación del Centro Mundial de Desarrollo Sostenible Río+20, organismo creado para impulsar debates mundiales sobre asuntos ambientales y sustentabilidad, constituido por un consorcio internacional de socios, incluidos gobiernos de los ámbitos federal y local, organismos de las Naciones Unidas, organizaciones no gubernamentales, universidades y otros grupos que quieran participar en el tema. Esta iniciativa es considerada como uno de los principales legados de la Cumbre de Río+20, celebrada en Río de Janeiro el 2012.

En Venezuela, tiene política nacional sobre la educación para el desarrollo sustentable 2005-2014, en la cual propone planes nacionales y regionales utilizando métodos pedagógicos comunitarios en donde las organizaciones de la sociedad civil desempeñan un papel fundamental para promover la sustentabilidad en el país. En los últimos años, viene trabajando en la propuesta sobre un Plan Nacional de Universidades Sustentables (2012), impulsado por el Ministerio de Educación Universitaria para construir una herramienta de cohesión y organización que permita el establecimiento de líneas estratégicas con criterios compartidos para un trabajo articulado en materia de desarrollo sustentable en el país. A nivel universitario, diversas instituciones han considerado la sustentabilidad como un eje transversal en sus funciones sustantivas y han formulado propuestas para vincular la sustentabilidad a la gestión universitaria, como es el caso de de La Red Venezolana de Universidades por el Ambiente (REDVUA), la cual promueve la integración de instituciones Universitarias para desarrollar una gestión ambiental responsable, con pertinencia ante los asuntos locales, regionales y globales, apoyándose desde las fortalezas de cada una.

Las Universidades Venezolanas como la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Universidad Del Zulia, Universidad Simón Bolívar, Universidad Lizando Alvarado, Universidad de los Andes, Universidad Central de Venezuela y la universidad Católica Andrés Bello, entre otras, han incorporado la sustentabilidad en sus funciones sustentativas, han creado oficinas para desarrollar acciones en el campus universitario y han impregnado el currículo de tercero y cuarto nivel no sólo con temas de sustentabilidad, sino que creado carreras y postgrado sobre desarrollo sustentable, como es el caso del Doctorado en Desarrollo Sostenible de la Universidad Simón Bolívar.

En Ecuador existen algunas experiencias como la de la Universidad de San Francisco en Quito, que crea la Oficina de Innovación y Sustentabilidad encargada de impulsar el trabajo conjunto entre la academia, las empresas públicas y privadas, y la comunidad interna y externa en cuanto a crear valor compartido en temas de innovación y sustentabilidad. La misma, desarrolla diversos programas y proyectos como cursos sobre sustentabilidad y proyectos de investigación y desarrollo en estrategias sustentables, como los de energías alternativas, entre otros (Universidad de San Francisco, 2016). Otras universidades han declarado en su misión y visión aspectos de sustentabilidad como modelo de desarrollo, así como en su malla curricular asignaturas sobre sustentabilidad y cursos de cuarto nivel, programas de maestría que tienen como eje transversal la sustentabilidad como es el caso de la UTN, PUCE y la UdC, entre otras.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, junio de 2012, en Río de Janeiro, se estableció “*el compromiso de prácticas de Sostenibilidad en Instituciones de Educación Superior*”, se establecieron directrices de cómo transformar los campus hacia la sustentabilidad por medio de: la reducción de la huella ecológica a través de la eficiencia en el uso de recursos de energía, agua y materiales en los edificios e instalaciones; la adopción de prácticas sustentables de adquisición de productos en la cadena de suministro y servicios; una oferta de transporte sustentable para los estudiantes y profesores; la adopción de programas eficaces de reducción de residuos, de reciclaje y de reutilización y la promoción de estilos de vida más sustentables. Por lo tanto una

universidad sustentable deberá:

- Conceptualizar lo que entiende por sustentabilidad institucional.
- Acordar el camino a seguir para el logro de la sustentabilidad institucional.
- Abrir espacios para las discusiones y consensuar los acuerdos para el logro de la sustentabilidad institucional.
- Construir, divulgar e implementar políticas ambientales.
- Funcionar como una comunidad de aprendizaje hacia el consumo responsable del agua, la energía y los alimentos, además de apoyar la comunidad local y regional.
- Ser un ejemplo de reflexión e intervención de buenas prácticas ambientales, para inducir iniciativas que mejoren la calidad de vida de los grupos humanos.
- Evaluar la infraestructura física para optimizar su funcionamiento desde la perspectiva de la sustentabilidad, utilizando indicadores construidos por la comunidad de aprendizaje de manera consensuada.
- Desarrollar en conjunto la educación y la comunicación como estrategias necesarias para el logro de la sustentabilidad universitaria, a través de la articulación entre los distintos actores universitarios.
- Promover una cultura de consumo responsable a través de las compras y contratación de servicios en la universidad
- Impulsar el desarrollo sustentable mediante procesos productivos que sean social y ecológicamente adecuados dentro y fuera de la Universidad
- Promover la gestión del riesgo y las contingencias ambientales como mecanismo de prevención y seguridad de la comunidad de aprendizaje.
- Desarrollar la transformación curricular orientada hacia la sustentabilidad que incida directamente en el perfil de los egresados de todas las carreras en sus diferentes niveles y modalidades.
- Desarrollar el nuevo diseño curricular de manera que incida en la comunidad de aprendizaje universitaria, entendiéndose ésta como la conformada por los estudiantes, docentes, personal de servicio, administrativos y vecinos y vecinas de la comunidades aledañas al recinto universitario, miembros de organizaciones vecinales como consejos comunales y comunas, que participan en la vida del campus universitario, para de esta manera incidir en la transformación hacia una cultura con modelos participativos que generen la sinergia necesaria hacia el camino de la sustentabilidad.

Las premisas anteriores permiten sugerir que la universidad ecuatoriana, que transite hacia el camino de la sustentabilidad, como es el caso de la Universidad Técnica del Norte, deberá tener como visión: *contribuir a crear una sociedad sustentable*, y la misión de *integrar todos los componentes de la sustentabilidad en las funciones sustantivas de la Universidad y en su Plan General de Gestión*, para fortalecer y desarrollar el desempeño de sus programas académicos y su proyección social, con base en una amplia y comprometida participación de la comunidad universitaria, teniendo como objetivo institucional construir una nueva cultura universitaria mediante el uso racional, ordenado y respetuoso de los recursos, integrando las diversas esferas del quehacer universitario, con el fin de formar a un profesional ambientalmente responsable comprometido con la sustentabilidad.

Para cumplir con lo propuesto anteriormente se sugieren nueve orientaciones para el manejo ambiental del campus universitario: Manejo integral de residuos y desechos; Manejo integral de descargas y emisiones peligrosas; Manejo apropiado y eficiente del agua; Manejo apropiado y eficiente de la energía; Manejo apropiado y eficiente de insumos de oficina; Manejo sustentable de áreas verdes; Construcción o adecuación de edificaciones bioclimáticas, con materiales acordes a la realidad local; Manejo sustentable del transporte universitario; Inclusión de ciudadanos con discapacidad en un ambiente de coexistencia



Para el logro del objetivo y el desarrollo de estas orientaciones se propone un esquema que permitirá ir construyendo un modelo de universidad sustentable en la UTN: Propuesta de pasos a seguir para que la UTN transite hacia la sustentabilidad del campus universitario.



Para que la UTN logre la sustentabilidad de su campus universitario es imprescindible que la comunidad de aprendizaje esté comprometida con los fines y objetivos de la sustentabilidad, por lo que es necesario instrumentar estrategias comunicacionales impresas, radiales, TV y presenciales para informar, sensibilizar y promover las acciones que conlleven a un campus universitario comprometido con el ambiente, manejado de forma integral y responsable para satisfacer las necesidades de los grupos humanos que hacen vida o están en torno a él.

Los gestores en la UTN son actores fundamentales en la comunidad de aprendizaje y deben estar convencidos de la necesidad que la universidad dirija sus acciones hacia el logro de la sustentabilidad institucional. Más allá de sólo promover políticas de sustentabilidad, estos actores deben participar activamente en las acciones para el logro del campus universitario sustentable, reforzando su compromiso con la sociedad y uniendo esfuerzos en la generación de conciencia, conocimiento, habilidades y valores necesarios para un futuro sustentable.

La comunidad de aprendizaje deberá construir por consenso un cuerpo de constructos teóricos que permitan tener muy claro lo que es para ellos una universidad sustentable, con su misión, visión y competencias organizadas en planes y agendas de acuerdo a las funciones sustantivas universitarias para el logro de una comunidad comprometida con la consolidación de una sociedad ambientalmente sana y equitativa. Cada una de las acciones a seguir hacia una universidad sustentable deberá ser evaluada en la UTN a través de grupos de indicadores que permitirán visualizar los logros, dificultades y oportunidades. Para ello se propone considerar los siguientes aspectos (modificado Astier, 2007):

Caracterización del campus universitario como sistema de manejo, con sus límites, subsistemas y flujos internos y externos de materia y energía.

Determinación de los puntos críticos: fortalezas y debilidades del campus universitario.

Selección de indicadores: determinar los criterios de diagnóstico de cada atributo y selección de indicadores estratégicos.

Medición y seguimiento de los indicadores: diseño de herramientas o instrumentos de análisis y obtención de la información deseada.

Presentación e integración de resultados, indicando sus principales obstáculos y aspectos que los fortalecen.

Conclusiones y recomendaciones: síntesis del análisis y elaboración de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad del campus universitario y del proceso de evaluación.


La evaluación deberá considerar el fortalecimiento de los sentimientos de responsabilidad entre los miembros de la comunidad de aprendizaje a través de estrategias que permitan consolidar valores que establezcan los cimientos para una sociedad sustentable con ciudadanos responsables ambientalmente.

Finalmente, La UTN debe jugar un papel esencial en encaminar a la sociedad hacia la sustentabilidad.

## Conclusiones

La Universidad Técnica del Norte para emprender el camino de un campus sustentable deberá incorporar de manera integral la dimensión ambiental en todas las áreas del desarrollo institucional de la universidad. Para ello debe realizar una gestión socialmente responsable, la cual se traduce en una suma de esfuerzos colectivos, que implica la gestión de organización, de la formación académica, de la producción del saber y de la participación, orientada al desarrollo humano sustentable, en virtud de lo cual involucra diferentes actores sociales y matices tanto económicos, sociales, éticos y filosóficos

La universidad deberá de implementar las políticas ambientales a través de acciones planificadas y estructuradas en Agendas Ambientales.

La UTN ha emprendido una serie de acciones dirigidas a transitar el camino para ser una institución sustentable, lo cual permitirá avanzar en la definición del modelo de campus sustentable que responda a las características y potencialidades de la universidad. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- B.I.D. (2001). *“La educación superior en América Latina y el Caribe, Documento de Estrategia”*. Santiago de Chile. (CDU).
- Bravo, M. T. (2003) “Incorporación de la ‘dimensión ambiental’ al curriculum universitario: sentidos y contrasentidos” I Foro Nacional: Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional. 2003. San Luis Potosí, UASLP.
- Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (2005). *Declaratoria del Complexus del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable 2005-14*. [www.complexus.org.mx](http://www.complexus.org.mx).
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. (2012). *El futuro que queremos*. <https://goo.gl/ljeuxH>.
- Declaración de Halifax (1991). <https://goo.gl/2Ju7dj>
- Declaración de Kyoto (1997). <https://goo.gl/fMT2Au>
- Declaración de Swansea (1993). <https://goo.gl/Ye9KMU>.
- Declaración de Talloires. (1990). <https://goo.gl/InE6jq>
- Desarrollo Sustentable. (2013). *Campus Sustentable, el gran acuerdo de las universidades chilenas*. <https://goo.gl/4Brk9O>.
- Gispert, M. (2010). *Las instituciones de educación superior y la sustentabilidad: educación para el cambio y cambio en la educación*. <https://goo.gl/M19IHs>
- Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. (2014). *Plan Nacional para las Universidades Sustentables*. [www.mppeu.gov.ve](http://www.mppeu.gov.ve)
- Naciones Unidas (2012). *Documento final de la Conferencia El futuro que queremos*. <https://goo.gl/V6Kaa4>
- Universidad de Sanfrancisco (2016). *Misión y Visión de la Universidad*. <https://goo.gl/UP2GhB>.





