



# CIENCIA

UNEMI

UNIVERSIDAD  
ESTATAL DE MILAGRO  
UNEMI

*Evolución Académica*

## Departamento de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

Ing. Fabricio Guevara Viejo, PhD.

**Rector**

Ing. Richard Ramírez Anormaliza, PhD.

**Vicerrector Académico y de Investigación**

Ing. Washington Guevara Piedra, MSc.

**Vicerrector Administrativo**

Lda. Diana Pincay Cantillo

**Secretaria General**

Ing. Mayra D' Armas Regnault, PhD.

**Directora del Departamento de Investigación,  
Desarrollo Tecnológico e Innovación**

**Vigésimo Séptimo Número**

**ISSN 1390-4272 Impreso**

**ISSN 2528-7737 Electrónico**

**Indexada en:** ESCI (Emerging Sources Citation

Index) WoS, Latindex, Folio 19258

Dialnet, Código 23546

REDIB, CREI-OEI, Research Bib, OAJI

Actualidad Iberoamericana, MIAR, ERIHPLUS, BASE,

DOAJ, EBSCO.

Agosto, 2018

Milagro – Ecuador

La revista Ciencia UNEMI es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación semestral. Dirigida a la población universitaria, que difunde los trabajos de investigación científica y reflexiones teóricas relacionadas con las áreas: Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; Salud Pública y Educación y Cultura. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cite su procedencia. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

Solicitudes, comentarios y sugerencias favor dirigirse a: Universidad Estatal de Milagro, Departamento de Investigación, Revista Ciencia UNEMI. km 1.5, vía Milagro a Parroquia Virgen de Fátima. O comunicarse por + 593 04 2715081 Ext. 3205-3210. Dirección electrónica: ciencia\_unemi@unemi.edu.ec

### Portada:

El artículo analiza la influencia de la globalización financiera en el mercado de valores, desde su aparición hasta la época actual caracterizada por el uso de nuevas tecnologías en informática y telecomunicaciones, por el aumento del interés de los inversionistas para invertir en mercados extranjeros y por la aparición de nuevos productos financieros internacionales. El presente trabajo es una investigación teórico descriptiva de tipo documental, se utilizaron 39 fuentes que cubren el periodo 1995-2017.



### Revista Ciencia UNEMI

Ec. Rosa Espinoza Toalombo, PhD.

**Directora Revista Ciencia UNEMI**

Ing. Verónica Suárez Matamoros

**Revisor de Estilo**

Lic. Haydelba D' Armas Regnault, PhD.

MSc. Miguel Astudillo Quiñonez

**Revisores de Traducción**

Lcdo. José Adrián Flores Morán

**Arte y Diagramación**

MGTI. Freddy Bravo Duarte

Ing. Ruth Farías Lema

**Gestor Técnico**

Lcdo. Víctor Cabezas Pinta

**Dirección de Comunicación Institucional**

## Contenido

Vol. 11, Nº 27, Agosto 2018 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

<b>Editorial</b> .....	<b>7</b>
<b>ADMINISTRACIÓN Y GERENCIA</b>	
<b>Uso del ciclo de Deming para asegurar la calidad en el proceso educativo sobre las matemáticas.</b> Ricardo Salas Rueda. ....	<b>8</b>
<b>Indicadores de sostenibilidad sociales y económicos: Caso productores de cacao en El Oro, Ecuador.</b> Salomón Barrezueta Unda; Antonio Paz González. ....	<b>20</b>
<b>Estrategias de financiamiento en sectores turísticos: hoteles y restaurantes.</b> Ana Luisa Carvajal Salgado; María Belén Carvajal Salgado. ....	<b>30</b>
<b>Implementación de un presupuesto empresarial base cero bajo el enfoque difuso.</b> Kléber Luna Altamirano; Jaime Tinto Arandes; William Sarmiento Espinoza; Diego Cisneros Quintanilla. ....	<b>43</b>
<b>Influencia de la globalización en el mercado de valores ecuatoriano.</b> Galo Acosta Palomeque; Byron Avilés León. ....	<b>52</b>
<b>Aproximación al pensamiento crítico de la visión Taylorista: caso fábrica Imbabura.</b> Alberto Oña Serrano; Kléber Mejía Guzmán; Marlon Ríos Pozo; Grace Plaza Tubón. ....	<b>66</b>
<b>SALUD PÚBLICA</b>	
<b>Incidencia de cáncer de piel en población de Machala, Ecuador.</b> Adriana Lam Vivanco; Flor Espinoza Carrion; Jovanny Santos Luna; Carlos García González. ....	<b>78</b>
<b>Calidad de vida de adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital de la Junta de Beneficencia de Guayaquil.</b> Cesar Valcárcel Subia; Mányuri Solís Arévalo; Jorge Borbor Magallanes; Yasel Santiesteban Diaz. ....	<b>87</b>
<b>Simulación para Estimación de Muertes por Cáncer de Pulmón por Contaminación Ambiental de PM2.5.</b> Gloria Arcos Medina; Freddy Armijos Arcos; Alejandra Oñate; Danilo Pástor; Rubén Jerves Cobo. ....	<b>97</b>
<b>AMBIENTE/INDUSTRIAL</b>	
<b>Comportamiento de cinco maderas mexicanas expuestas al fuego. Evaluación por ultrasonido.</b> Javier Ramón Sotomayor Castellanos. ....	<b>111</b>
<b>Normas de Publicación.</b> .....	<b>122</b>

## Content

Vol. 11, N° 27, August 2018 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

<b>Editorial</b>	7
<b>ADMINISTRATION AND MANAGEMENT</b>	
<b>Use of the Deming cycle to ensure quality in the educational process on mathematics.</b> Ricardo Salas Rueda.	8
<b>Indicators of sustainability social and economic: Case cocoa farmers of El Oro, Ecuador.</b> Salomón Barrezueta Unda; Antonio Paz González.	20
<b>Financing strategies in tourism sectors: hotels and restaurants</b> Ana Luisa Carvajal Salgado; María Belén Carvajal Salgado.	30
<b>Implementation of a zero based business budget under the diffuse approach.</b> Kléber Luna Altamirano; Jaime Tinto Arandes; William Sarmiento Espinoza; Diego Cisneros Quintanilla.	43
<b>Influence of financial globalization in the Ecuadorian stock market.</b> Galo Acosta Palomeque; Byron Avilés León.	52
<b>Approach to the critical thought of the Taylorist vision: Imbabura factory case.</b> Alberto Oña Serrano; Kléber Mejía Guzmán; Marlon Ríos Pozo; Grace Plaza Tubón.	66
<b>PUBLIC HEALTH</b>	
<b>Incidence of lean cancer in the population of Machala, Ecuador.</b> Adriana Lam Vivanco; Flor Espinoza Carrion; Jovanny Santos Luna; Carlos García González.	78
<b>Quality of life of pregnant teens assisted in Junta de Beneficencia de Guayaquil Hospital.</b> Cesar Valcárcel Subia; Mányuri Solís Arévalo; Jorge Borbor Magallanes; Yasel Santiesteban Diaz.	87
<b>Simulation to estimate deaths from lung cancer due to environmental contamination of PM2.5.</b> Gloria Arcos Medina; Freddy Armijos Arcos; Alejandra Oñate; Danilo Pástor; Rubén Jerves Cobo.	97
<b>ENVIRONMENT/INDUSTRIAL</b>	
<b>Behavior of five Mexican woods exposed to fire. Evaluation by ultrasound.</b> Javier Ramón Sotomayor Castellanos.	111
<b>Guidelines for Publishing</b>	122

## Comité Editorial

**Dra. Mayra D'Armas Regnault**

Universidad Estatal de Milagro  
mdarmasr@unemi.edu.ec  
Milagro, Ecuador

**Dra. Rosa Espinoza Toalombo**

Universidad Estatal de Milagro  
respinozat@unemi.edu.ec  
Milagro, Ecuador

**Dr. Elías Sanz Casado**

Universidad Carlos III de Madrid  
elias@bib.uc3m.es  
Madrid, España

**Dr. Ángel Barrasa Notario**

Universidad de Zaragoza  
abarrasa@unizar.es  
Zaragoza, España

**Dr. Mario Pérez-Montoro**

Universidad de Barcelona  
perez-montoro@ub.edu  
Barcelona, España

**Dr. David Benavides Cuevas**

Universidad de Sevilla  
benavides@us.es  
Sevilla, España

**Ing. Luisa Calvo Hernández**

Universidad Autónoma de Madrid  
luisa.calvo@uam.es  
Madrid, España

**Dr. Pedro Hernández Hernández**

Universidad Autónoma de Madrid  
pedro.hernandez@uam.es  
Madrid, España

**Dr. Simón Pérez Martínez**

Universidad Estatal de Milagro, UNEMI  
simonpm2006@gmail.com  
Milagro, Ecuador

**Dra. Carmen Hernández Domínguez**

Universidad Estatal de Milagro, UNEMI  
carmen.hernandez.dominguez@gmail.com  
Milagro, Ecuador

**Dr. Thiago Duarte Pimentel**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
thiagodpimentel@gmail.com  
Minas Gerais, Brazil

**Dr. Rodrigo Romo Muñoz**

Universidad del Bio-Bio  
rromo@ubiobio.cl  
Concepción, Chile

**Máster Ángela Laguna Caicedo**

Universidad Tecnológica de Panamá  
angela.laguna@utp.ac.pa  
Panamá, Panamá

**Dra. Beatriz Carvajal**

Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", UCLA  
becar777@yahoo.es  
Barquisimeto, Venezuela

**Dra. Linda Gil de Fuentes**

Universidad Nacional Experimental Politécnica  
"Antonio José de Sucre" UNEXPO  
lindaegil@gmail.com  
Puerto Ordaz, Venezuela

**Dr. Patricio Álvarez Muñoz**

Universidad Estatal de Milagro  
palvarezm@unemi.edu.ec  
Milagro, Ecuador

**PhD Edwain Carrasquero Rodríguez**

Universidad Estatal de Milagro, UNEMI  
ecarrasqueror@unemi.edu.ec  
Milagro, Ecuador