# El consumo responsable: un deber pendiente en la construcción de sociedades sustentables

José Alí Moncada

Profesor Investigador en la Universidad Técnica del Norte  
jmoncada@utn.edu.ec

## RESUMEN

Existe un consenso generalizado en reconocer que los patrones de producción y consumo de la sociedad contemporánea se cuentan como una de las principales causas de la compleja crisis ambiental que afronta la humanidad desde hace varias décadas. Los impactos ambientales generados por la producción de bienes y servicios, que son consumidos voraz e irracionalmente por una gran parte de la población mundial, son desconocidos e ignorados. Asimismo, estos perversos mecanismos acentúan las desigualdades, afectan la salud de las personas y se convierten en procesos de manipulación ideológica en muchas sociedades que privilegian el tener sobre el ser. Ante este escenario, se presenta una urgente necesidad educativa: formar consumidores responsables, es decir, ciudadanos que, cotidianamente, tomen decisiones acerca del uso de productos y servicios, considerando tanto los impactos ambientales y sanitarios vinculados a su producción, como diversos criterios de justicia social, comercio justo y solidaridad sincrónica y diacrónica. El presente trabajo presenta una revisión de distintos aspectos referidos al tema de la educación para el consumo, con miras a orientar la formación de profesionales que incluyan en su perfil humano, el ser consumidores responsables.

**Palabras clave:** Sustentabilidad, educación, consumo,

## ABSTRACT

### **Responsible Consumption: A Pending Issue in the Construction of Sustainable Societies**

There is widespread consensus to recognize the patterns of production and consumption of contemporary society as one of the main causes of complex environmental crisis facing humanity for decades. The environmental impacts generated by the production of goods and services, which are voracious and irrationally consumed by a large proportion of the world population, are unknown and ignored. Also these perverse mechanisms accentuate inequalities affecting the health of people and become ideological manipulation processes in many societies that privilege having over being. Faced with this scenario, emerges an urgent educational need: to train responsible consumers, that is to say citizens who, every day, make decisions about the use of products and services, considering both environmental and health impacts associated with their production, as different standards of justice social, fair trade and synchronic and diachronic solidarity. This paper presents a review of various aspects related to the topic of consumer education, in order to guide the training of professionals to include in their human profile, be responsible consumers.

**Keywords:** Sustainability, education, consumption



## Introducción

Existe un consenso generalizado en reconocer que los patrones de producción y consumo de la sociedad contemporánea constituyen una de las principales causas de la compleja crisis ambiental que afronta la humanidad desde hace varias décadas. Los impactos ambientales generados por la producción de bienes y servicios, que son consumidos voraz e irracionalmente por una gran parte de la población mundial, son desconocidos e ignorados. Asimismo, estos perversos mecanismos acentúan las desigualdades, afectan la salud de las personas y se convierten en procesos de manipulación ideológica en muchas sociedades.

Sin embargo, no se puede obviar que el consumo es un acto cotidiano, necesario y que está indisolublemente integrado a la cultura contemporánea (Bauman, 2007). El problema tiene su mayor expresión cuando se adquieren bienes y servicios que, lejos de procurar el desarrollo humano, buscan satisfacer necesidades subjetivas creadas y ancladas en valores sociales como el hedonismo desmedido, la sobrevaloración del tener sobre el ser y el individualismo.

Ante este escenario, se presenta una urgente necesidad educativa: formar consumidores responsables, es decir, ciudadanos que, cotidianamente, tomen decisiones acerca del uso de productos y servicios, considerando tanto los impactos ambientales y sanitarios vinculados a la producción de los mismos, como criterios de justicia social, comercio justo y solidaridad sincrónica y diacrónica.

El presente trabajo presenta una revisión de distintos aspectos referidos al tema de la educación para el consumo. En primer lugar, se harán algunas consideraciones sobre el consumo como hecho social, con especial referencia a los impactos ambientales del consumismo. En segundo lugar, se presentarán algunos elementos que definen en la educación para el consumo en el marco de la educación para el desarrollo sostenible. Seguidamente, se expone brevemente el marco que orienta la educación para el consumo responsable en Ecuador, y se cierra con algunos retos para la praxis investigativa en el contexto ecuatoriano.

El trabajo es un avance del proyecto “*Contribuciones a la construcción de una cultura de aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica en el talento humano en formación en la UTN*”, desarrollado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales (FICAYA), de la Universidad Técnica del Norte.

## El consumo como hecho social

De manera muy sencilla, se puede definir el consumo como el uso de un producto o servicio. Se recurre al término “uso” y no al de “adquisición” o “apropiación”, como puede encontrarse en algunas fuentes, porque el consumo de un servicio, no necesariamente implica su posesión. En otras palabras, no todo lo que se consume, se ha comprado o es objeto de pertenencia. Por ejemplo, el disfrute de una obra de teatro gratuita en alguna sala de uso público forma parte del consumo cultural de un individuo, y no implica que se pague por ella o que le pertenezca. Sin embargo, es común asociar consumo con adquisición de un bien o un servicio.

En un diagnóstico realizado sobre las ideas de consumo en docentes venezolanos en formación (Capote y otros, 2013), se encontró que la gran mayoría de estos estudiantes conciben el consumo como el gasto de dinero para cubrir una necesidad, restringiendo el concepto de consumo a la compra de alimentos, vestimenta y electrodomésticos, obviando algunas formas vitales en su formación, tal como es el consumo cultural.

Asimismo se debe ver el consumo como un hecho cotidiano, que impregna el día a día de las sociedades contemporáneas. Desde los albores del día, se emplea energía para que el despertador funcione, agua para el aseo personal y recursos de la diversidad biológica para desayunar. La ropa que se viste, el transporte que se utiliza para llegar al trabajo o al centro educativo, incluso el canal de televisión que se escoge en las noches forma parte de nuestro consumo. En palabras de Zygmunt Bauman (*op. cit.*), formamos una sociedad donde consumir es un derecho y una obligación humana e universal. La mayor parte de nosotros lo hace de manera inconsciente y está tan amalgamado en nuestra vida que “*determina el estilo y sabor de la vida social y actúa como canonizador de las relaciones humanas*” (p. 40)

Otro de los atributos del consumo como hecho social y que es un aspecto que centra gran parte de las discusiones en torno al tema es el de su necesidad. ¿Cuántas de las cosas que se adquieren diariamente son realmente necesarias para tener calidad de vida?. Por ejemplo, ¿por qué en tantos lugares de América Latina se decoran las casas en navidad con una réplica de un pino canadiense hecha de PVC (los naturales tienen una huella de carbono enorme, así sea cultivado en bosques sustentables) y rodeada de renos o figuras tan distantes de nuestra cultura latinoamericana?. ¿Es realmente necesario un árbol y un regalo para ser feliz en navidad, tal como lo hace ver la publicidad de los bancos?. Creo que estos valores mercantilistas distan mucho de la fiesta cristiana que le dio origen hace cientos de años.

En este punto comparto el criterio propuesto por Antoni Colom (1998), cuando separa claramente lo que es el consumo necesario del innecesario o consumismo. Diariamente, se necesita acceder a productos y servicios que garantizan la satisfacción de necesidades básicas como alimentación, transporte, vestimenta, vivienda, recreación, salud, educación y aquellos que contribuyen a construir una mejor calidad de vida. El problema se origina al adquirir bienes y servicios que, lejos de procurar el desarrollo humano, buscan satisfacer necesidades subjetivas creadas y ancladas en valores sociales como el hedonismo desmedido, la sobrevaloración del tener sobre el ser y la apología del exceso y el “status”, construyendo una cultura de lo desechable, donde todo es mercancía (Rodríguez, 2011). Este consumismo se sirve de diversas estrategias socio-económicas que Leonard (2011) resume en: publicidad, obsolescencia programada y percibida de los objetos de consumo, los créditos que dan sustento al llamado dinero plástico, la creación de centros comerciales en detrimento de tiendas locales y la creación de la trilogía identidad – estatus – consumo.

Una de las aristas de esta situación, invisibilizada por la gran maquinaria consumis-

ta, es el impacto en los sistemas ecológicos, en las sociedades y en la salud de las personas que genera el consumo (Pérez Bustamante, 2007). La producción de bienes y servicios utiliza grandes cantidades de materias primas y energía. Las industrias encargadas de estos procesos generan gran cantidad de contaminantes que son vertidos al aire, al suelo y al agua. En lo social, muchas empresas “reinas del marketing” han sido denunciadas por casos de trabajo infantil y porque sus trabajadores reciben pagos injustos por su faena, lo que se agrava por las precarias condiciones de seguridad en las que muchos de ellos laboran.

Una vez hecho el producto viene el impacto del traslado, generalmente desde sitios muy remotos al de su lugar de destino. Por ejemplo, ¿han pensado en la huella de carbono que significa producir y traer desde China hasta Suramérica un objeto plástico?. Una vez que el producto está en los anaqueles, ¿qué tan beneficioso puede ser para la salud de un niño de tres años un juguete hecho de PVC recubierto con pinturas tóxicas?. Y al final, el desecho. Para la gran mayoría de nosotros el problema de la basura termina en el tacho de basura, ya de allí es trabajo de la Alcaldía o del gobierno. Pero ¿y nuestra cuota de responsabilidad por generar tal cantidad de desechos?.

En años recientes, el documental “*La historia de las cosas*” de Annie Leonard fue una pieza clave en la divulgación del tema a través de las redes sociales, y el despertar de la preocupación sobre el tema en muchos jóvenes alrededor del mundo. Asimismo, Daniel Goleman (2009), muy conocido por sus obras sobre inteligencia emocional, ha planteado el término de inteligencia ecológica, en referencia al reto de enseñar(nos) a desarrollar la capacidad de reconocer los impactos ocultos vinculados a nuestros productos de consumo diario, y de esta manera tomar las decisiones de compra más beneficiosas para el ambiente y la sociedad.

### La educación para el consumo

Como respuesta a la necesidad de abordar tan compleja madeja de constructos sociales involucrados con el consumo, surgieron en Europa, diversos movimientos que buscaban la visibilidad de esta problemática, tratando de despertar la conciencia de los consumidores (Pujol, 1996). Es dentro de estos procesos donde se enmarca la educación para el consumo, vista como un proceso de formación de un ciudadano con visión crítica frente a las implicaciones ideológicas, sociales, económicas, culturales y ecológicas que subyacen detrás de cada elección de compra que hacemos.

Los temas que suelen abordarse en la educación para el consumo incluyen energía, alimentos, vestimenta, servicios y tecnología, abordándolo desde aspectos como el dinero, la compra, la seguridad y la higiene, la publicidad y el impacto ambiental que generan (Pujol, 1996). En años recientes se está haciendo énfasis en indagar en el uso de las Tecnologías de información y Comunicación (TICs) como elementos de consumo cultural (Hinojosa, 2012).

Tradicionalmente, la educación para el consumo es un área que ha sido abordada desde la educación ambiental, y en años recientes por la educación para el desarrollo sostenible (Vilches y Gil, 2003). Sin caer en discusión entre la divergencia/convergencia de ambas visiones, es innegable que en la medida en que se avalen y favorezcan ambos modelos de prácticas educativas, se dará pertinencia a la educación para el consumo. No obstante y más allá de estas disciplinas, se hace necesario que sea considerado como un tema transversal que involucre las distintas áreas del conocimiento y el quehacer humano, orientada por una postura crítica y liberadora, en términos de que la ciudadanía comprenda que la educación es un acto político (Bárcena, 1998), y que existe una elección de un modelo de desarrollo en cada compra que se realiza.

El tema ha ido incorporándose en las agendas educativas ambientales del mundo. En muchos eventos internacionales. Por ejemplo, en los Congresos Iberoamericanos de Educación Ambiental se ha considerado como un tema central en las distintas temáticas de discusión (Pujol, 2006; Meira, 2009) aunque, se debe reconocer que aún no tiene el peso, ni la importancia que amerita en la región.

## Conclusiones y desafíos

El desarrollo de una educación para el consumo dirigida a la población uno de los temas pendientes en las diversas modalidades de los sistemas educativos latinoamericanos, por ende, lo es también en la formación de los futuros profesionales con la responsabilidad de construir una sociedad más justa, sana y ecológicamente equilibrada. Si bien en Ecuador se cuenta con un marco constitucional y legal que favorece estas prácticas, son muy pocas las iniciativas pedagógicas que se han desarrollado al respecto.

Ante esta necesidad se abren una serie de planteamientos e interrogantes para el contexto latinoamericano, y en especial el ecuatoriano: ¿de qué manera se está abordando la educación para el consumo en los diferentes subsistemas de la educación formal?, ¿se forma al consumidor desde una postura liberal que sólo se centra en desarrollar o desde una postura sociocrítica?, ¿qué estrategias educativas son las pertinentes para formar consumidores responsables en las sociedades globalizadas del siglo XXI?. Dar respuestas a estas interrogantes se constituye en un deber pendiente de los procesos de investigación y formación en la educación formal, no formal e informal de Ecuador y América Latina. 🌱

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bárcena, A. (1998). Comprar o ser. En: *La América que queremos. 32 ensayos en defensa de la vida*. México D.F.: PNUMA – PNUD – FCE.
- Bauman, Z. (2007). *Vida de consumo*. México D.F.: FCE.
- Capote, M., Echenique, K., Moncada, J. y Aranguren J. (2013). *Ideas y hábitos de consumo de estudiantes de la UPEL-IPC: Punto de partida de procesos educativos ambientales*. II Congreso Regional de Investigación – UPEL – Instituto Pedagógico de Caracas.
- Colom, A. (1998). *Consumo y Ambiente*. Serie Educación, Participación y Ambiente. Caracas: DGSEAPC - MARN
- Goleman, D. (2009). *Inteligencia ecológica*. México D.F.: Vergara,
- Hinojosa, L. (2012). Consumo y uso de las TIC's en una comunidad universitaria mexicana. *Omnia*, 18(1), 9-24.
- Leonard, A. (2011). *La historia de las cosas*. Buenos Aires: FCE.
- Meira, P.A. (2009). De la Educación ambiental en la sociedad de consumo al consumo de la Educación Ambiental [Resumen]. En *VI Congreso Iberoamericano de educación ambiental. Resúmenes* (pp.43-44). San Clemente del Tuyú: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina.
- Pérez, L. (2007). *Los derechos de la sustentabilidad*. Desarrollo, consumo y ambiente. Buenos Aires: Colihue.
- Pujol, R.M. (1996). *Educación y consumo: la formación del consumidor en la escuela*. Barcelona: Horsori.
- (2006). Consumo, medio ambiente y educación. En: *Memorias del V Congreso Ibero-americano de Educação Ambiental*. Joinville, Brasil.
- Rodríguez, F. (2011). *La cultura de lo desechable. Cuando todo es mercancía*. Maracaibo: Autor
- Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Recibido para revisión: 30 junio 2016

Aceptado para publicación: 10 julio 2016





# La importancia de los museos y colecciones zoológicas científicas en el Ecuador: el caso de la Universidad Técnica del Norte

PhD. Sabina Caula / MSc. Luis Rodríguez

Profesores Investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FICAYA / FECYT  
scaula@utn.edu.ec

## RESUMEN

Las colecciones biológicas son guardas y custodias del registro de los organismos de un lugar y ellas son fuente de la generación y avance del conocimiento científico. En Ecuador, las IES más reconocidas han creado y alimentado sus colecciones biológicas. Sin embargo, no existe una base de datos nacional de biodiversidad que agrupe a todas las colecciones y sus registros. Peor aún, algunas colecciones permanecen sin registro, sin inventario o sencillamente son desconocidas. En este trabajo nos hemos propuesto revisar el inventario de los museos y colecciones científicas de vertebrados e invertebrados en el Ecuador, resaltando la importancia de la colección de la UTN. Para ello, se llevó a cabo una revisión de las bases de datos internacionales y de los artículos publicados en revistas regionales no indexadas. También se hizo una búsqueda en las páginas web de las instituciones que tienen Museos y Colecciones biológicas. Nosotros encontramos 39 colecciones de fauna, ubicadas en 11 ciudades de 10 provincias, siendo Quito el epicentro con el mayor número de ellas. El Museo de Zoología de la PUCE-Q, es la más grande del país y la colección de la FCD sobresale por poseer un enorme número de especies provenientes de las Galápagos. Debido a que actualmente existen muchas críticas y limitaciones a las colectas de especímenes, las colecciones existentes cobran mayor importancia. La ampliación de las colecciones del Ecuador se justifica por la falta de información sobre la biodiversidad, teniendo la UTN la responsabilidad de restaurar y ampliar su colección, convirtiéndose en el referente en la zona norte del País.

Palabras clave: COLECCIONES ZOOLOGICAS, MUSEOS DE FAUNA, UTN, IBARRA, ECUADOR

## ABSTRACT

### **Importance of Museums and Zoological Scientific Collections in Ecuador: The Case of Técnica del Norte University**

The biological collections are protectors and custodians of the organisms of a region and they are source of generation and advance in scientific knowledge. In Ecuador, the most recognized IES have created and developed their biological collections. However, there is not a biodiversity national database with all the collections and records. Not as good as, some collections remain unknown or without registration or inventory. In this paper, we review the inventory of museums and scientific collections of vertebrates and invertebrates of Ecuador, underlining the importance of UTN collection. We conducted a review of the international database and papers published in regional journals not indexed. Also, we did a review of websites of biological Museums and Collections in Ecuador. We found 39 collections of fauna, located in 11 cities of 10 provinces and Quito have the greatest number of them. The Museum of Zoology PUCE-Q, is the largest in the country and the Charles Darwin Foundation have an enormous number of species from the Galapagos island. Because there are many criticisms and restrictions on collections of specimens, the current collections become more important. The expansion of the collections of Ecuador, megadiverse country, is justified by the lack of information on biodiversity and the UTN has the responsibility to restore and expand his collection, becoming the leader in the northern part of the country.

Keywords: ZOOLOGICAL COLLECTIONS, FAUNA MUSEUMS, UTN, IBARRA, ECUADOR.

## Introducción

Desde la Antigüedad los museos y colecciones han albergado la memoria de los pueblos. Griegos y romanos fomentaban los debates de sabios y eruditos de la época en los museos, rodeados de magníficas representaciones de su cultura y de objetos y organismos provenientes de la naturaleza. Reyes, nobles y gente de poder favorecieron el surgimiento de lugares para uso privado y público donde poder guardar, exponer y disfrutar de todo tipo de objetos, animales y plantas, exóticos, como la Casa de Fieras de Versailles en tiempos de Luis XIV. Con la Ilustración nacerán dos grandes referentes como son el Museo Británico y el Louvre, pero no será hasta la primera mitad del siglo XX, cuando se desarrollen normativas e instituciones de carácter internacional, tales como el Consejo Internacional de Museos, que agrupa a 36 678 museos del mundo y que regulan la creación y puesta en valor de estos continentes de saberes y memoria colectiva tan importantes para la humanidad (Consejo Internacional de Museos, 2015).

Los museos y colecciones han sido clasificados en diferentes tipologías: museos históricos, museos arqueológicos, museos de técnicas, museos de arte, museos de prehistoria, colecciones numismáticas, museos de ciencias naturales (zoología y botánica) y colecciones científicas, entre otros. Estos tienen como misión contribuir a la educación, al entretenimiento y a la investigación científica. Los dos primeros aspectos son logrados a través de sus exhibiciones, la tercera a través de sus colecciones científicas. Las colecciones científicas pueden estar compuestas de muchos tipos de objetos y especímenes naturales, pero son la fauna, vertebrados e invertebrados, los que conciernen a esta publicación.

Entender la función y la importancia de cualquier colección científica de fauna necesariamente implica entender la relación que tienen estos con la generación y avance del conocimiento científico. Las colecciones son guardas y custodias del registro documental, espacio-temporal más fidedigno, y de fácil acceso, de los organismos de un determinado lugar del planeta Tierra (Provenzano, 2016).

Los esfuerzos de conservación de las especies dependen de un conocimiento preciso de la biodiversidad, así la acumulación y examen de ejemplares de colecciones, preservados apropiadamente y siendo útiles durante siglos, han permitido describir cientos de especies nuevas y revisar y re-estudiar la taxonomía de algunos grupos (Suárez, L. et al., 2001). Un ejemplo de esto es que entre 1980 y 1990, en sólo una década, seiscientas

cincuenta y un (651) especies de aves fueron descritas, gracias a la revisión detallada de ejemplares de colecciones (Bock y Farrand, 1980; Sibley y Monroe, 1990).

Por otro lado, mediante las series de ejemplares de cada especie depositados en distintas colecciones, donde se aprecian las variaciones de fenotipos debidas a la individualidad, sexo, edad, ubicación geográfica o alteraciones ambientales, se elaboran las guías modernas de identificación de especies en el campo y se pueden dilucidar cambios evolutivos en las características de las especies y en el ambiente. Un ejemplo clásico de esto es el estudio de Ratcliffe en 1967, el cual comparó las colecciones antiguas de huevos con las colectas de la época, demostrando que la cáscara se volvía más frágil como consecuencia de los pesticidas organoclorados como el DDT, los cuales impedían la absorción de calcio en las aves. El efecto del DDT había ocasionado un marcado declive de las poblaciones de rapaces y la investigación con especímenes de museo determinó un cambio en las políticas ambientales de la época.

También los esqueletos son muy usados para comparaciones paleozoológicas y para identificación en estudios arqueológicos. Los ejemplares en alcohol son muy usados para el estudio de la musculatura y para análisis taxonómicos. Ramas científicas como la taxonomía, sistemática, zoogeografía, biogeografía, anatomía y morfología comparada, ecomorfología, ontogenia, biología de poblaciones, manejo de vida silvestre, entre otras, utilizan las colecciones biológicas para sus investigaciones.

En Ecuador, aquellas reconocidas Instituciones de Educación Superior, tales como la Escuela Politécnica Nacional (EPN), la Universidad Central (UC), la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE-Q) o la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE), el Instituto de la Biodiversidad, la Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit o el Colegio Mejía han creado y alimentado sus colecciones científicas-biológicas. También en ciudades como Guayaquil, Azuay, Ambato, Salinas o en Galápagos existen colecciones de biodiversidad. Sin embargo, hay algunas colecciones biológicas que permanecen sin registro, sin inventario o sencillamente son desconocidas y más importante aún no existe un inventario, ni una base de datos nacional de biodiversidad que agrupe a todas las colecciones y todos los registros que se tienen en cada colección.