**Dr. Nelson Garza Montes de Oca**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
nelson.garza@gmail.com  
San Nicolás de Los Garza, México

**Dr. José León Sosa**

Universidad Central de Venezuela  
jose.leon@ucv.ve  
Caracas, Venezuela

## Comité de Evaluadores Externos

**Dra. Gisela Consolación Quintero**

Doctora en Ciencias Pedagógicas  
Árbitro de la Revista Científica  
Universidad Nacional de Educación  
gishelinaq@hotmail.com  
Cañar, Ecuador

**Máster Giovanni Freire Jaramillo**

MSC. En Desarrollo de la Inteligencia y Educación  
Docente e Investigador  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte  
gfreire@hotmail.es  
Guayaquil, Ecuador

**Máster Jorge Calderón Salazar**

Máster en Administración de Empresas.  
Decano de la Facultad de Economía y Ciencias Empresariales  
Universidad de Especialidades Espíritu Santo  
jecalder@uees.edu.ec  
Samborondón, Ecuador

**MBA. Guido Ascencio Gallardo**

Magister en Ciencias Sociales  
Académico del Departamento de Ciencias Administrativas y Económicas  
Universidad de Los Lagos  
guido.ascencio@gmail.com  
Osorno, Chile

**Máster Germán Gerson Huayamave**

Magister en Administración  
Docente e Investigador  
Universidad Santa María, Campus Guayaquil  
ghuayamaveo@usm.edu.ec  
Guayaquil, Ecuador

**Máster Margarita Guerrero Aguiar**

Master en Administración de Negocios  
Docente investigador  
Universidad de Cienfuegos  
margag@cimex.com.cu  
Cienfuegos, Cuba

**Máster Antonio Durán Pinos**

Máster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa  
Docente e Investigador  
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo  
maduranpi@hotmail.com  
Riobamba, Ecuador

**Dra. Juanita del Carmen García Aguilar**

Doctora en Ciencias de la Administración  
Docente investigador  
Universidad de las Fuerzas Armadas  
jcgarcia@espe.edu.ec  
Sangolquí, Ecuador

**Máster Zoe Elisabeth Estevez Torres**

Master en Administración de Negocios  
Docente investigador  
Universidad Estatal de Guayaquil  
zoeale14@gmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Dr. Edgar Alexander Piñero**

Doctor de Ingeniería de Organización y Administración de Empresas  
Docente e Investigador  
Universidad Nacional Experimental de Guayana  
alexanderpi@cantv.net  
Guayana, Estado Bolívar, Venezuela

**Dr. Agustín Mejías Acosta**

Doctor en Ciencias Agrícolas  
Docente e Investigador  
Universidad de Carabobo  
aamejiasa@gmail.com  
Carabobo, Venezuela

**Máster Marisela Saltos Solis**

Máster en Salud Pública  
Docente investigadora  
Universidad de Guayaquil  
mariselamil@hotmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Máster Vadia Salazar Coello**

Magister en Investigación Clínica y Epidemiológica  
Docente e Investigadora  
Universidad de Guayaquil  
vadiasalazar@yahoo.com  
Guayaquil, Ecuador

**Máster Cruz Zerna Bravo**

Máster en Emergencias Médicas  
Docente e Investigadora  
Universidad de Guayaquil  
cruzerna@hotmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Dr. Manuel González González**

Doctor en Medicina y Cirugía  
Docente e Investigador  
dr.gonzalezmanuel@gmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Dra. Nardy Del Valle Diez García**

Docente e Investigadora  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
nardydiez@gmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Máster César Bedoya Pilozo**

Magister en Biotecnología  
Docente e Investigador  
Instituto Nacional De Investigación en Salud Pública  
cesariotito@gmail.com  
Guayaquil, Ecuador

**Dra. Gina Álvarez Reyes**

Máster en Administración Ambiental  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
galvarez101@yahoo.es  
Riobamba, Ecuador

**Máster Ernesto Antonio Hurtado**

Profesor de diseño experimental  
Universidad de Oriente  
ernestohurta@gmail.com  
Estado Monagas, Venezuela

**PhD. Ramón Silva Acuña**

Postgrado en agricultura tropical  
Docente e Investigador  
Universidad de Oriente  
dramonsilvaa@gmail.com  
Estado Monagas, Venezuela

**Máster Segundo Camino Mogro**

Máster en Economía  
Investigador Económico  
Especializado en economía industrial  
Productividad y competencia  
segundo.camino@gmail.com  
Guayaquil, Ecuador

La ciencia se concibe como tal desde hace muchos siglos, solo culmina cuando se publican los resultados de la investigación, los mismos que se cimentan en la posibilidad de conocer y contrastar lo que los investigadores producen; sin embargo constituye la dinámica del quehacer científico, que permite utilizar la información procesada como base para la elaboración de subproductos e intervenir en las diferentes esferas en materia de información científica, respondiendo así al planteamiento que hace Brookes donde menciona que “La información sobre el conocimiento modifica el propio conocimiento.” Logrando de esta forma el aporte como referencias para otros trabajos de investigación, los mismos que se concentran en temas relevantes en áreas de Administración, Gerencia, Ambiente, Industria y Salud Pública, publicadas en la Revista Ciencia UNEMI en el Volumen 11 - Número 27.

En el área de Administración y Gerencia con temáticas como Implementación de un presupuesto empresarial base cero bajo el enfoque difuso; Indicadores de sostenibilidad sociales y económicos en la producción de cacao en El Oro,

Ecuador; La Consultoría Gerencial y sus alcances en la gestión empresarial y los negocios; Decisiones de financiamiento en empresas del sector de alojamiento y servicios de comida.

En el área de Industria tenemos: Ecuación modelo operacional con aplicación de balance de materia en estado no estacionario y Comportamiento de cinco maderas mexicanas expuestas al fuego. Evaluación por ultrasonido.

Para el área de Salud Pública, se presentan diversos estudios como Aproximaciones a la profesionalización del psicólogo de la salud; Calidad de vida de adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital de la Junta de Beneficencia de Guayaquil; Incidencia de Cáncer de Piel en Población de Machala, Ecuador y Simulación para Estimación de Muertes por Cáncer de Pulmón por Contaminación Ambiental de PM<sub>2.5</sub>.

Nuestro sincero agradecimiento a todos los autores por escogernos como órgano de difusión, así como a todos los evaluadores que participaron en la revisión de los artículos. Con estos aportes, la Revista Ciencia UNEMI continúa en su labor de divulgación de resultados de investigaciones científicas y humanísticas.

**Ec. Rosa Espinoza Toalombo, PhD.**

Directora Revista Ciencia Unemi

# Uso del ciclo de Deming para asegurar la calidad en el proceso educativo sobre las Matemáticas

Ricardo, Salas-Rueda<sup>1\*</sup>

## Resumen

Las universidades están buscando satisfacer las necesidades y demandas de los estudiantes en el Siglo XXI, por consiguiente, la calidad adquiere un papel fundamental para lograr el éxito en las organizaciones. Esta investigación mixta propone el uso del ciclo de Deming para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el método de Gauss-Jordan por medio de la tecnología. La muestra está conformada por 31 estudiantes que cursaron la asignatura Matemáticas Intermedias para los negocios durante el ciclo escolar 2017. El uso de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos permiten mejorar el desarrollo de las habilidades y la asimilación del conocimiento sobre el método de Gauss-Jordan. Incluso, estas herramientas tecnológicas son innovadoras y útiles para el proceso de aprendizaje. En conclusión, las etapas del ciclo de Deming (planificar, hacer, revisar y actuar) permiten construir experiencias educativas creativas para el campo de las matemáticas.

**Palabras clave:** Aprendizaje, calidad, ciclo de Deming, tecnología, TIC.

## Use of the Deming cycle to ensure quality in the educational process on mathematics

## Abstract

Universities are seeking to meet the needs and demands of students in the 21st century, therefore, quality acquires a fundamental role to achieve success in organizations. This mixed research proposes the use of the Deming cycle to improve the teaching-learning process regarding the Gauss-Jordan method through technology. The sample consists of 31 students who took the course Intermediate Mathematics for Business during the school year 2017. The use of the MsSchool web application and the cloud service Desmos allow the students to improve the development of skills and the assimilation of knowledge regarding the Gauss-Jordan method. Even these technological tools are innovative and useful for the learning process. In conclusion, the stages of the Deming cycle (planning, doing, reviewing and acting) allow the construction of creative educational experiences to the field of mathematics.

**Keywords:** Deming cycle, ICT, learning, Quality, technology.

**Recibido:** 31 de marzo de 2018

**Aceptado:** 6 de Agosto de 2018

<sup>1</sup>Profesor e investigador en la Universidad La Salle, Ciudad de México, México; [rsalas@ulsa.mx](mailto:rsalas@ulsa.mx); <https://orcid.org/0000-0002-4188-4610>

\*Autor para correspondencia: [rsalas@ulsa.mx](mailto:rsalas@ulsa.mx)

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las universidades están buscando nuevas estrategias, métodos y/o modelos para innovar las actividades de enseñanza-aprendizaje (Chen, 2016; Salas y Salas, 2018). De hecho, las principales metas de las organizaciones empresariales y educativas en el Siglo XXI están relacionadas con la satisfacción del cliente (Mena et al., 2017; Rawashdeh, 2014; Valmohammadi y Roshanzamir, 2015). Sin embargo uno de los aspectos que facilitan el proceso educativo y desarrollan las competencias en los estudiantes es la calidad (Albertin et al., 2017). Por ejemplo, los sistemas de gestión sobre la calidad mejoran los métodos y procedimientos, promueven la cultura de servicio y fomentan la capacitación del personal con el propósito de satisfacer las necesidades de los estudiantes (Villarruel, 2010).

Diversos autores señalan que la calidad tiene un rol fundamental para la creación de estrategias, métodos y procedimientos innovadores (Mena et al., 2017; Useche y Oliveira, 2009). En particular, las instituciones educativas mexicanas utilizan diversas estrategias de evaluación relacionadas con el rendimiento escolar, el impacto de programas, el gasto, la matrícula y el desempeño profesional de los docentes para lograr la calidad (Martínez, 2010). Incluso, la calidad educativa está relacionada con los procesos académicos y administrativos, los cuales pueden ser evaluados por los estudiantes, docentes, investigadores y administradores (Álvarez et al., 2014).

Cabe mencionar que la eficacia escolar está adquiriendo gran relevancia en las universidades debido a que este aspecto permite mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y añadir valor a los alumnos (Iglesia y Rossello, 2018). Varios autores señalan que los avances tecnológicos tienen un papel primordial durante la transformación de las organizaciones educativas (Chen, 2016; Salas y Vázquez, 2017).

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) permiten alcanzar la calidad debido a que estas herramientas digitales actualizan la planeación y realización de las actividades de enseñanza-aprendizaje (Bai et al., 2016; Rohatgi et al., 2016; Brinkley, 2018; Salas, 2018). Por ejemplo, las aplicaciones web favorecen el proceso educativo en diversas áreas como la informática (Salas y Vázquez, 2017) y las matemáticas (Chen, 2016; Salas et al., 2016). Asimismo, el empleo de las aplicaciones tecnológicas

en el salón de clases permiten el acceso a los recursos, la colaboración a distancia y el intercambio de la información (Genlott y Gronlund, 2016; Marchisio et al., 2017; Guerrero y Noguera, 2018; Salas y Salas, 2018).

En México, las instituciones educativas tienen la necesidad de redefinir y perfeccionar la gestión de calidad con el propósito de mejorar la eficiencia y eficacia de los servicios (Álvarez et al., 2014). Resulta valioso mencionar que las universidades se pueden transformar en instituciones educativas competitivas por medio de la calidad (Álvarez et al., 2014). De acuerdo con Pérez (2017), el ciclo de Deming es una herramienta idónea para lograr la calidad y el mejoramiento continuo en las organizaciones.

Por consiguiente, esta investigación mixta analiza el impacto del ciclo de Deming en el proceso educativo sobre el método de Gauss-Jordan por medio de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos.

Las preguntas de investigación son:

- ¿Cómo influye el ciclo de Deming en el proceso educativo sobre el método de Gauss-Jordan?
- ¿Cuál es el impacto de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos en el proceso educativo sobre el método de Gauss-Jordan?
- ¿Cuáles son las percepciones de los estudiantes sobre la incorporación de la tecnología durante el proceso de enseñanza-aprendizaje?

## II. DESARROLLO

### 1. Calidad en las organizaciones educativas

Las organizaciones están utilizando nuevos enfoques y estrategias para satisfacer las demandas de los clientes (Useche y Oliveira, 2009). La evaluación de la calidad en las organizaciones incluye el análisis sobre la satisfacción de los usuarios. En el sector educativo, los alumnos son el mejor agente para determinar la calidad de los servicios (Álvarez et al., 2014).

En particular, la calidad total involucra los aspectos sobre la satisfacción de los clientes y la mejora continua, esto es, la calidad interna se refiere a los procesos, productos y servicios mientras que la calidad externa está vinculada con la percepción del cliente respecto al producto o servicio que recibe (Mena et al., 2017). Resulta importante mencionar que el enfoque de calidad ha sido empleado en diversos sectores

como el alimentario (Useche y Oliveira, 2009), salud (Carreño, 2009; Mena et al., 2017), bancario (Vela, 2010) y educativo (Hualpa et al., 2017; Paz y Tamayo, 2017).

La calidad educativa busca la formación integral del alumno por medio de la revisión de los programas de estudio, la evaluación constante y la planeación de las actividades escolares para lograr el aprendizaje significativo (Villarruel, 2010). Asimismo, la eficacia escolar se refiere a la identificación de los factores del aula que permiten lograr una escuela eficaz (Villarruel, 2010). De hecho, la institución educativa eficaz permite el desarrollo integral de los alumnos considerando los aspectos sobre el rendimiento y los niveles sociales, económicos y culturales (Iglesia y Rossello, 2018).

Incluso, la efectividad del docente puede ser analizada por medio de la evaluación, la valoración, la diferenciación, la inclusión, la claridad de la instrucción, las habilidades de instrucción, el aprendizaje activo, el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, el clima en el aula y la gestión de la clase (Iglesia y Rossello, 2018). De acuerdo con Pérez (2017), el ciclo de Deming o ciclo PHRA (planificar, hacer, revisar, actuar) representa una herramienta fundamental en las organizaciones para lograr la calidad y el mejoramiento continuo por medio de las siguientes etapas:

1. Planificar: Involucramiento de planes sobre el mejoramiento por medio de diagramas de Pareto, diagrama causa y efecto, histogramas, cartas de control, gráficas y lista de comprobación
2. Hacer: Aplicación del plan
3. Revisar: Verificación de la mejoría deseada
4. Actuar: Estandarización del proceso

Por último, es importante mencionar que la tecnología contribuye sustancialmente en el mejoramiento de la calidad en el sector educativo (Mustakero y Borissova, 2017; Salas y Vázquez, 2017).

## 2. Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad La Salle México durante el ciclo escolar 2017. La muestra se conformó por 31 alumnos de las Licenciaturas en Administración, Contaduría, Comercio, Mercadotecnia e Informática (18 mujeres y 13 hombres) que cursaron la asignatura Matemáticas intermedias para los negocios.

El objetivo de este estudio mixto fue analizar el impacto del ciclo de Deming en el proceso educativo sobre el método de Gauss-Jordan por medio de la

aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos.

El procedimiento de esta investigación inició con la realización de la primera etapa del ciclo de Deming (Planificar), esto es, el Histograma (datos históricos) y Diagrama causa-efecto son utilizados para identificar la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el método de Gauss-Jordan (Ver Resultados).

Posteriormente, la segunda etapa del ciclo de Deming (Hacer) consistió en la incorporación de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos en el proceso educativo por medio de las siguientes prácticas de laboratorio:

- Práctica 1: Uso del método de Gauss-Jordan en los sistemas de ecuaciones lineales
- Práctica 2: Uso del método de Gauss-Jordan en las aplicaciones sobre la producción de piezas
- Práctica 3: Uso del método de Gauss-Jordan en las aplicaciones sobre la oferta y la demanda
- Práctica 4: Uso del método de Gauss-Jordan en las aplicaciones sobre el consumo de medicamentos

Cabe mencionar que la aplicación web MsSchool permite resolver los sistemas de ecuaciones lineales y muestra el procedimiento de solución por medio del método de Gauss-Jordan. Esta herramienta tecnológica está disponible en la siguiente dirección web: <http://es.onlinemschool.com/math/assistance/equation/kaus/>

Asimismo, el servicio en la nube Desmos permitió al estudiante graficar las funciones lineales. Esta aplicación está disponible por medio de Google Drive o en la dirección web <https://www.desmos.com/calculator>.

La sección de resultados contiene la descripción de la práctica de laboratorio No. 1. Asimismo, es importante señalar las actividades de enseñanza-aprendizaje realizadas durante las prácticas de laboratorio fueron:

1. Resolver los ejercicios por medio del método de Gauss-Jordan
2. Utilizar la aplicación web MsSchool para comprobar los resultados de los ejercicios
3. Emplear el servicio en la nube Desmos para graficar las funciones lineales

La tercera etapa del ciclo de Deming (Revisar) consistió en la aplicación del Instrumento de medición y recolección de datos (Ver Tabla 1).

Salas Rueda. Uso del ciclo de Deming para asegurar la calidad en el proceso educativo sobre las matemáticas.

Tabla 1. Instrumento de medición.

No.	Variable	Tipo	Dimensión	Subdimensión
1	Estudiante	Cuantitativo	Perfil	Género Edad Licenciatura
2	Eficacia de la aplicación web MsSchool	Cuantitativo	Proceso educativo	Asimilación del conocimiento Trabajo colaborativo Razonamiento matemático
		Cuantitativo	Herramienta tecnológica	Innovadora De apoyo Útil
3	Eficacia del servicio en la nube Desmos	Cuantitativo	Proceso educativo	Asimilación del conocimiento Trabajo colaborativo Razonamiento matemático
		Cuantitativo	Herramienta tecnológica	Innovadora De apoyo Útil
4	Percepción de los estudiantes	Cualitativo	Calidad en el servicio educativo	Desarrollo de habilidades matemáticas Proceso de enseñanza-aprendizaje Asimilación del conocimiento Aplicación del conocimiento

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la recolección de datos inició al finalizar la impartición de los temas sobre el método de Gauss-Jordan en el mes de Abril del 2017.

La última etapa del ciclo de Deming (Actuar) consistió en la estandarización del proceso. Por consiguiente, los docentes de la Facultad de negocios tienen acceso a las prácticas de laboratorio desarrolladas por medio de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos.

### 3. Resultados

La primera etapa del ciclo de Deming (Planificar) incluyó

el uso del Histograma (datos históricos) y Diagrama causa-efecto para identificar la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los temas del método de Gauss-Jordan.

Esta investigación recuperó las calificaciones de los alumnos de la asignatura Matemáticas intermedias para los negocios sobre el examen parcial del método de Gauss-Jordan durante el ciclo escolar 2014 (datos históricos). La Figura 1 muestra que la mayoría de los estudiantes (n=13) se ubican en el rango de 7.9 a 7.0. De hecho, 18 de los alumnos (66.66%) presentan una calificación inferior a 8.