En este trabajo nos hemos propuesto revisar el inventario de los museos y colecciones científicas de vertebrados e invertebrados en el Ecuador y evaluar la importancia de las colecciones científicas para la zona norte de Ecuador, haciendo énfasis en la colección de la UTN.

## Método

Se llevó a cabo una revisión de los artículos publicados sobre las colecciones biológicas, su utilización para la identificación de especímenes y la descripción de nuevas especies en Ecuador. La revisión se llevó a cabo en revistas locales, regionales y en base de datos internacionales (Google académico, Scopus, *Science Direct* y PubMed). Las palabras claves utilizadas fueron Colección(es), Museo(s), Ecuador en español e inglés. Como complemento se hizo una búsqueda a través de internet de las instituciones que tienen Museos y Colecciones biológicas en el Ecuador; se extrajeron los datos de contacto, y se estableció una relación directa para corroborar los datos publicados en revistas o páginas web. La información fue organizada en tablas y se analizaron los resultados haciendo uso de la estadística descriptiva.

## Resultados

En el país, existen, al menos, 39 colecciones de fauna, ubicadas en 11 ciudades per-



tenecientes a 10 provincias, siendo Quito el epicentro con diecisiete de ellas (17; 43,5%), el mayor número en el país, dedicadas a este ámbito (Mapa 1 y Tabla 1). En cuanto a colecciones se refiere, la del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE-Q), cuenta con el mayor número de especímenes, tanto de vertebrados como de invertebrados, siendo la más grande del Ecuador; la colección de Galápagos de la Fundación Charles Darwin sobresales por ser la que mayor número de especímenes posee provenientes de estas islas. Estas dos importantes colecciones albergan buena parte de su información en bases de datos en línea (Brito *et al.*, 2016; Ron *et al.*, 2016; Torres-Carvajal *et al.*, 2016; Fundación Charles Darwin, 2016), aunque en Ecuador parece no existir un proceso nacional de inventario de colecciones biológicas, mucho menos una base nacional de datos de biodiversidad, ni un portal web para consultas. La búsqueda y recopilación de la valiosa información que se presenta en esta publicación ha sido difícil y con seguridad deben existir colecciones que aún deben ser encontradas e incluidas, sobre todo en unidades educativas de nivel medio, incluso universidades fundadas recientemente, Yachay Tech. y el IKIAM, en las cuales se imparte biología y sus colecciones se encuentran en formación.

Las Instituciones de Educación Superior administran 16 (41%) de las 39 colecciones que aquí se presentan, 8 (20,5%) pertenecen a ONG's o fundaciones, 8 (20,5%) a unidades educativas de nivel medio, 5 (12,8%) a instituciones gubernamentales tales como ministerios y a gobiernos autónomos descentralizados (GADs), y finalmente, 2 (5,1%) son colecciones privadas.



**Tabla 1.** Colecciones de fauna reconocidas en este estudio presentes en Ecuador\*

CIUDAD	IES	MUSEOS Y COLECCIONES	NÚMERO DE ESPECÍMENES	DIRECCIÓN Y CONTACTO
AMBATO	Instituto Técnico Superior Bolívar	Museo Héctor Vásquez Salazar	Pielés: 1318 Aves, 372 mamíferos, 57 reptiles y 8 anfibios, 25 peces. Colección húmeda: 202 reptiles, 62 anfibios, 23 invertebrados, 41 cajas entomológicas. Toda la información se está ingresando a un registro de datos en Access y en Excel.	M. Sc. Cristina León, Crissross@yahoo.es Telf. (03) 282-7395, Calle Antonio Sucre y Lalama, Ambato (Tungurahua, Ecuador)
	Universidad Técnica de Ambato	Museo de Ciencias (MCCUTA)	555*	Facultad de Ciencias Agropecuarias, fiagruta@uta.edu.ec, 03-2746151 / 2746171 Colombia 02-11, Ambato (Tungurahua, Ecuador)
	Pontificia Universidad Católica de Ambato	Museo Padre Pedro Porras	Más de 100 ejemplares de aves, mamíferos, reptiles y fetos	Dra. Varna Hernández, vhermandez@pucesa.edu.ec +59332586303; Ext: 126 Av. Manuela Saénz, Ambato(Tungurahua, Ecuador)
CUENCA	Universidad de Azuay	Museo de Zoología MZUA	Colección herpetológica	Dra. Raffaella Ansaloni , rafaella@agilweb.net, ransaloni@uazuay.edu.ec., (593) 4091000 Av. 24 de mayo 7-77, Cuenca (Azuay, Ecuador)
	Colegio Benigno Malo	Museo de Ciencias Naturales Benigno Malo	Alrededor de 2.000 ejemplares. Mamíferos 21 ejemplares; Aves 62; Reptiles 16; Peces 17; Fauna marina 84 Restos fósiles de mastodonte, caballos y ciervos ya extintos (Sociales ,2012; (Viajando, 2016)	+593 7-282-8202, Avenida Fray Vicente Solano 2-58, Cuenca (Azuay, Ecuador)
	Museo de Esqueletología "Doctor Gabriel Moscoso"	Museo de Esqueletología "Doctor Gabriel Moscoso"	150 especímenes entre peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos nativos; animales domésticos y un elefante africano, además de un cráneo humano de la cultura Nario (Ubicacuena, 2016).	Bolívar 6-57 & Borrero, Cuenca (Azuay, Ecuador)
GUAYAQUIL	Universidad Estatal de Guayaquil	Museo de Ciencias Naturales	Aves: 2.548, Mamíferos: 305, Reptiles: 363, Peces: 821, Anfibios: 110, Invertebrados: 15.300 (Macías, 2016)	Roger Jacinto Macías Naranjo, Director del Museo, maciasroger@yahoo.com Félix Man-Ging F., Custodio de Colecciones, mangingf@yahoo.com Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil (Guayas, Ecuador)
	Colegio Nacional Vicente Rocafuerte	Museo Francisco Campos	Cierta cantidad de animales en seco (mamíferos, aves...). En fase de recuperación.	+(593) (4) 2450779 José Velez Villamar 2203, Guayaquil (Guayas, Ecuador)
	Museo Municipal de la Ciudad	Pabellón de Historia Natural	Una colección de más de 30.000 insectos, 3.000 especies de animales. Fósiles de especímenes del Ecuador prehistórico (García, A., 2016)	info@museodeguayaquil.com +(593-4) 2594800 ext. 7402 - 7403 Sucre entre Chile y Pedro Carbo, Sucre, Guayaquil (Guayas, Ecuador)
IBARRA	Unidad Educativa Experimental Teodoro Gómez de la Torre	Museo de Zoología	Aproximadamente 250 especies. Base de datos en elaboración.	+593 6-295-0491, Av. Teodoro Gómez 3-101 y Maldonado, Ibarra (Imbabura, Ecuador)
	Universidad Técnica del Norte	Colección de vertebrados e invertebrados	Colección en revisión de 14 peces, 3 anfibios, 16 reptiles, 29 aves, 23 mamíferos, y alrededor de 100 invertebrados.	Galo Pabón y Fernando Nicolalde, gpabon2000@yahoo.com, Sede Central de la UTN, Av. 17 de Julio, Ibarra (Imbabura, Ecuador)
LOJA	Universidad Técnica Particular de Loja.	Museo MUTPL	La colección alberga aproximadamente 119,800 insectos preparados en alfileres entomológicos, e insectos y otros artrópodos preservados en alcohol. La colección en seco tiene aproximadamente 19.760 especímenes montados en alfileres que pertenecen a 15 órdenes y a más de 100 familias. La colección preservada en alcohol incluye alrededor de 100.000 invertebrados pertenecientes a diferentes órdenes (Paucar-Cabrera, A., 2016)	Línea Gratuita: 1800 8875 8875- San Cayetano Alto (Loja, Ecuador)

MACHALA	Museo Marino	Museo Marino	Cuenta con al menos 7 mil piezas de diferentes especies (Viva Travel Guides, 2016).	Islas Jambelí (El Oro, Ecuador)
	Museo Marino Puerto Bolívar	Museo Marino Puerto Bolívar	5 mil piezas marinas (Viva Travel Guides, 2016).	geomertierramar741@hotmail.com, +593-9-383-6307, Puerto Bolívar (El Oro, Ecuador)
PUERTO AYORA	Fundación Charles Darwin	Colección de Invertebrados Terrestres (ICCDRS)	Base de datos en línea con un número total de nombres de especies de 10.126 y 97.877 muestras únicas. <a href="http://darwinfoundation.org/datazone">http://darwinfoundation.org/datazone</a>	Patricia Jaramillo, cdrs@fcdarwin.org.ec, +593 5 2526146/2527013 Puerto Ayora., Santa Cruz (Galápagos, Ecuador).  Quito: +(593) 2 231 174 - 2 529 345, Francisco Andrade e6-122 y Av. Eloy Alfaro. Dpto A primer piso (Sector Parque La carolina)
		colección de invertebrados marinos (MCCDRS)		
		Colección de Vertebrados (VCCDRS)		
PUNTA BLANCA	Colección Privada del Ex presidente Gustavo Noboa Bejarano	Museo Particular	Colección de 2500 conchas y caracoles	Punta Blanca (Santa Elena, Ecuador)