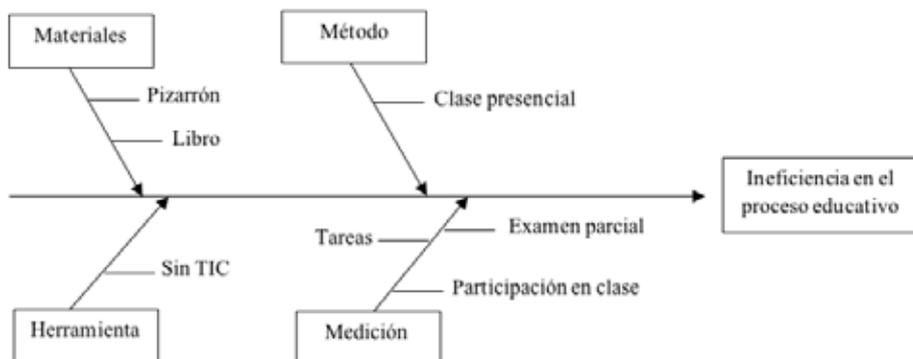


Figura 1. Calificaciones sobre el examen del método de Gauss-Jordan en el ciclo escolar 2014 (datos históricos).

Fuente elaboración propia

La Figura 2 muestra el Diagrama causa-efecto del proceso educativo sobre el método de Gauss-Jordan, donde se describen los aspectos que

influyen en la ineficiencia durante la enseñanza y el aprendizaje (materiales, método, herramienta y medición).



**Figura 2.** Diagrama causa-efecto sobre el proceso educativo del método de Gauss-Jordan.  
**Fuente:** Elaboración propia.

La segunda etapa del ciclo de Deming (Hacer) consiste en el diseño de las prácticas de laboratorio por medio de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos. La Figura 3 muestra

la práctica de laboratorio No.1, donde el estudiante utiliza la tecnología para comprobar los resultados obtenidos por medio del método de Gauss-Jordan.

**Matemáticas Intermedias para los negocios**

**Práctica de laboratorio No. 1**

Resuelve los siguientes ejercicios por medio del método de Gauss-Jordan. Posteriormente, comprueba los resultados a través de la aplicación web MsSchool disponible en (<http://es.onlinemschool.com/math/assistance/equation/haus/>). Asimismo, realiza la gráfica de las funciones lineales por medio del software Desmos disponible en Google drive o en la dirección web <https://www.desmos.com/calculator>

<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio 1</b></p> $\begin{matrix} x + y = 5 \\ 4x + y = 11 \end{matrix}$	<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio 2</b></p> $\begin{matrix} 2x + 3y = 8 \\ 5x + y = 7 \end{matrix}$	<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio 3</b></p> $\begin{matrix} x + 3y = 7 \\ 2x + y = 9 \end{matrix}$
--	---	--

**Figura 3.** Práctica de laboratorio No.1.  
**Fuente:** Elaboración propia

La tercera etapa del ciclo de Deming (Revisar) consiste en el análisis de los datos recopilados por el Instrumento de medición.

Esta investigación analiza la eficacia de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos en la asignatura Matemáticas intermedias para los negocios por medio de las dimensiones Proceso educativo y Herramienta tecnológica.

De acuerdo con los estudiantes, la aplicación web MsSchool facilita bastante la asimilación

del conocimiento (n=13, 41.9354%), el trabajo colaborativo (n=14, 45.1612%) y el razonamiento matemático (n=12, 38.7096%). Asimismo, ninguno de los participantes está en la categoría Nada. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos de la aplicación web MsSchool en el proceso educativo (Asimilación del conocimiento, Trabajo colaborativo y Razonamiento matemático).

**Tabla 2.** Proceso educativo por medio de la aplicación web MsSchool.

	Asimilación del conocimiento	Trabajo colaborativo	Razonamiento matemático
Totalmente	11 (35.4838%)	8 (25.8064%)	11 (35.4838%)
Bastante	13 (41.9354%)	14 (45.1612%)	12 (38.7096%)
Regular	7 (22.5806%)	8 (25.8064%)	8 (25.8064%)
Poco	0 (0%)	1 (3.2258%)	0 (0%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	31 (100%)	31 (100%)	31 (100%)

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los universitarios mencionan que la aplicación web MsSchool es una herramienta bastante innovadora (n=13, 41.9354%), de apoyo (n=16, 51.6129%) y útil (n=16, 51.6129%). Ninguno

de los encuestados está en las categorías Poco y Nada. La Tabla 3 muestra los resultados sobre el uso de la aplicación web MsSchool en el campo educativo (Innovadora, De apoyo y Útil).

**Tabla 3.** Uso de la aplicación web MsSchool en el campo educativo.

	Innovadora	De apoyo	Útil
Totalmente	12 (38.7096%)	9 (29.0322%)	10 (32.2580%)
Bastante	13 (41.9354%)	16 (51.6129%)	16 (51.6129%)
Regular	6 (19.3548%)	6 (19.3548%)	5 (16.1290%)
Poco	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	31 (100%)	31 (100%)	31 (100%)

Fuente: Elaboración propia.

Los alumnos de la asignatura Matemáticas intermedias para los negocios piensan que el servicio en la nube Desmos facilita bastante el proceso educativo por medio de la asimilación del conocimiento (n=14, 45.1612%), el trabajo colaborativo (n=15, 48.3870%) y el razonamiento matemático (n=16, 51.6129%). Ninguno de los universitarios está en la categoría Nada. La Tabla 4 muestra los resultados del servicio en la nube Desmos en el proceso educativo (Asimilación

del conocimiento, Trabajo colaborativo y Razonamiento matemático).

El servicio en la nube Desmos es una herramienta bastante innovadora (n=20, 64.5161%), de apoyo (n=17, 54.8387%) y útil (n=15, 48.3870%). Ninguno de los participantes está en la categoría Nada. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos del servicio en la nube Desmos en el campo educativo (Innovadora, De apoyo y Útil).

**Tabla 4. Proceso educativo por medio del servicio en la nube Desmos.**

	Asimilación del conocimiento	Trabajo colaborativo	Razonamiento matemático
Totalmente	10 (32.2580%)	9 (29.0322%)	8 (25.8064%)
Bastante	14 (45.1612%)	15 (48.3870%)	16 (51.6129%)
Regular	6 (19.3548%)	5 (16.1290%)	5 (16.1290%)
Poco	1 (3.2258%)	2 (6.4516%)	2 (6.4516%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	31 (100%)	31 (100%)	31 (100%)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5. Uso del servicio en la nube Desmos en el campo educativo.**

	Innovadora	De apoyo	Útil
Totalmente	6 (19.3548%)	8 (25.8064%)	9 (29.0322%)
Bastante	20 (64.5161%)	17 (54.8387%)	15 (48.3870%)
Regular	5 (16.1290%)	6 (19.3548%)	6 (19.3548%)
Poco	0 (0%)	0 (0%)	1 (3.2258%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	31 (100%)	31 (100%)	31 (100%)

Fuente: Elaboración propia

Esta investigación utilizó la percepción de los estudiantes para el análisis de la Calidad en el servicio educativo por medio de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos (Desarrollo de habilidades matemáticas, Proceso de enseñanza-aprendizaje, Asimilación del conocimiento y Aplicación del conocimiento).

De acuerdo con los alumnos de la asignatura Matemáticas Intermedias para los negocios, la aplicación web MsSchool permite el desarrollo de las habilidades matemáticas:

“Sí, porque nos ayuda a saber con exactitud las operaciones” (Estudiante 1, Femenino, Administración, 20 años).

“Ayuda a entender más el desarrollo

matemático” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Sí, ayuda al desarrollo matemático” (Estudiante 25, Femenino, Administración, 19 años).

Incluso, la aplicación web MsSchool permite la comprobación de los ejercicios relacionados con el método de Gauss-Jordan:

“Sí, ya que permite verificar los resultados” (Estudiante 8, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Sí, ayuda a comprobar tus procedimientos” (Estudiante 12, Femenino, Mercadotecnia, 19 años).

Cabe mencionar que la aplicación web MsSchool

permite resolver las dudas a los estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio, Contaduría, Mercadotecnia e Informática:

“Sí, te ayuda a resolver dudas sobre el tema” (Estudiante 7, Femenino, Mercadotecnia, 18 años).

“Sí, porque te ayuda a resolver las dudas” (Estudiante 10, Femenino, Comercio, 18 años).

Es importante mencionar que la aplicación web MsSchool presenta a los universitarios el procedimiento detallado del método de Gauss-Jordan:

“Sí, te explica paso a paso cómo llegar al resultado” (Estudiante 16, Femenino, Comercio, 19 años).

“Sí, porque explica paso a paso el procedimiento” (Estudiante 21, Masculino, Informática, 19 años).

“Sí te da el procedimiento” (Estudiante 30, Masculino, Contaduría, 19 años).

La aplicación web MsSchool es un medio tecnológico que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas:

“Sí, porque refuerza tu aprendizaje” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Sí, ayuda a comprender” (Estudiante 10, Femenino, Comercio, 18 años).

“Sí, la mayoría de las personas aprenden más usando la computadora” (Estudiante 16, Femenino, Comercio, 19 años).

De acuerdo con los participantes, la aplicación web MsSchool es una herramienta de apoyo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje:

“Sí, ayuda al proceso educativo” (Estudiante 25, Femenino, Administración, 19 años).

“Sí, ya que te ayuda a verificar errores” (Estudiante 27, Masculino, Contaduría, 18 años).

“Sí, porque es una herramienta complementaria” (Estudiante 31, Masculino, Comercio, 19 años).

Incluso, los encuestados mencionan que la aplicación web MsSchool es útil, innovadora y eficiente para el campo educativo:

“Sí, es muy útil” (Estudiante 4, Femenino, Mercadotecnia, 18 años).

“Sí, es una aplicación eficiente” (Estudiante 9,

Masculino, Comercio, 20 años).

“Sí, es una manera innovadora para autoevaluarte” (Estudiante 12, Femenino, Mercadotecnia, 19 años).

“Sí, es una buena herramienta” (Estudiante 18, Masculino, Administración, 19 años).

Cabe mencionar que la aplicación web MsSchool facilita la asimilación del conocimiento sobre el método de Gauss-Jordan:

“Sí, porque te enseña las operaciones con exactitud” (Estudiante 1, Femenino, Administración, 20 años).

“Sí, explica de manera concreta” (Estudiante 9, Masculino, Comercio, 20 años).

“Sí, porque lo explica bien” (Estudiante 18, Masculino, Administración, 19 años).

“Sí, ya que todos los procedimientos tienen un orden” (Estudiante 31, Masculino, Comercio, 19 años).

Incluso, los estudiantes de la asignatura Matemáticas Intermedias para los negocios mencionan que la aplicación web MsSchool es rápida y fácil:

“Sí, porque es más fácil” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Sí, gracias a su rapidez” (Estudiante 8, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Sí, entiendes más rápido” (Estudiante 10, Femenino, Comercio, 18 años).

“Sí, es fácil” (Estudiante 16, Femenino, Comercio, 19 años).

Asimismo, la herramienta web MsSchool permite la aplicación del conocimiento en problemas vinculados con la realidad:

“Sí, te ayuda” (Estudiante 1, Femenino, Administración, 20 años).

“Sí, refuerza conocimientos” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Sí, ayuda al entendimiento del tema” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Sí, ayuda a comprender” (Estudiante 12, Femenino, Mercadotecnia, 19 años).

Por otro lado, los universitarios indican que el servicio en la nube Desmos permite desarrollar las habilidades matemáticas por medio de las gráficas:

“Sí, porque facilita el conocimiento matemático” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia,

20 años).

“Ayuda a entender el procedimiento” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Sí, facilita graficar” (Estudiante 7, Femenino, Mercadotecnia, 18 años).

“Es una herramienta complementaria” (Estudiante 9, Masculino, Comercio, 20 años).

Del mismo modo, el servicio en la nube Desmos facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas:

“Sí, porque la tecnología ayuda mucho” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Ayuda a practicar el tema” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Sí, facilita el proceso de graficar” (Estudiante 7, Femenino, Mercadotecnia, 18 años).

“Sí, ayuda” (Estudiante 12, Femenino, Mercadotecnia, 19 años).

“Sí, facilita la comprensión del tema” (Estudiante 23, Femenino, Contaduría, 19 años).

Cabe mencionar que el servicio en la nube Desmos permite la asimilación del conocimiento matemático:

“Sí, es más fácil aprender” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Ayuda a practicar el tema” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Hace más fácil entender el tema” (Estudiante 23, Femenino, Contaduría, 19 años).

Por último, los universitarios señalan que el servicio en la nube Desmos facilita la aplicación del conocimiento en problemas vinculados con la realidad:

“Sí, refuerza conocimiento” (Estudiante 2, Femenino, Mercadotecnia, 20 años).

“Ayuda a practicar el tema” (Estudiante 3, Femenino, Administración, 18 años).

“Sí, pues ya teniendo los resultados puedes analizarlos” (Estudiante 27, Masculino, Contaduría, 18 años).

#### 4. Discusión de resultados

Esta investigación mixta analiza el impacto del ciclo de Deming en el proceso educativo sobre el método

de Gauss-Jordan por medio de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos.

Resulta valioso mencionar que un producto o servicio es considerado de calidad cuando éste cumple con las necesidades, expectativas y exigencias de los consumidores (Prajogo y Sohal, 2006; Belay et al., 2014; Mena et al., 2017).

En particular, los alumnos de la asignatura Matemáticas Intermedias para los negocios señalan que la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos facilitan el desarrollo de las habilidades matemáticas y la asimilación del conocimiento sobre el método de Gauss-Jordan.

Por consiguiente, este estudio mixto comparte las ideas de diversos autores (p.ej., Uyanga, 2014; Mulqueeny et al., 2015; Mustakero y Borissova, 2017; Salas et al., 2016) sobre la importancia de las herramientas tecnológicas para lograr la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades en los estudiantes.

Cabe mencionar que la primera etapa del ciclo de Deming (Planificar) tiene un papel fundamental para identificar la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los temas del método de Gauss-Jordan. De hecho, el Diagrama causa-efecto permitió analizar los materiales, los métodos y las herramientas para determinar los aspectos que influyen directamente en el desarrollo de la asignatura Matemáticas Intermedias para los negocios.

Asimismo, el diseño, desarrollo y uso de las aplicaciones tecnológicas son fundamentales para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes (Kim y Lee, 2013; Star et al., 2014; Salas, 2015; Mustakero y Borissova, 2017; Martin et al., 2018; Pacheco et al., 2018).

De acuerdo con los estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio, Contaduría, Mercadotecnia e Informática, la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el método de Gauss-Jordan.

Es importante mencionar que el aprendizaje en línea y la educación a distancia están siendo utilizado con más frecuencia en los centros escolares (González, 2013; Vilkonis et al., 2013; Almerich et al., 2016; Mustakero y Borissova, 2017). Por consiguiente, los docentes tienen la

posibilidad de utilizar diversas herramientas tecnológicas (p.ej. la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos) en las actividades escolares con el propósito de innovar el proceso educativo.

### III. CONCLUSIONES

Las etapas del ciclo de Deming (planificar, hacer, revisar y actuar) permiten transformar las actividades de enseñanza-aprendizaje por medio de la incorporación de la tecnología. En particular, el uso de la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos facilitan la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades sobre los temas del método de Gauss-Jordan.

La aplicación web MsSchool representa un medio innovador para el campo de las matemáticas debido a que esta herramienta tecnológica muestra a el procedimiento detallado para resolver los sistemas de ecuaciones lineales por medio del método de Gauss-Jordan. Asimismo, el servicio en la nube Desmos permite a los estudiantes graficar las funciones lineales de forma rápida y sencilla.

Es importante mencionar que el ciclo de Deming permite el mejoramiento continuo de las instituciones educativas. Incluso, las futuras investigación pueden utilizar las etapas del ciclo de Deming (planificar, hacer, revisar y actuar) para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en diversas áreas vinculadas con la administración, química o física por medio de las TIC. Por ejemplo, la aplicación web MsSchool y el servicio en la nube Desmos junto con el Ciclo de Deming pueden ser utilizados en las asignaturas de la Ciencias de la Ingeniería, Administrativas y Comerciales de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI).

Por último, las instituciones educativas deben de actualizar e innovar las estrategias, los procesos y/o los métodos de enseñanza-aprendizaje por medio de la calidad y la tecnología de vanguardia.

### IV. REFERENCIAS

Albertin, M. R., Jaguaribe-Pontes, H. L., Rabelo-Frota, E., y Barros-Assuncao, M. (2015). Flexible benchmarking: a new reference model. *Benchmarking: An International Journal*, 22(5), 920-944. Doi: 10.1108/BIJ-05-2013-0054

Almerich, G., Orellana, N., Suárez-Rodríguez, J., y Díaz-García, I. (2016). Teachers' information and communication technology competences: A structural approach. *Computers & Education*, 100, 110-125. doi:10.1016/j.compedu.2016.05.002

Álvarez-Botello, J., Chaparro-Salinas, E. M., y Reyes-Pérez, D. E. (2014). Estudio de la Satisfacción de los Estudiantes con los Servicios Educativos brindados por Instituciones de Educación Superior del Valle de Toluca. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(2), 5-26. Recuperado de <https://revistas.uam.es/index.php/reice/article/view/2788>

Bai, Y., Mo, D., Zhang, L., Boswell, M., y Rozelle, S. (2016). The impact of integrating ICT with teaching: Evidence from a randomized controlled trial in rural schools in China. *Computers & Education*, 96, 1-14. Doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.005

Belay, A. M., Kasie, F. M., Helo, P., Takala, J., y Powell, D. J. (2014). Adoption of quality management practices: An investigation of its relationship with labor productivity for labor-intensive manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*, 21(1), 77-100. Doi: 10.1108/BIJ-02-2012-0011

Bennane, A. (2013). Adaptive Educational Software by Applying Reinforcement Learning. *Informatics in Education*, 12(1), 13-27. Recuperado de [https://www.mii.lt/informatics\\_in\\_education/htm/INFE220.htm](https://www.mii.lt/informatics_in_education/htm/INFE220.htm)

Brinkley-Etzkorn, K. E. (2018). Learning to teach online: Measuring the influence of faculty development training on teaching effectiveness through a TPACK lens. *Internet and Higher Education*, 38, 28-35.

Carreño, A. (2009). Medición de la calidad, la eficiencia y la productividad en hospitales públicos de tercer nivel de atención en Bogotá. *Universidad y Empresa*, 17, 203-222. Recuperado de <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1089>

Chen, L. L. (2016). Impacts of Flipped Classroom in High School Health Education. *Journal of Educational Technology Systems*, 44(4), 411-420. Doi: 10.1177/0047239515626371