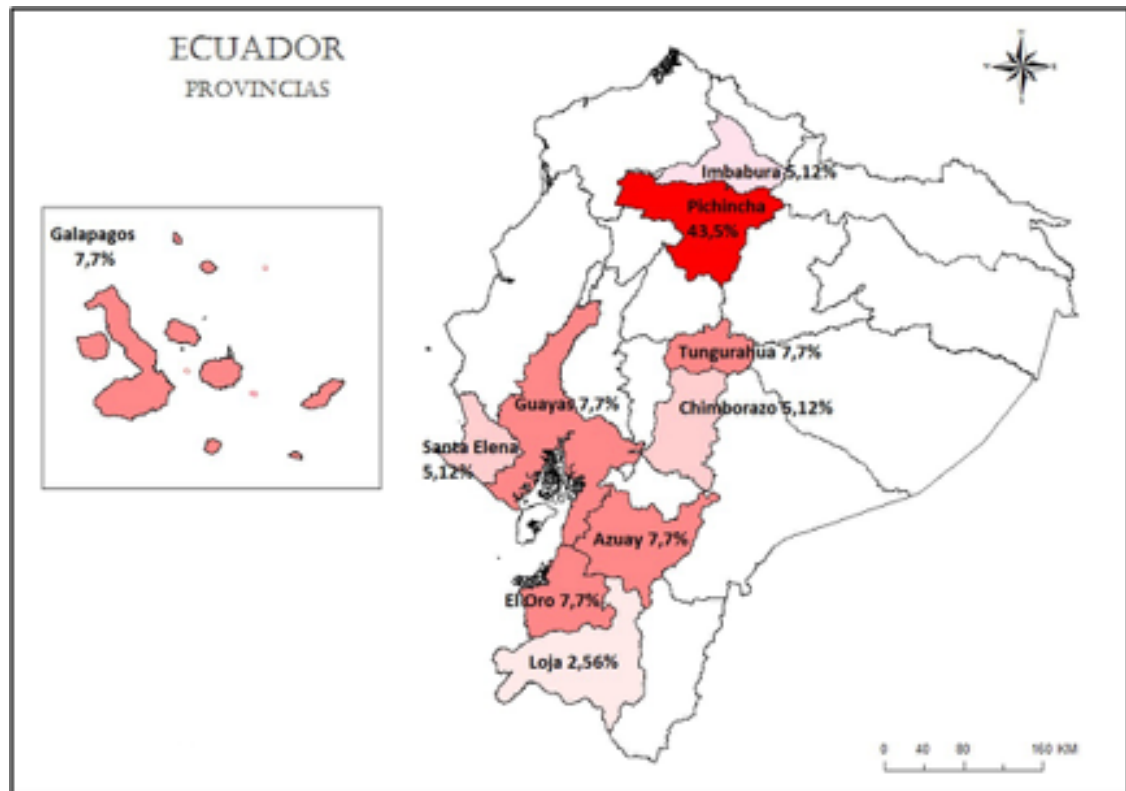
	Instituto Superior Salesiano	Museo Amazónico	Muestras de flora y fauna de la Cordillera Oriental y de la Región Amazónica Catálogo: <a href="https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/10612/Cat%C3%A1logo%20Museo%20amaz%C3%B3nico.pdf?sequence=1">https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/10612/Cat%C3%A1logo%20Museo%20amaz%C3%B3nico.pdf?sequence=1</a>	(02) 223-6175, Pte. Wilson, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Universidad San Francisco	Museo Universitario (Vertebrados)	7600*	+593 2 297 1700, Diego de Robles y Vía Interoceánica, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Escuela superior Politécnica del Ejército (ESPE)	Museo de Investigaciones Zoológica (MIZI)	¿?	Wilmer E. Pozo R., weposo@espe.edu.ec Hacienda El Prado, Valle de los Chillós, Campus IASA, Sangolquí / Quito (Pichincha, Ecuador)
	Instituto Nacional de Biodiversidad	Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN)	Verte 42023* Inv 59227*	Jorge Brito, jorgeyakuma@yahoo.es Rumipamba 341 y Av de los Shyris, Parque La Carolina, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Escuela Politécnica Nacional	Museo de Historia Natural Gustavo Orcés V. (MHNGO)	Vert 55259* Invert 79357*	Pablo Moreno, Pabmore78@yahoo.com Ladrón de Guevara E11-253/ Bajos del teatro Politécnico, Quito (Pichincha, Ecuador)
		Instituto de Ciencias Biológicas	La colección de <b>mamíferos</b> cuenta con numerosos especímenes en seco (pieles) y en alcohol (individuos completos). También cuenta con una colección osteológica y de tejidos para estudios moleculares. En <b>aves</b> más de 1000 pieles de 470 especies ubicadas en 10 estantes, se posee una pequeña colección osteológica, contenidos estomacales preservados en alcohol y una colección de sonidos de aves digitalizados. La colección <b>herpetológica</b> conservada asciende aproximadamente a 15.000 ejemplares. La colección de <b>invertebrados</b> cuenta con más de +1000000 de especímenes, de los cuales 10.000 se encuentran en colecciones en seco. En la colección húmeda se hallan +100 lotes con especímenes resultantes de estudios de fumigación y +1000 especímenes resultantes de estudios de macroinvertebrados acuáticos (Escuela Politécnica Nacional, 2016).	Instituto de Ciencias Biológicas. eugenia.pinto@epn.edu.ec 022-976-300 Ext. 6001 Quito (Pichincha, Ecuador)
	Fundación Herpetológica Gustavo Orcés	Fundación Herpetológica Gustavo Orcés	12000*	María Elena Barragán, Presidenta de la Fundación Herpetológica Gustavo Orcés Av. Amazonas No. 3008 y Rumipamba (dentro del Parque De La Carolina), (Vaca Guerrero, J. E., 2012)
	Instituto Nacional Mejía	Museo de Ciencias Naturales MCN	¿?	+ (593) (2) 2565818 marsusy@live.com, Av. Luis Vargas Torres 898, Quito (Pichincha, Ecuador) (Vaca Guerrero, J. E., 2012)



QUITO	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Museo de zoología QCAZ	Base de datos en línea con un número de mamíferos de 425 especies, 15600 especímenes, 6715 muestras de tejidos (Fauna Web Ecuador, 2016); aves con 695 especies, 3000 especímenes y 1200 tejidos; reptiles con 453 especies, 11000 especímenes y 4500 tejidos (Torres-Carvajal, Salazar-Valenzuela, Merino-Viteri, Nicolalde, 2016); anfibios con 577 especies, 53000 especímenes y 22200 tejidos (Ron <i>et al.</i> , 2016); además cuenta con un banco de genoma con 38000 muestras de vertebrados y 6715 especies de tejidos preservados. Por otro lado, posee una colección de invertebrados con un número superior a 2000000 de ejemplares (Museo de Zoología Invertebrados QCAZ, 2016). Los registros geográficos de la base de datos provienen de los especímenes depositados en la colección del Museo de Zoología QCAZ y de la literatura científica	Santiago F. Burneo / M <sup>o</sup> Alejandra Camacho sburneo@puce.edu.ec y macamachom@puce.edu.ec Av. 12 de Octubre y Roca, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Universidad Central del Ecuador	Museo de Zoología	1654*	Dr. Eduardo Aragón, PhD, Decano, (593)(02) 256 6160, Jerónimo Leiton s/n y Gatto Sobral, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Fundación Biblioteca Ecuatoriana Aurelio Espinoza Pólit	Colección de Mariposas	203.042 ejemplares (Biblioteca Ecuatoriana Aurelio Espinoza Polit, 2016)	beaep@hotmail.es, 022 491-156 / 022 491-157 Cotocollao, José Nogales N69-22 y Francisco Arcos, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Colegio Militar Eloy Alfaro	Museo del Colegio Militar Eloy Alfaro	¿?	webmaster@comil.edu.ec, (593) 2 2547614, Av. Orellana y Amazonas, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Centro Jambatu de Investigación y Conservación de Anfibios	Colección de Anfibios	En el Museo del Arca de los Sapos se almacenan: Animales enteros en etanol 75% Huevos y renacuajos en formol 10%, esqueletos en glicerina, tejidos en etanol 99% (criopreservados), pieles (lío filizadas)	Luis A. Coloma, centrojambatu@otonga.org, (02) 286-9688, Giovanni Farina, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Universidad Tecnológica Indoamericana	Museo (MUZUTI)	8186*	admission@uti.edu.ec, (+593)2 3826 970 / 3826 971 3826 972 ext. 301, 302 Machala y Sabanilla, Quito (Pichincha, Ecuador)
	Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública	Colección Nacional de Referencia de Artrópodos Vectores	¿?	Varsovia Enid Cevallos Viteri, vcevallos@inspi.gob.ec, (+593) 999 197 839, Iquique N14-285 y Yaguachi, Sector El Dorado, Quito (Pichincha, Ecuador) (Centro de Investigación y Referencia de Vectores INSPI, 2016)
	Fundación Mundo Juvenil	Museo Ecuador Megadiverso	18 especímenes de mamíferos, 100 de aves, 3 reptiles, 2 anfibios y unos pocos invertebrados	webmaster@mundojuvenil.org, 224 4314/332 5836 / 333 0414, Av de los Shyris y Pasaje Rumipamba (Parque la Carolina), Quito (Pichincha, Ecuador)
	Colegio Experimental Juan Montalvo		16 especímenes de mamíferos, 40 de aves, 9 de reptiles, 3 de peces y unos pocos invertebrados	Dra. Martha Pomocena Lozano Heredia, info@yogobierno.ec, 099 010 9565, Ciudadela Universitaria (Universidad Central), Quito (Pichincha, Ecuador)
Unidad Educativa Municipal Sebastián de Benalcázar		22 especímenes 28 de aves, 4 de reptiles, 2 de anfibios, 14 de peces, 1000 invertebrados	+ (593-2) 2435313 Av. 6 de Diciembre e Irlanda N° E-1077 Quito (Pichincha, Ecuador)	
RIOBAMBA	Colegio Pedro Vicente Maldonado	Museo de Ciencia	Sección ecología y ciencias naturales, centro de documentación ecológica. animales embalsamados. Animales de Chimborazo, sierra y oriente (Gualli, 2013)	098 723 4466, Primera Constituyente y Larrea, Riobamba (Chimborazo, Ecuador)
	Escuela Superior Politécnica del Chimborazo	Vertebrados	20000*	+ 593(03) 2998-200, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba (Chimborazo, Ecuador)
SALINAS	Museo de Ballenas	Museo de Ballenas	4 especies de ballenas grandes, 10 especies de delfines y ballenas dentadas, 3 especies de lobos marinos, y numerosas muestras de otros taxa marinos (aves, peces, mandíbulas de calamares, etc.), contenidos estomacales, parásitos, etc.	Ben Haase bhaase2012@gmail.com, + (593) (04) 277 83 29 y 277 73 35 Av General Enriquez Gallo 11-09, calles 47-50, Barrio Carbo Viteri, (Santa Elena, Ecuador)

\*Estos datos pertenecen a la revisión realizada por Segovia-Salcedo, C., Carrasco, L. y Acosta-Buenaño, N. (2015)





**Figura 1.** Mapa mostrando el porcentaje de colecciones biológicas de fauna por Provincia en Ecuador

En el caso de la Universidad Técnica del Norte (UTN) se dispone de una pequeña colección cuyo inventario se describe en la tabla 2 y que a grandes rasgos cuenta 85 especies de vertebrados y aproximadamente 300 especímenes de invertebrados. A través de un proyecto enmarcado en los fondos concursables de la universidad y de su Centro Universitario de Investigaciones, Ciencia y Tecnología (CUICYT) un grupo multidisciplinario de profesionales pretendemos rescatar, restaurar, ampliar, catalogar, generar investigación y difundir dicha colección, además de establecer una red de contactos con las otras instituciones ya citadas y que posibilite un enriquecimiento mutuo.

**Tabla 2.** Ejemplares de fauna existentes en la colección de la UTN

Mamíferos	7	23	?
Aves	11	29	?
Reptiles	3	16	?
Anfibios	1	3	?
Peces	6	14	?
Invertebrados (entomología)			300

## Discusión

Ecuador es un país megadiverso, que ocupa, a nivel mundial, el primer lugar en número de vertebrados por superficie y tercer lugar por el número de especies de plantas (17 748), posee el 18% de todas las especies aves (1 616) y el 10% de todas las especies

de anfibios (421) del mundo (Mittermeier y Goettsch, 1992) entre otras, pero tiene un número muy reducido de colecciones biológicas y muchas de ellas están dedicadas principalmente a exhibición.

Si comparamos con los grandes museos de ciencias naturales del mundo podemos hacernos una idea aproximada tanto de la importancia de estas colecciones como de la poca relevancia científica que se le ha dado en Ecuador. Por aportar unos pocos datos a la discusión, el Museo de Historia Naturales Americano en Nueva York cuenta con 500.000 especies de invertebrados y 35.000 de vertebrados, representados por 24.000.000 y 3.500.000 especímenes respectivamente; el Museo de Historia Natural de Londres posee 80.000.000 de especímenes del mundo, 29.000.000 en el área de zoología y 34 millones de invertebrados recolectados durante 300 años; si nos referimos a Latinoamérica el Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBio) tiene la segunda colección biológica más grande de Latinoamérica, con más de 3,5 millones de especímenes. Su labor es encomiable puesto que se encuentra totalmente digitalizada y ha generado, a través de las investigaciones derivadas más de 2.500 artículos. Ha sido visitado por investigadores de 125 países y establecido 316 convenios que ha conformado una red de conocimiento a escala mundial. Cada espécimen de esta institución tiene un código de barras que corresponde a un registro en una base de datos de cómo se le llama, dónde fue colectado, quién lo colectó, fecha, la localidad, las condiciones (Fonseca, 2015).

Centrándonos en el caso de Ecuador, tras hacer este breve repaso por algunos ejemplos significativos a nivel mundial y de Latinoamérica, reconocemos que sólo 10 de las 24 provincias cuentan con colecciones de fauna, y estas son principalmente, las provincias de la sierra y la costa sur, zonas donde reside el mayor número de la población urbana, siendo Quito el núcleo que contiene el mayor número de colecciones de vertebrados e invertebrados del país (17) y es la colección del Museo de Zoología (QCAZ) de la Pontificia Universidad Católica (PUCE) el que alberga una mayor cantidad de especímenes (alrededor de 65.000 de vertebrados y 2.000.000 de invertebrados) a mucha distancia de las otras existentes.

Parecería que es la zona norte de Ecuador y las provincias amazónicas, las más carente de colecciones y museos dedicados a la biodiversidad ecuatoriana.

La Universidad Regional Amazónica IKIAM comienza a suplir las carencias de colecciones en el oriente, y conocemos sus vínculos con la PUCE y su Museo de Zoología.

En la zona norte hemos reconocidos a la unidad educativa Teodoro Gómez de la Torre y la Universidad Técnica del Norte con colecciones ya establecidas y a Yachay Tech. con un proyecto de creación de la misma.

La Universidad Técnica del Norte (UTN) es el eje vertebrador de la cultura y estudios de biodiversidad, en la Zona Norte de Ecuador y ya es un referente en la investigación a nivel país, y en proceso de serlo a nivel internacional, por lo que debe ser la institución que genere este tipo de propuestas a través de sus profesionales cualificados para seguir abriéndose no sólo a Ibarra, también al país.


El número de especímenes con que cuenta es ínfimo si lo comparamos con la PUCE y no ya con las otras instituciones ya mencionadas de Costa Rica, Inglaterra o Estados Unidos, pero ello no debe ser motivo para infravalorar las posibilidades que una colección completa de fauna puede ser importante para generar investigación.

Dentro de la megadiversidad ecuatoriana, la zona norte cuenta con los páramos de frailejones y los bosques pluviales montanos bajos de los Andes (Josse, Mena y G. Medina, 2000), los cuales son ejemplos de ecosistemas únicos en el Ecuador, que deberían explorarse para completar las colecciones y el conocimiento de las especies aún sin identificar o catalogar.

## Conclusiones

Aunque actualmente existen muchas críticas y limitaciones a las colectas de especímenes y se considera que las interrogantes tradicionales sobre la biodiversidad por las cuales se desarrollaron las colecciones científicas parecen totalmente respondidas, las colecciones existentes hoy en día cobran mayor importancia, y en el Ecuador se justifican por la falta de información sobre la biodiversidad, teniendo la UTN la posibilidad de ser el referente en este ámbito.

## Recomendaciones

Incentivar la formulación de proyectos de investigación y desarrollo que permitan suplir las carencias detectadas en esta revisión. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biblioteca Ecuatoriana Aurelio Espinosa Polit (2016) Mariposas del Ecuador. Quito. Fundación Biblioteca Ecuatoriana Aurelio Espinosa Polit (<https://goo.gl/EFjo28>)
- Bock, W. J. y J. Farrand. (1980) The number of species and genera of recent birds: a contribution to comparative systematics, *American Museum Novitates*, 2703, 1-29
- Brito, J., Camacho, M. A., Vallejo, A. F. (2016). *MammaliaWebEcuador*. Version 2016.0. Quito, Ecuador: Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://goo.gl/BpNpjt>)
- Centro de Investigación y Referencia de Vectores INSPI (2016) ¿Quiénes somos?. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (<https://goo.gl/hgUAXn>)
- Consejo Internacional de Museos (ICOM) (2015) Informe anual. Recuperado de <https://goo.gl/RKCNKe>
- Escuela Politécnica Nacional (2016). Instituto de Ciencias Biológicas. Quito: Escuela Politécnica Nacional (<https://goo.gl/PoefSC>)
- Fauna Web Ecuador (2016) La Enciclopedia Virtual de la Fauna del Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://goo.gl/Jh4VVI>)
- Fonseca, P. (2015). INBio, uno de los principales centros de estudio de biodiversidad en Latinoamérica, se desmorona. *Scientific American*. (<https://goo.gl/2e7uOp>)
- Fundación Charles Darwin (2016) Datazone. Puerto Ayora, Ecuador (<https://goo.gl/fKW293>)
- García, A. (2016) Museo Municipal de Guayaquil tendrá nuevo pabellón de Historia Natural. Quito, Ecuador (<https://goo.gl/USxlv5>)
- Gualli, D. (19 de junio de 2013) Museo de Ciencias Naturales. [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://goo.gl/BWNrbm>
- Josse, C., P. A. Mena y G. Medina (Eds.) (2000) *La Biodiversidad de los Páramos*. Quito, Ecuador: Serie Páramo 7. GTP/Abya Yal
- Macías, R. J. (10 de octubre de 2016) Museo. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil (<https://goo.gl/PcHa61>)
- Mittermeier, R. C. Goettsch y Robles Gil P. (1997). *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo*. México D.F., México: Cemex
- Museo de Zoología Invertebrados QCAZ (2016) Base de Datos de la Sección Invertebrados del Museo de Zoología. Quito, Ecuador: Museo de Zoo-

- logía, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://goo.gl/LWrvkd>)
- Paucar-Cabrera, A., (2016) Colección de Invertebrados Sur de Ecuador. Loja, Ecuador: Museo de Colección de la Universidad Particular de Loja (<https://goo.gl/wYNjBR>)
- Paucar-Cabrera, A., D. Marín Armijos, C. Zaragoza, A. Castro y D. S. Maldonado R. (2014). CISEC, the Insect Collection of Southern Ecuador. Scarabs Newsletter 75, 7-11
- Provenzano, F. (2016). Claves para el manejo adecuado de una colección de historia natural. En D. Tirira et al. (Comité Organizador). I Congreso Nacional de manejo de vida silvestre y II simposio ecuatoriano sobre el manejo de colecciones científicas. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador
- Ratcliffe, D.A. (1968). Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. *Nature* 215: 208-21
- Rivera-Parra, P. y Burneo, S.F. (2013). Primera biblioteca de llamadas de ecolocalización de murciélagos del Ecuador. *THERYA*, 4(1):79-88. doi: 10.12933/therya-13-104
- Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. (2016), AmphibiaWebEcuador. Version 2016.0. Quito, Ecuador: Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://goo.gl/guEdSk>)
- Segovia-Salcedo, C., Carrasco, L. y Acosta-Buenaño, N. (2015). Las colecciones biológicas: Los tesoros escondidos de un país megadiverso. *Revista ecuatoriana de medicina y ciencias biológicas* 36 (2), 83-88
- Sibley, G. y Monroe, B.L. (1990) *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Sociales (2012) El museo del Benigno Malo custodia parte de la historia. Cuenca, Ecuador: El Mercurio (<https://goo.gl/e670KD>)
- Suárez, L. et al. (2001) *Aspectos institucionales relacionados con el manejo de la biodiversidad*. En C. Josse (Ed.), *La Biodiversidad del Ecuador*. Informe 2000, (pp.229-262). Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y UICN
- Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela, D., Merino-Viteri, A. y Nicolalde, D.A. (2016) ReptiliaWebEcuador. Versión 2016.0. Quito, Ecuador: Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (<https://goo.gl/Y7oVuH>)
- Ubicacuena (10 de octubre de 2016) Museo de Esqueletología. Museo Científico. Ubicacuena: Cuenca, Ecuador (<https://goo.gl/fqVQiH>)
- Vaca Guerrero, J. E. (2012) Biogeografía del género *Bothrocophias* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae), mediante modelamiento de nicho ecológico (Tesis de Pregrado). Universidad Central: Quito
- Viajandox (10 de octubre de 2016) Museo de Ciencias Naturales y Arqueología. Viajandox: Ecuador (<https://goo.gl/mGD8Ad>)
- Vinueza, D. (2016) Conservación, investigación y descubrimientos tienen su espacio en el Museo de Zoología de la PUCE. Quito, Ecuador: Andes, Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. <https://goo.gl/UZYwyL>
- Viva Travel Guides (10 de octubre de 2016) Museo Marino. Viva Travel Guides. <https://goo.gl/7rm0hK>
- Winker, K. (2004) Natural History Museums in a Postbiodiversity era. *Bioscience* 54(5):455-45



# COLOQUIO IX: FÍSICA Y MATEMÁTICAS

*La  
Ciencia  
se  
viste  
de gala*

**UTN**  
Creando CIENCIA.  
construyendo SUEÑOS

**30**  
*años*  
*de Historia*

# Transferencia de información en redes basada en modelado

Dr. Pedro García, MSc. Leuber Rosa, MSc. José Chiza, MSc. Pablo Méndez,  
MSc. Claudio Otero, MSc. Yasmany Fernández, MSc. Alfredo Silva

Profesores Investigadores de la Universidad Técnica del Norte. FICA

Dra. Rosa Mujica

Universidad Central de Venezuela

pgarcia@utn.edu.ec

## RESUMEN

---

En este trabajo se presenta una estrategia para aproximar las densidades de probabilidad condicional, necesarias para la determinación del flujo de información entre elementos de redes complejas. El esquema está basado en la estimación de la relación causa-efecto entre dichos elementos, usando modelos de las series temporales asociadas a la evolución de los componentes del sistema. La estrategia no requiere la discretización del espacio de estados, necesario en caso del cálculo directo de las probabilidades usadas en la estimación de la transferencia de información, por lo que presenta un costo computacional menor. Su desempeño es mostrado usando datos producidos por simulaciones numéricas y por sistemas caóticos reales. Los resultados presentados, parecen ser de utilidad en el diseño de estrategias de control, en el caso de sistemas conformados por varias partes.

Palabras Clave: TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN, SISTEMAS COMPLEJOS, MODELOS NO LINEALES

## ABSTRACT

---

### Information Transfer through Networks based on Modelling

This paper presents a strategy to estimate the conditional probability densities necessary for determining the cause-effect relationship between components of complex systems. The scheme estimates the information transfer between these components using predictions of the evolution of the subsystems. The method, do not require discretization of the state space necessary in the direct calculation of probabilities in continuous signals. The performance of the strategy is shown using data produced by numerical simulations and experimental data from chaotic systems. The results appear to be useful in the design of control strategies, in the case of systems formed by several parts.

Keywords: INFORMATION TRANSFER, COMPLEX SYSTEMS, NONLINEAR MODELS.

## Introducción

Definiremos un sistema dinámico complejo como un grafo, donde los nodos son los subsistemas que lo componen y los vértices sus interacciones, con características estructurales ausentes en redes totalmente regulares o totalmente aleatorias en sus acoples. Estos sistemas sirven de modelos para un sinnúmero de fenómenos, cuyas dinámicas resulta de interés caracterizar y eventualmente controlar, tales como: epidemias, incendios forestales, propagación de rumores, mercadeo, redes de transmisión de energía eléctrica o redes de transporte de alimentos, entre otros.

Por esa razón, el establecimiento de una relación de causa-efecto entre las partes de un sistema dinámico de este tipo, es un problema de gran interés práctico en áreas que van desde la economía a la medicina. En el caso particular de la Ingeniería, el problema de control de sistemas multicomponentes, ofrece un ejemplo resaltante, donde la determinación de relaciones de causalidad entre los subsistemas, permite determinar los sitios donde resulta más efectiva la aplicación del control (Liu, et. al. 2011).