- Genlott, A. A., y Gronlund, A. (2016). Closing the gaps- Improving literacy and mathematics by ict-enhanced collaboration. *Computers & Education*, 99, 68-80. Doi: 10.1016/j.compedu.2016.04.004
- González, C. (2013). E-Teaching in Undergraduate University Education and Its Relationship to Approaches to Teaching. *Informatics in Education*, 12(1), 81-92. Recuperado de [https://www.mii.lt/informatics\\_in\\_education/htm/INFE212.htm](https://www.mii.lt/informatics_in_education/htm/INFE212.htm)
- Guerrero-Roldán, A. E., y Noguera, I. (2018). A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses. *Internet and Higher Education*, 38, 36-46.
- Hualpa-Medina, A. C., Saltos-Cruz, J. G., Jiménez-Castro, W. F., y Saltos-Cruz, S. E. (2017). La gestión de calidad y la formalización de procesos de educación superior: un estudio descriptivo de corte transeccional en unidades de titulación de la Provincia de Tungurahua. *Revista Publicando*, 12(1), 792-805. Recuperado de [https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/964/pdf\\_712](https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/964/pdf_712)
- Iglesia-Mayol, B., y Rossello-Ramon, M. R. (2018). Aplicación del Sistema Internacional de Observación y Feedback Docente (ISTOF-II) en un Contexto Educativo No-Anglosajón. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 16(1), 89-104. doi: 10.15366/reice2018.16.1.006
- Kim, D. G., y Lee J. (2013). Development of an Intelligent Instruction System for Mathematical Computation. *Informatics in Education*, 12(1), 93-106. Recuperado de [https://www.mii.lt/informatics\\_in\\_education/htm/INFE219.htm](https://www.mii.lt/informatics_in_education/htm/INFE219.htm)
- Marchisio, M., Rabellino, S., Spinello, E., y Torbidone, G. (2017). Advanced e-learning for IT-Army officers through virtual learning environments. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 13(3), 59-70. Doi: 10.20368/1971-8829/1382
- Martin, F., Wang, C., y Sadaf, A. (2018). Student perception of helpfulness of facilitation strategies that enhance instructor presence, connectedness, engagement and learning in online courses. *Internet and Higher Education*, 37, 52-65.
- Martínez-Preciado, J. F. (2010). La construcción de indicadores y evaluación de la calidad en centros educativos. Seis experiencias en México. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8, 133-153. Recuperado de <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num5/art11.pdf>
- Mena-López, V., Lara-Núñez, T., y Soliz-Aguayo, N. A. (2017). Valoración del Nivel de Satisfacción de los Usuarios de la Clínica Odontológica de Pregrado de la Universidad Central del Ecuador. *Revista Publicando*, 11(2), 218-237. Recuperado de <https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/561>
- Mulqueeny, K., Kostyuk, V., Baker, R. S., y Ocumpaugh, J. (2015). Incorporating effective e-learning principles to improve student engagement in middle-school mathematics. *International Journal of STEM Education*, 2, 1-14. Doi: 10.1186/s40594-015-0028-6
- Mustakero, I., y Borissova, D. (2017). A Framework for Development of e-learning System for computer programming: Application in the C programming Language. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 13(2), 89-101. doi:10.20368/1971-8829/1299
- Pacheco, E., Lips, M., y Yoong, P. (2018). Transition 2.0: Digital technologies, higher education, and vision impairment. *Internet and Higher Education*, 37, 1-10.
- Paz-Enrique, L. E., y Tamayo-Rueda, D. (2017). Calidad en sitios web institucionales: El caso de la intranet de la Facultad de Ciencias de la Información y la Educación, Cuba. *Revista Publicando*, 12(1), 30-42. Recuperado de [https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/539/pdf\\_446](https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/539/pdf_446)
- Pérez-Gao Montoya, M. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPES de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. *Industrial data*, 20(2), 95-100. Doi:10.15381/idata.v20i2.13955
- Prajogo, D. I., y Sohal, A. (2006). The relationship between organization strategy, total quality management (TQM), and organization performance-the mediating role of TQM. *European Journal of Operational Research*, 1,

- 35-50. doi:10.1016/j.ejor.2004.03.033
- Rawashdeh, F. M. (2014). Assessment of the Middle Administrative Leadership's Awareness of the Implementation of the Concept of Total Quality Management (TQM) in Commercial Banks operating in Jordan. *Arab Economic and Business Journal*, 9(1), 81-92. doi:10.1016/j.aebj.2014.05.001
- Rohatgi, A., Scherer, R., y Hatlevik, O. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103-116. doi:10.1016/j.compedu.2016.08.001
- Salas-Rueda, R. A. (2015). Use of infographics in virtual environments for personal learning process on boolean algebra. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, 130, 37-47. Doi: 10.15178/va.2015.130.64-74
- Salas-Rueda, R. A. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 8, 23-52. doi:10.23913/ride.v8i16.331
- Salas-Rueda, R. A. y Salas-Silis, J. A. (2018). Simulador Logic.ly ¿Herramienta tecnológica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las Matemáticas? *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(3), 1-25
- Salas-Rueda, R. A., y Vázquez-Estupiñán, J. J. (2017). Innovación en el proceso educativo superior a través del servicio en la nube erpag. *Revista electrónica calidad en la educación superior*, 8(2), 62-86. doi:10.22458/caes.v8i2.1917
- Salas-Rueda, R. A., Vázquez-Estupiñán, J. J., y Lugo-García, J. L. (2016). Uso del avatar en el proceso de enseñanza aprendizaje sobre las aplicaciones de las derivadas. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 39, 71-84. doi:10.15198/seeci.2016.39.72-88
- Star, J. R., Chen, J. A., Taylor, M. W., Durkin, K., Dede, C., y Chao, T. (2014). Studying technology-based strategies for enhancing motivation in mathematics. *International Journal of STEM Education*, 1, 1-19. Doi: 10.1186/2196-7822-1-7
- Useche, M. C., y Oliveira, F. (2009). Calidad del servicio en el sector alimentos en el municipio de Maracaibo. *Universidad y Empresa*, 8(16), 150-171. Recuperado de <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1076>
- Uyanga, S. (2014). Baseline Analysis on ICT in General Education of Mongolia. *Informatics in Education*, 13(1), 121-140. Recuperado de [https://www.mii.lt/informatics\\_in\\_education/htm/INFE236.htm](https://www.mii.lt/informatics_in_education/htm/INFE236.htm)
- Valmohammadi, C., y Roshanzamir, S. (2015). The guidelines of improvement: Relations among organizational culture, TQM and performance. *International Journal of Production Economics*, 164, 167-178. Doi: 10.1016/j.ijpe.2014.12.028
- Vela-Ortiz, D. A. (2010). La satisfacción del cliente bancario en Canadá: Diferencias entre canadienses e inmigrantes de la América Latina. *Universidad y Empresa*, 18, 50-71. Recuperado de <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1329>
- Vilkonis, R., Bakanoviene, T., y Turskiene, S. (2013). Readiness of Adults to Learn Using E-learning, M-learning and T-learning Technologies. *Informatics in Education*, 12(2), 181-190. Recuperado de [https://www.mii.lt/informatics\\_in\\_education/pdf/INFE223.pdf](https://www.mii.lt/informatics_in_education/pdf/INFE223.pdf)
- Villarruel-Fuentes, M. (2010). Calidad en la educación superior: un análisis reflexivo sobre la gestión de sus procesos en los centros educativos de América. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8, 110-118. Recuperado de <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num5/art7.pdf>

# Indicadores de sostenibilidad sociales y económicos: Caso productores de cacao en El Oro, Ecuador.

Salomón Barrezueta-Unda<sup>1\*</sup>; Antonio Paz-González<sup>2</sup>

## Resumen

Se planteó una investigación empírica con los objetivos de conformar un conjunto de indicadores de sostenibilidad económicos y sociales para comparar con el Índice de Sostenibilidad (IS) entre los tipos de Cacao Nacional y Cacao CCN51. Los indicadores fueron producto de una revisión de la literatura, para estructurar una encuesta a 73 agricultores de la provincia El Oro (Ecuador). El proceso estadístico consistió en un análisis descriptivo y de componentes principales (ACP), para conformar indicadores que se clasificaron por dimensiones (económicas y sociales). El calculando del IS fue producto de la suma de los indicadores normalizados en una escala de 0 a 1 y promediados por dimensión. También se realizó una prueba t de muestras independientes por tipo de cacao, para determinar significancia al 5%. Los indicadores económicos evidenciaron mayor área neta con menor rendimiento del cacao Nacional con respecto al cacao CCN51. Los indicadores sociales filiación agraria y equidad obtuvieron mayor puntuación en el cacao Nacional. El ACP conformó tres componentes por tipo de cacao, lo que permitió seleccionar los 8 indicadores propuestos, sin obtener significancia en la dimensión económica. El IS fue de baja sostenibilidad para bajo en ambos tipos (Nacional= 45%; CCN51=41%), sin existir diferencias significativas ( $p=0,134$ ).

**Palabras Clave:** Análisis de componentes principales; cacao Nacional; CCN51; indicadores; sostenibilidad

## Indicators of sustainability social and economic: Case cocoa farmers of El Oro, Ecuador.

## Abstract

Empirical research was proposed with the targets of forming a set of indicators of economic and social sustainability to compare with the Index of Sustainability (IS) between the types of National Cocoa and Cocoa CCN51. The indicators were a product of a review of the literature, to structure a survey of 73 farmers of the province of El Oro (Ecuador). The statistical process consisted of a descriptive analysis and main components (ACP), to produce indicators that were classified by dimensions (economic and social). The calculating of IS was a product of the sum of the standardized indicators on a scale of 0 to 1 and averaged by dimension. There was also a t-test for independent samples by type of cocoa. The economic indicators showed a higher net area with lower performance of national cocoa levels with regard to cocoa CCN51. The social indicators agrarian affiliation and equity obtained higher scores in the national cocoa. The ACP conformed three components by cocoa type, which allowed the selection of the 8 proposed indicators, without getting significant in the economic dimension. The IS was low sustainability for both types (National = 45%; CCN51 = 41%), without significant differences ( $P= 0,134$ ).

**Keywords:** Analysis of main components; cocoa National; CCN-51; indicators; sustainability

**Recibido:** 14 de noviembre de 2017

**Aceptado:** 13 de julio de 2018

<sup>1</sup>Profesor titular en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuaria de la Universidad de Machala, El Oro, Ecuador; [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

<sup>2</sup>Profesor titular en la Facultad de Ciencias de la Universidad da Coruña. Campus Zapateira, A Coruña, España; [antonio.paz.gonzalez@udc.es](mailto:antonio.paz.gonzalez@udc.es); <https://orcid.org/0000-0001-6318-8117>

\*Autor para correspondencia: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas agrarios (SA), son un eje estratégico para alcanzar el desarrollo sostenible de las naciones (de Olde, Sautier, & Whitehead, 2018). Concepto que fue establecido por la Comisión Brundland en 1987 como “la satisfacción de las necesidades de la sociedad actual y el futuro aprovechamiento de los recursos naturales para las nuevas generaciones” (WCED, 1987). En este contexto, para ser viable el concepto de sostenibilidad es necesario conocer los requerimientos sociales, económicos y ambientales de los SA, con el propósito de medir logros encuadrados en los objetivos de sostenibilidad como la equidad, el bienestar de las personas y los animales, la eficiencia energética, beneficios económicos y conservación de la biodiversidad entre otros (Fawaz-Yissi y Vallejos-Cartes, 2011; Barrezueta-Unda, 2015).