Entre los esquemas dedicados a determinar la relación causal o la direccionalidad del acople entre pares de sistemas, ver por ejemplo: (Bezruchko, 2003), (Zhu et. al. 2004) y (Schultz et. al. 2013), resaltan dos extremos; uno está dado por una aproximación determinista a la solución del problema llamada Causalidad de Granger (Granger, 1969) y el otro es representado por los esquemas basados en teoría de información, representados por la transmisión de información de Schreiber (Schreiber, 2000).

En el método de Granger, dadas dos sucesiones de valores de las variables de estado de cada uno de los subsistemas  $\{x\}_{i=1}^N$  e  $\{y\}_{i=1}^N$ , medidas simultáneamente y a intervalos de tiempo regulares, organizadas de la siguiente manera  $\mathbf{x}_k = (x_k, x_{k+1} \dots x_{k+m-1})$ ,  $\mathbf{y}_k = (y_k, y_{k+1} \dots y_{k+m-1})$ . Modeladas de forma que:

$$\begin{aligned} x &= W_{11}\mathbf{x} + W_{12}\mathbf{y}, & x &= V_1\mathbf{x}, \\ y &= W_{21}\mathbf{x} + W_{22}\mathbf{y}, & y &= V_2\mathbf{y}. \end{aligned}$$

Donde,  $\{W\}$  y  $\{V\}$  son vectores reales, tetra y bidimensionales respectivamente, que pueden ser estimados partir de los datos, usando la estrategia de mínimos cuadrados.

Llamemos ahora  $e_{xy}$ ,  $e_{yx}$ ,  $e_x$  y  $e_y$  a los errores de predicción de los modelos, definidos como las varianzas de  $x - W_{11}\mathbf{x} + W_{12}\mathbf{y}$ ,  $y - W_{21}\mathbf{x} + W_{22}\mathbf{y}$ ,  $x - V_1\mathbf{x}$  e  $y - V_2\mathbf{y}$

, respectivamente. De esta manera, llamando  $c_1 = e_x - e_{xy}$ ,  $c_2 = e_y - e_{yx}$ , es posible definir un índice de direccionalidad del acople  $D$ , como:

$$D = \frac{c_2 - c_1}{c_2 + c_1}$$

Es fácil notar que este índice varía desde 1 en el caso de acople unidireccional de  $x$  a  $y$ , a  $-1$  en el caso de acople unidireccional de  $y$  a  $x$ , con todos los valores intermedios en el caso de acople bidireccional.

El uso de este esquema en el caso de subsistemas no lineales conduce a conclusiones erradas. Este problema es subsanado en Ancona, et. al. (2004) donde un modelo no lineal es realizado usando funciones de base radial.

Por otra parte, en (Schreiber, 2000) se propone un método, para estimar la transmisión de información basada en las observaciones de las series de tiempo asociadas a los elementos del sistema y la teoría de información, específicamente en la definición de información de Shannon (Shannon, 1948):

$$h = \sum_{n=1}^N P(x_n) \text{Log}_2(P(x_n))$$

Para introducir el concepto, supongamos que se miden los estados instantáneos de dos sistemas dinámicos y definamos la tasa de entropía como la cantidad de información adicional que se requiere para representar el valor de la siguiente observación de uno de los sistemas:

$$h_1 = - \sum_{n=1}^N P(x_{n+1}|x_n, y_n) \text{Log}_2(P(x_{n+1}|x_n, y_n))$$

Supongamos que el valor de la observación  $x_{n+1}$  no fue dependiente de la observación actual de  $y_n$ :

$$h_2 = - \sum_{n=1}^N P(x_{n+1}|x_n, y_n) \text{Log}_2(P(x_{n+1}|x_n))$$

Ahora, la cantidad  $h_1$  representa la tasa de entropía para los dos sistemas y  $h_2$  representa la tasa de entropía suponiendo que  $x_{n+1}$  es independiente de  $y_n$ . Así, obtenemos transferencia de entropía como:

$$T_{x \rightarrow y} = \sum_{n=1}^N P(x_{n+1}, x_n, y_n) \text{Log} \left( \frac{P(x_{n+1}|x_n, y_n)}{P(x_{n+1}|x_n)} \right),$$

$$T_{y \rightarrow x} = \sum_{n=1}^N P(y_{n+1}, x_n, y_n) \text{Log} \left( \frac{P(y_{n+1}|x_n, y_n)}{P(y_{n+1}|y_n)} \right). \quad (1)$$

Donde  $P(\cdot, \cdot)$  y  $P(\cdot | \cdot)$  son las probabilidades conjunta y condicional de la ocurrencia del estado  $x$  o  $y$  de los sistemas.

La determinación del flujo de información (1) requiere el cálculo de las probabilidades asociadas a transición entre estados de cada subsistema y esto a su vez requiere el pre procesamiento (reticulado o *coarse graining*) de las series de tiempo asociadas a ambos sistemas, lo que representa un gran costo computacional. Este costo aumenta considerablemente cuando estas cantidades deben ser calculadas para todos los pares de elementos de un sistema extenso.

En este trabajo se propone, una estrategia para estimar las probabilidades condicionales, sin necesidad de recurrir al reticulado, basado en el modelado local de la evolución de los subsistemas. El carácter local del modelado propuesto, minimiza el costo computacional de la estimación de las densidades de probabilidad necesarias. La estimación de estas densidades permite usar la estrategia propuesta por Schreiber para calcular la transferencia de información entre las señales.



## Materiales y métodos

La transferencia de información de Schreiber puede ser escrita en términos de probabilidades condicionales y marginales como:

$$I_{x \rightarrow y} = \sum_{n=1}^N P(x_{n+1}|x_n, y_n)P(x_{n+1}|y_n)P(x_n) \text{Log} \left( \frac{P(x_{n+1}|x_n, y_n)}{P(x_{n+1}|x_n)} \right),$$

$$I_{y \rightarrow x} = \sum_{n=1}^N P(y_{n+1}|x_n, y_n)P(y_{n+1}|x_n)P(y_n) \text{Log} \left( \frac{P(y_{n+1}|x_n, y_n)}{P(y_{n+1}|y_n)} \right). \quad (2)$$

De manera directa, las densidades de probabilidad, condicionales en (2), pueden ser estimadas mediante un reticulado del espacio de estados y un posterior conteo del número de puntos  $n_i$  contenidos en cada elemento de retícula. De manera que la probabilidad de ocurrencia del estado sería  $\frac{n_i}{N}$ , donde  $N$  es el número total de datos medidos. Esta estrategia presenta un costo computacional elevado en el caso en el que la dimensión del espacio de estados no es pequeña.

En este trabajo se presenta un esquema para estimar las densidades de probabilidad condicionales, basado en modelos predictivos de las señales. Así, dada una señal multivariada  $\{\mathbf{z}_i\}_{i=1}^N$ , que por simplicidad supondremos bivariada de componentes  $\mathbf{z}_i = (z_i, z_{i-1})$  y provenientes del sistema dinámico  $\mathbf{z}_{n+1} = f(\mathbf{z}_n)$ , puede construirse a partir de estas señales un modelo aproximado de  $f$ , a partir de las señales medidas. Así, dado el estado  $i$ -ésimo valor de los datos  $\mathbf{z}_i$  y un conjunto de los  $m$  estados más cercanos  $\{\mathbf{z}_c^{(j)}\}_{j=1}^m$ , desarrollemos  $f$  en serie de Taylor, hasta el primer orden de aproximación, alrededor del estado más cercano a  $\mathbf{z}_i$  ( $\mathbf{z}_c^{(1)}$ ),

$$\mathbf{z}_{i+1} \cong f(\mathbf{z}_c^{(1)}) + Df(\mathbf{z}_c^{(1)}) \cdot (\mathbf{z}_i - \mathbf{z}_c^{(1)})$$

y tratemos de predecir  $\mathbf{z}_{i+1}$ . Aquí,  $Df(\mathbf{z}_c)$  es la matriz Jacobiana de  $f$ .

De esta manera, en orden cero de aproximación la evolución del estado  $i$ -ésimo está dado por  $f(\mathbf{z}_c^{(1)}) = \mathbf{z}_{c+1}^{(1)}$ , esto es, el vector que resulta de la evolución del vecino más cercano a  $\mathbf{z}_i$ .

Con esto en mente es posible establecer una relación entre las densidades de probabilidad condicionales y los errores de predicción asociados al modelo. Así, dado el  $\mathbf{z}_i$  y su evolución  $\mathbf{z}_{i+1}$  es posible relacionar los valores máximo y el mínimo de la probabilidad condicional  $P(\mathbf{z}_{i+1}|\mathbf{z}_i)$ , con el mínimo error  $|\mathbf{z}_{i+1} - \mathbf{z}_{c+1}^{(1)}|$  y el máximo error  $|\mathbf{z}_{i+1} - \mathbf{z}_{c+1}^{(m)}|$  que se comete al modelar  $f$  en orden cero de aproximación, si suponemos alguna distribución de los errores antes mencionados alrededor de la observación  $\mathbf{z}_{i+1}$ . En el caso en que suponemos una distribución Gaussiana:

$$P(\mathbf{z}_{i+1}|\mathbf{z}_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\mathbf{z}_{i+1} - f(\mathbf{z}_i))^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Donde  $f(\mathbf{z}_i) \cong \mathbf{z}_{c+1}^{(1)}$ , y  $\sigma$  representa la desviación normal de los errores de predicción. Una vez aproximadas estas densidades de probabilidad condicionales, es posible estimar la transferencia de información propuesta por Schreiber.

## Resultados

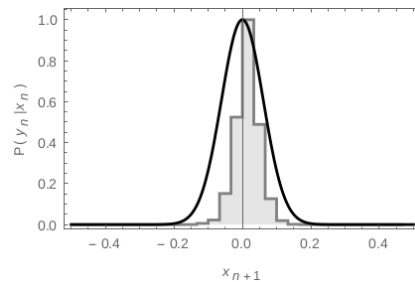
Con el fin de mostrar el desempeño de la estrategia, dividiremos el reporte de nuestros resultados en dos casos: resultados usando datos provenientes de simulaciones numéricas y resultados usando datos reales.

(a) En el caso de datos simulados generados por una red de dos mapas Logísticos acoplados,  $f(x_n) = 4x_n(1 - x_n)$ , en régimen caótico,

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1 - \varepsilon)f(x_n) + \varepsilon (y_n - x_n) \\ (1 - \mu)f(y_n) + \mu (x_n - y_n) \end{pmatrix} \tag{4}$$

Aquí,  $\mathbf{f}$  es un mapa discreto unidimensional que presenta caos para valores de los parámetros entre 3.58 y 4.0.

En este caso comenzaremos verificando nuestra hipótesis, esto es que los errores de predicción se distribuyen de forma normal. La Figura 2 muestra el histograma promedio para todas las vecindades con  $m = 50$  y  $N = 1000$  y una función densidad de probabilidad Gaussiana con  $\sigma = 0.1$ . Esto da una estimación de la distribución de los errores de predicción en el caso de una aproximación de orden cero.



**Figura 2.** Histograma promedio para todas las vecindades con  $m = 50$  y  $N = 1000$  y una función densidad de probabilidad Gaussiana con  $\sigma = 0.1$ .