Para la década de los 70' la comunidad científica establece las bases de la relación directa entre las dimensiones económica y social con la naturaleza, con la finalidad de implementar mecanismos de medición de la sostenibilidad. Proceso que varios autores (Bonisoli, Galdeano-Gómez, & Piedra-Muñoz, 2018; Wehbe & Tonolli, 2015) la definen como una construcción, desconstrucción y reconstrucción cotidiana basado en experiencias pasadas y de cara a los posibles cambios de las dimensiones en el futuro.

Espinosa-García et al., (2015) recomienda para la interpretación de los resultados de la medición de la sostenibilidad de los SA: primero delimitar indicadores que aseguren información clara y precisa para la toma de decisiones que mejoren las necesidades humanas (Zulfiqar & Thapa, 2017) y segundo no utilizar indicadores tipo macro como el ingreso per-capital (dimensión económica) o la tasa de analfabetismo (dimensión social), debido a que la información que se genera es específica de finca. Para esto, varios investigadores como Loewy (2008), Spiaggi y Ottmann (2010) y Soler y Arroyo (2013) recomienda sintetizarse en un único indicador que recoja toda la información posible para ser entendido y utilizado por los involucrados.

El proceso de selección de indicadores, incluye un análisis previo del entorno considerando que los SA, son afectados en su rentabilidad, no solo

por la baja fertilidad del suelo, condiciones de manejo inapropiadas u escasas del recurso agua, sino de forma indirecta por las variables sociales y económicos como el apoyo gubernamental, calidad de vida, grado de organización en otros factores que afectan el normal desarrollo de las fincas y dificultad alcanzar el concepto de sostenibilidad (Castillo-Rodríguez et al., 2012).

Desde esta perspectiva, es conveniente analizar la sostenibilidad del SA *Theobroma cacao* L (cacao) en Ecuador, tanto para, el tipo Nacional, reconocido en los mercados por sus cualidades de aroma y sabor, como para el clon Colección Castro Naranjal 51 (CCN51) de alto rendimiento pero de baja calidad organoléptica (Sánchez-Mora et al., 2013; Villalba, Holguin, Acuña, & Piñeros Varon, 2011), con la finalidad de encontrar diferencias en las dimensiones económica y social. Esta información permitirá el diseño de una política agraria objetiva y que incentiven la producción de los dos tipos de cacao, sin generar competencia entre ellos.

Por otra parte, López-Baez, Ramírez-González, Espinosa-Zaragoza, Villarreal-Fuentes y Wong-villarreal, (2015) consideran al cacao en Ecuador como un prestador de servicios ecosistémicos, aún no reconocidos, sea para cacao Nacional o cacao CCN51. A pesar del rol importante en la mitigación de los gases efecto invernaderos por su capacidad de almacenar entre 60 a 100 t C ha<sup>-1</sup> en el suelo (Somarriba et al., 2013; Utomo, Prawoto, Bonnet, Bangviwat, & Gheewala, 2014). Esto se debe a la falta de estudios con un enfoque de sostenibilidad en las dimensiones económica, social y ambiental.

En este contexto se planteó como objetivos: describir las dimensiones económica y social de un grupo de productores de cacao, conformar un conjunto de indicadores de sostenibilidad económicos y sociales y se comparó con el Índice de Sostenibilidad entre los tipos de Cacao Nacional y Cacao CCN51. El ámbito de la propuesta es local y orientado a pequeños productores en la provincia El Oro (Ecuador).

## **II. DESARROLLO**

### **1. Metodología**

La investigación fue descriptiva de tipo transversal y correlacional, donde no se modificó las variables

en estudio, con la finalidad de obtener información fácilmente verificable de fuentes primarias, que se obtuvo de entrevista a 73 productores de cacao de la provincia de El Oro (Ecuador), ubicada entre las coordenadas 05°-3.62° S y 79.55°-80.06° O. Área

que comprenden a los municipios El Guabo, Machala, Pasaje y Santa Rosa. (Figura 1). El clima es Tropical Megatérmico, promedio de temperatura de 26 °C y precipitaciones promedio anual de entre 550 a 1700 mm (Luna-Romero et al., 2018)

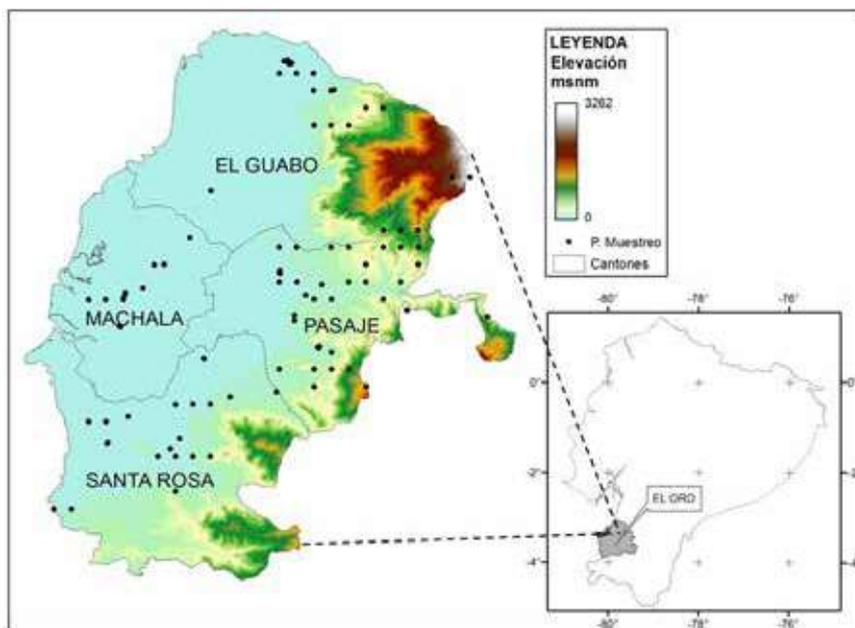


Figura 1. Ubicación de la zona en estudio

*Marco de trabajo*

La metodología utilizada para medir la sostenibilidad de las fincas se fundamenta en los trabajos de Nardo et al., (2005) y Van Cauwenbergh et al., (2007), autores que utilizaron una estructura jerárquica (dimensión, indicador), que permitió construir el marco de trabajo en el siguiente orden.

*Marco conceptual*

Fue la etapa donde se delimito la investigación en las dimensiones económicas y sociales, el sistema a medir (fincas cultivadas con cacao), la escala espacial (provincia El Oro) y el periodo de análisis (2014 al 2015). También se realizó la selección de indicadores obtenidos de una revisión de literatura científica, que incluye los trabajos de Muner, Masera, Fornazier, de Souza, & de Loreto, (2015) y Gómez-Limón & Sanchez-Fernandez, (2010). Indicadores que fueron agrupados en las dimensiones económica y social, los cuales se presentan a continuación.

*Indicadores económicos*

Especialización de la explotación (ESPEX): mide la relación del área neta del cultivo y la superficie total de la

fincas. Cuanto mayor sea el grado de ESPEX en un único cultivo, menor será su sostenibilidad. Se calculó con la ecuación (1).

$$ESPEX = \frac{Sc}{S} \tag{1}$$

Dónde: ESPEX=Especialización de la explotación; Sc= Superficie dedicada al cultivo (ha); S= Superficie total (ha).

Rendimiento anual (RED): fue la relación del rendimiento anual en kg ha<sup>-1</sup> año de la superficie cosechada y la superficie cultivada. Se calcula con la ecuación (2)

$$RED = \frac{R}{Sc} \tag{2}$$

Dónde: RED= Rendimiento anual (kg ha<sup>-1</sup> año); R: Rendimiento de la superficie cosecha (kg ha<sup>-1</sup> año); Sc: Superficie dedicada al cultivo (ha).

Relación Beneficio Costo (B/C): Indicador mide el beneficio financiero por cada dólar invertido, valor que se obtiene de la ecuación (3).

$$B/C = \frac{B}{C}$$

Dónde: B/C= Beneficio costo B= ganancia total neta en \$ ha<sup>-1</sup>; C= costo total neta en \$ ha<sup>-1</sup>

#### *Indicadores sociales*

Filiación agraria (FILIAGRI): Indica la filiación del agricultor con organizaciones sociales y sindicales del ámbito agrario. Se pondera en función de las respuestas: Si=1 punto, No=2 puntos.

Servicios básicos (SEB): Establece el valor de los servicios básicos presente en las fincas, relacionado con las personas que viven en el predio.

La finca no cuenta con SEB=2

La finca cuenta con 3 SEB=4

La finca cuenta con al menos 5 SEB= 8 puntos

Equidad de género (EQI): Mide el grado de integración de la mujer en labores agrícolas y de administración de la finca. Donde se considera las respuestas afirmativas y negativas con el número de agricultores del género masculino:

Sin participación de la mujer en la finca=2

Las mujeres representan <50% de agricultores =4 puntos

Las mujeres representan >50% de agricultores =8 puntos

Integración familiar en la producción y toma de decisión (IFPROD): El indicador capta el nivel de autonomía en la participación e integración familiar en los procesos productivos y en la toma de decisiones que influyen en la administración de la finca (AF).

Se toma decisiones previo asesoramiento externo en la AF= 2 puntos

Toma las decisiones solo el padre por costumbre en la AF = 4 puntos

Participación solo del padre en función de la experiencia en las decisiones AF=6 puntos

Toman decisiones por mutuo acuerdo los miembros de la familia en la AF=8 puntos

Capacitación agraria (CAPA): Determina el grado de auto preparación y actualización de

conocimientos entorno al cultivo tomando como referencia los últimos 5 años.

Sin capacitación=2.

Menos de 2 capacitaciones en más de 5 años=4.

Menos de 2 capacitaciones en menos de 5 años=6

Más de 3 capacitaciones en menos de 5 años=8.