La siguiente figura muestra la densidad de probabilidad condicional para el caso del mapa Logístico. En este caso, es posible mostrar la densidad de probabilidad condicional debido a que es una función de  $\mathbb{R}^2$  en  $\mathbb{R}$ :

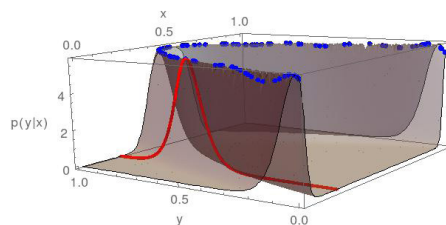


Figura 3. Densidad de probabilidad condicional  $P(y|x)$  dada en (3), estimada para 500 datos del mapa Logístico con  $r=4$ .

La Figura 4 muestra la transferencia de información entre los mapas acoplados (4), en función de los parámetros, en el caso que  $\varepsilon$  varía entre 0 y 1 y  $\mu = 1 - \varepsilon$ .

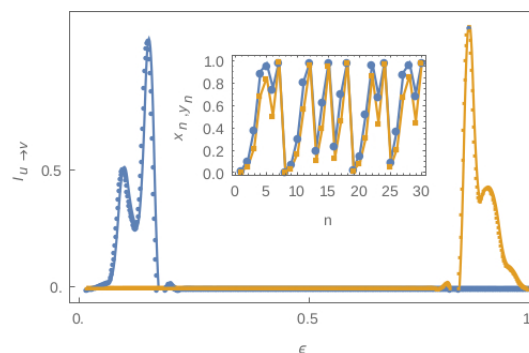


Figura 4. Transmisión de información en el caso de dos mapas Logísticos acoplados como función del parámetro de acople. Aquí la curva azul representa la transferencia de información  $I_{x \to y}$  y la curva naranja representa la transferencia de información  $I_{y \to x}$ .

En este caso puede observarse como la estrategia propuesta permite discriminar fácilmente la direccionalidad del acople en el caso en que la diferencia entre los parámetros de acople es grande. Cuando esta diferencia es pequeña, los sistemas tienden a sincronizar y no es posible establecer la relación causal entre los subsistemas. Esta sincronización es mostrada en la figura embebida.

En el caso de datos reales provenientes del circuito de un Chua (Matsumoto, 1984), mostrado en la Figura 1(a).

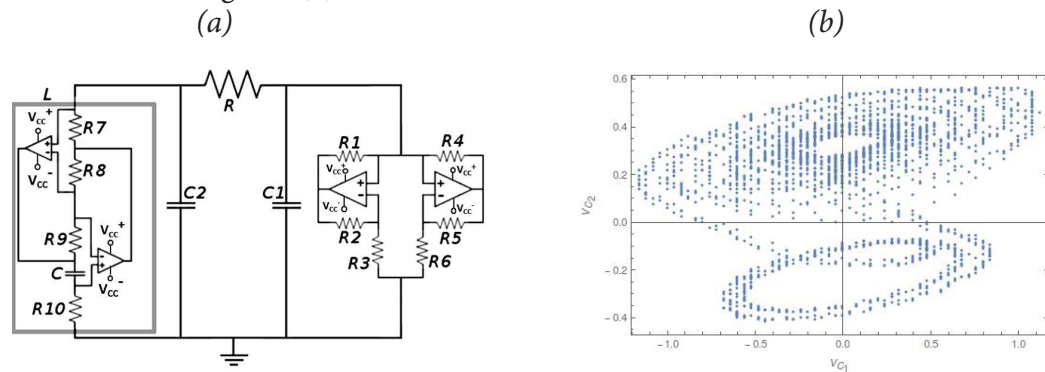


Figura 5. (a) Circuito de Chua. El diodo de Chua y el inductor son implementados usando amplificadores operacionales. (b) La figura muestra el voltaje en el condensador  $C_1$  como función del voltaje en  $C_2$ .

(b) La figura muestra el voltaje en el condensador como función del voltaje en .

Los datos de la figura fueron obtenidos de la implementación del circuito en el sistema *Educational Laboratory and Virtual Instrumentation Suite* de National Instruments, *NI ELVIS* por sus siglas en inglés, con una tasa de muestreo de  $5 \times 10^{-3} s$  y son mostrados gráficamente en la Figura 1(b).

Los valores para las transferencias de información obtenidas fueron  $I_{x \rightarrow y} = 5.7 \times 10^{-4}$  y  $I_{y \rightarrow x} = 2.8 \times 10^3$ .

## Discusión

Como puede observarse en los resultados presentados en la Figura 3, el esquema es capaz de discriminar la direccionalidad del acople en el caso de señales simuladas. Específicamente en el caso en el que la direccionalidad del acople es modulada con la relación entre los parámetros de acople y la diferencia entre las intensidades de acople son tales que los sistemas no sincronizan. Los resultados obtenidos usando datos reales, sugieren que el esquema también es útil en el caso de señales con ruido. En este caso a pesar de que conocemos la ecuación diferencial cuya solución representa la evolución del sistema, no es posible conocer analíticamente la solución y por lo tanto tampoco la relación entre los subsistemas. Sin embargo, dado que el sistema de ecuaciones diferenciales que modela el circuito está dado por:

$$\begin{aligned} c_1 \frac{dV_1}{dt} &= \frac{(V_2 - V_1)}{R} - h(V_1), \\ c_2 \frac{dV_2}{dt} &= \frac{(V_1 - V_2)}{R} + i_L, \\ L \frac{di_L}{dt} &= -V_2, \end{aligned}$$

Donde  $h(x)$ , esta dado por:

$$h(x) = \begin{cases} m_1(x+1) - m_0, & x < -1 \\ m_0 x, & -1 \leq x \leq 1 \\ m_1(x+1) + m_0, & x > 1 \end{cases}$$


Las ecuaciones anteriores sugieren que hay más influencia de tensión en el capacitor 2,  $V_2$ , sobre la corriente en el inductor,  $i_L$ , que viceversa.

Es importante señalar que esquemas de este tipo relacionan las estrategias probabilísticas con las determinísticas lo que permite explorar la posibilidad de exportar, desde una perspectiva a la otra, las estrategias más eficientes.

## Conclusiones

Se presenta un esquema que permite establecer relaciones de causa efecto entre subsistemas de un sistema dinámico, basado en el modelado de dichos sistemas. El esquema a pesar de estar basado en una estrategia estadística desarrollada por Schreiber en (Schreiber, 2000), estima las densidades de probabilidad condicional necesarias, usando modelos determinísticos construidos a partir de los datos.

Discrimina bien en el caso de datos simulados o reales donde hay ruido y presenta un costo computacional bajo, al no requerir un *coarse graining* del espacio de estados para calcular probabilidades.

Finalmente, creemos que estrategias de este tipo pueden ser de utilidad en el diseño de estrategias de control de sistemas extendidos espacialmente, donde estos esquemas pueden estimar los subsistemas donde son más efectivas las perturbaciones, necesarias para el control. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Liu, Y.-Y.; Slotine, J.-J.; and Barabasi, A.-L. (2011). "Controllability of complex networks", en *Nature* 473 (7346) 167-173
- Bezruchko, B; Ponomarenko, V.; Rosenblum, M. G. and Pikovsky, A. (2003). "Characterizing direction of coupling from experimental observations", en *CHAOS* 13 (1) 179-184
- Zhu, Y.; Hsieh, Y.-H.; Dhingra, R.-R.; Dick, T.E.; Jacono, F.-J.; Galán, R.-F. (2004). "Quantifying interactions between real oscillators with information theory and phase models: Application to cardiorespiratory coupling", en *Phys. Rev. E.* 70 056221-1--056221-6
- Schultz, S.; Adochier, F.-C.; Edu, I.-R.; Schroeder, R.; Costin, H.; Bar, K.-J. and Voss, A. (2013). "Cardiovascular and cardiorespiratory coupling analyses: a review", en *Phil. Trans R Soc A* 371 20120191
- Granger, C. (1969). "Investigating causal relations by econometric models and crossspectral methods", en *Econometrica* 37 424-428
- Ancona, N.; Marinazzo, D. and Stramaglia, S. (2004). "Radial Basis function approach to nonlinear Granger causality of time series", en *Phys. Rev. E.* 70 056221-1--056221-4
- Schreiber, T. (2000). "Measuring Information Transfer", en *Phys. Rev. Lett.* 85 461-464
- Shannon, C. (1948). "A mathematical theory of communication", en *The Bell System Technical Journal* 27 379-423
- Farmer, J.-D. and Sidorowich, J.-J. (1987). "Predicting chaotic time series", en *Phys. Rev. Lett.* 58 845-848
- Matsumoto, T. (1984). "A chaotic attractor from Chua circuit", en *IEEE Trans. Circuits Syst.* 31 1055-1058

Recibido para revisión: 30 junio 2016

Aceptado para publicación: 10 julio 2016



 *La*  
*Ciencia*  
*se*  
*viste*  
*de gala*

**UTN**

*30*

*años*  
*de Historia*

Creando  
**CIENCIA,**  
construyendo  
**SUEÑOS**

# Autoridades académicas



## RECTOR

Dr. Miguel Naranjo Toro

## VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. María de la Portilla Vera

## VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Ing. Ney Mora Grijalva

## DECANO FECYT

MSc. Raimundo López Ayala

## SUBDECANA FECYT

MSc. Alexandra Mina Páez

## COORDINADORES DE CARRERA

**Artes Plásticas:** MSc. José Revelo

**Diseño Gráfico:** MSc. Ramiro Carrascal

**Diseño y Publicidad:** MSc. David Ortiz

**Educación Física:** MSc. Jesús León V.

**Entrenamiento Deportivo:** MSc. Vicente Yandún

**Gestión y Desarrollo Social:** MSc. Jorge Torres

**Inglés:** MSc. Rubén Congo

**Parvularia:** MSc. Marieta Carrillo

**Psicología Educativa y Orientación Vocacional:**

MSc. Gabriel Echeverría

**Psicología General:** MSc. Henry Cadena

**Relaciones Públicas:** MSc. Jairo Arciniega

**Secretariado Ejecutivo en Español:**

MSc. Consuelo Andrade

Las opiniones expresadas en los artículos de esta publicación son responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de la *Editorial UTN*.

Esta publicación científica, orientada a la investigación y dirigida a investigadores, estudiantes, profesores y comunidad científica nacional e internacional.



# Créditos



## EDITA

Editorial de la Universidad Técnica del Norte.

Av. 17 de Julio 5-2. IBARRA, ECUADOR.

Tel: +593 6 2997800 Ext. 7503 / Fax: 7500

ecos@utn.edu.ec • www.utn.edu.ec/ecos

## COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Miguel Naranjo Toro, PhD. Miguel Posso

MSc. Katharina Steinlechner

MSc. Marcelo Gómez

## COORDINACIÓN EDITORIAL

Dr. Miguel Naranjo Toro, PhD. Miguel Posso

MSc. Katharina Steinlechner

PhD. Albert Arnavat

## DIRECTOR DE ARTE Y DIAGRAMACIÓN

PhD. Albert Arnavat

## DISEÑO PORTADA

Lic. Silvia Vega y MGs. Freddy Moreno

## SECRETARÍA EDITORIAL Y TRADUCCIONES AL INGLÉS

MSc. Sandra Guevara Betancourt

## PARES REVISORES EXTERNOS

PhD. Xavier Ferré

PhD. Montserrat Corretger

(Universitat Rovira i Virgili. Catalunya)

PhD. Sara Lucero (Universidad Mariana de Pasto)

## FOTOGRAFÍAS

Unidad de Comunicación Organizacional y Relaciones Públicas de la UTN

## IMPRESIÓN

Imprenta de la Universidad Técnica del Norte

## ISBN

978-9942-984-05-0

## 1ª EDICIÓN

Diciembre 2016









ISBN: 978-9942-984-05-0