#### *Trabajo de Campo*

Las entrevistas tomadas de forma aleatoria fueron estratificadas en función de la ubicación de las fincas en suelos con aptitud agrologica para el cultivo de cacao, con una superficie entre 2 a 9 ha. Quedando conformada la muestra por 24 productores de cacao tipo Nacional y 49 del tipo CCN51.

#### *Tratamiento de datos*

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para los indicadores cuantitativos y un recuento de frecuencia para las variables categóricas. A continuación, se empleó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para la selección de los mayores autovectores por componentes principales (CP)  $\geq 1$  y con peso por indicador  $\geq 0,40$  (Martinez, Galantini, Duval, & López, 2015; Sánchez-Navarro et al., 2015).

#### *Selección de indicadores*

Con los indicadores de mayor peso seleccionados del ACP, se procedió a normalizar los valores (0 a 1). Para esto se empleó la ecuación (4) de normalización lineal de Max-Min, donde 1 es el máxima valor positivo (alta sostenibilidad) y cero el valor negativo (no sostenible). Pero cuando el valor positivo no es el esperado (inverso negativo), se modifica la ecuación (5).

$$V_n = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (4)$$

$$V_n = 1 - \left( \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \right) \quad (5)$$

Dónde: Vn= Valor normalizado; V= Valor observado sin normalizar, Vmin= Valor mínimo del total de datos, Vmax= Valor máximo del total de datos

#### *Conformación del Índice de Sostenibilidad (IS)*

Por cada indicador se suman y promedian por dimensión y tipo de cacao en estudio, multiplicando el resultado por 100 para obtener un escala porcentual donde valores entre 30 a 60% se considera como baja sostenibilidad del SA (Escribano, Gaspar, Mesías, Pulido

y Escribano, 2014) y menor a 29% sin sostenibilidad. Resultados que se comparan con una prueba t de muestras independientes con significancia de 5%, para determinar diferencias estadísticas. Todo el proceso estadístico fue realizando con el software SPSS versión 21 (IBM Corp, 2013).

**2. Resultados y Discusión**

El análisis de las características económicas y sociales por tipo de cacao se presenta en la tabla 1. Donde la media de edad entre los agricultores difiere muy poco (Nacional=50 años ±15,75; CCN51=53 años ±12,73), contrario al promedio de edad de las plantaciones (Nacional= 33 años ±17,76 y CCN51=7 años ±4,77). En los casos de la superficie total y neta es mayor en el tipo Nacional con 6,38 ±3,96 y 4,58 ±2,62 ha respectivamente. Diferencias que se atribuyen al sistema de siembra irregular y mayor fuste de las plantas en el caso de del tipo Nacional (Cerdea et al., 2014; Jadán, Torres, & Günter, 2012) y al sistema asociativo o agroforestal que incide en el aprovechamiento de la superficie.

Los costos y ganancia del tipo de cacao CCN51 fue \$ 919,68 ha-1 año ±797,76 y \$ 1638,57 ha-1 año ±1167,58 respetivamente, fueron superiores al tipo de cacao

Nacional, con menor desviación estándar (Tabla 1). Resultados que se encuentran a los rangos determinados por Viteri Salazar, Ramos-Martín, & Lomas, (2018) en cultivares de cacao ecuatorianos. Esta diferencia se puede atribuir a la mayor densidad de plantas en el tipo de cacao CCN51 cultivado en monocultivo, demostrando que es más productivo en menor área, pero con mayor inversión, aunque el precio local es igual para ambos tipos de cacao. Esto ocasiona un deterioro de la calidad del cacao Nacional como lo expresa Melo y Hollander (2013).

Por otra parte, en la administración de las fincas el género masculino predominó con 79,20% y 83,70% para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respectivamente (Tabla 1). Indicador que demuestra una inequidad, pero que son aproximados con la información Deerey Twyman (2014) con un 24,3% de la participación de la mujer en la administración agrícola en Ecuador. El caso del nivel de formación educativa muestra un alto porcentaje de primaria en ambos escenarios de producción, pero con una mejor perspectiva en los productores del tipo Nacional donde el 20% de la muestra tiene formación superior.

**Tabla 1.** Características generales económicas y sociales (n=73)

Tipos de cacao	Características	Frecuencia (%)	Media	DE(±)	Mín.	Max.
Nacional	Edad agricultor (años)		50,00	15,75	27,00	83,00
	Edad plantación (años)		33,00	17,76	3,00	80,00
	Superficie total (ha)		6,38	3,96	2,00	20,00
	Superficie neta (ha)		4,58	2,62	1,40	11,00
	Costo (\$ ha-1 año)		730,48	1653,96	112,50	6666,67
	Ganancia (\$ ha-1 año)		1204,90	2785,23	100,00	12000,00
	Administradores hombres	79,20				
	Administradoras mujeres	20,80				
	Educación primaria	62,50				
	Educación secundaria	16,70				
Educación superior	20,80					
CCN51	Edad agricultor (años)		53,00	12,73	23,00	70,00
	Edad plantación (años)		7,00	4,77	2,00	25,00
	Superficie total (ha)		9,48	9,01	1,00	40,00
	Superficie neta (ha)		5,94	4,61	1,00	28,00
	Costo (\$ ha-1 año)		919,68	797,76	66,67	3500,00
	Ganancia (\$ ha-1 año)		1638,57	1167,58	100,00	5500,00
	% de encuestados hombres	83,70				
	% de encuestados mujeres	16,30				
	Educación primaria	53,10				
	Educación secundaria	36,70				
Educación superior	10,20					

DE= desviación estándar; Min= mínimo; Max=máximo

En la Tabla 2 se presentan el análisis estadístico para los indicadores económicos por tipos de cacao, mostrando el indicador RED rangos de 476,92-2337,64 kg ha<sup>-1</sup> para Nacional y CCN51 respetivamente, valores que indicaron significancia ( $p < 0,00$ ) entre dos tipos de cacao. En el caso de las medias en B/C (Nacional=2,18;

CCN51=2,59) y ESPEX (Nacional=0,85; CCN51=0,84) las medias fueron muy próximas, pero con rangos mínimo en el cacao Nacional y máximo en los cultivares de CCN5. Resultados que no indicaron significancia estadística en B/C ( $p = 0,50$ ) y ESPEX ( $p = 0,85$ ).

**Tabla 2.** Análisis estadístico para indicadores económicos (Nacional, n=24; CCN51, n=49)

Tipos de cacaos	RED		B/C		ESPEX	
	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51
Media	476,92	2337,64	2,18	2,59	0,85	0,84
DE	317,19	1313,59	1,66	2,72	0,24	0,26
Min	155,00	175,00	0,15	0,13	0,22	0,38
Max	1588,00	5500,00	1,00	2,00	7,43	12,61
Sig. 0,05	0,00		0,50		0,85	

Los indicadores sociales se presentan en la Tabla 3. El indicador FILIAGRI presenta en la categoría 1, que corresponde a la respuesta positiva, mayor grado de integración social en los agricultores de cacao Nacional (62,50%) en comparación con los de CCN51 (34,70%). En el caso del indicador SEB la categoría 2 muestra un rango de 37,50% (cacao Nacional) y 40,80% (cacao CCN51) que indica ausencia de servicios básico en la finca, mientras que en las categorías 4 y 8 los rangos máximos fueron 33,30% (cacao Nacional) y 34,70% (cacao CCN51) respectivamente.

Por otra parte, el indicador EQUI obtuvo una participación del 54,20% (categoría 8) de las mujeres en las fincas con cacao Nacional, mientras que el porcentaje para CCN51 fue 18,40% (tabla 3). Resultados que explican la poca participación de las mujeres y del resto de integrantes de la familia en las fincas cultivadas con cacao CCN51 (55,10%) en la categoría 6 en el indicador IFROD. Mientras que los porcentajes del indicador CAPA indico que más del 50% de agricultores en ambos tipos de cacao no han recibido capacitaciones en un periodo de 5 años antes de la investigación.

**Tabla 3.** Indicadores sociales

Indicadores	Categorías	Nacional		CCN51	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
FILIAGRI	1	15	62,50	1	34,70
	2	9	37,50	2	65,30
SEB	2	9	37,50	20	40,80
	4	8	33,30	12	24,50
	8	7	29,20	17	34,70
EQUI	2	9	37,50	32	65,30
	4	2	8,30	8	16,30
	8	13	54,20	9	18,40
IFROD	2	4	16,70	4	8,20
	4	7	29,20	7	14,30
	6	7	29,20	27	55,10
	8	6	25,00	11	22,40
CAPA	2	4	16,70	14	28,60
	4	13	54,20	18	36,70
	6	7	29,20	13	26,50
	8	0	0,00	4	8,20

Los resultados del ACP (Tabla 4), indicaron tres CP que representan una varianza acumulada de 68,07% y 54,03% para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente. Esto produjo mayor peso en los autovector del CP1 para el tipo de cacao Nacional (ESPEX = -0,82; FILIAGRI = 0,78; B/C = 0,60; CAPA = 0,61) que los obtenidos para el cacao tipo CCN51 (SEB = 0,64; CAPA = 0,61; RED = 0,42; B/C = 0,40;). Manteniendo el cacao Nacional en el CP2 mayor número indicadores (SEB = -0,82; EQUI = 0,64; B/C = 0,50; IFROD = -0,42) con respecto a CCN51 (FILIAGRI = 0,77; IFROD = 0,64). Para el CP 3 se extrajo indicadores RED (-0,81) y IFROD

(0,77) para los cultivares de Nacional y ESPEX (0,74) y EQUI (-0,63) para CCN51. Escribano et al., (2014) expresan que los aspecto sociales como la educación, el grado de participación y la toma de decisiones afecta la economía del agricultor, como el riesgo de abandonar la explotación, por un bajo costo beneficio provocado por la no inversión en los predios. Por otra parte, Espinoza-Solis y Arteaga-Estrella (2015) expresan que el factor asociatividad influye sobre la producción restando competitividad y posibilidad de otorgar valor agregado al cacao en la costa sur del Ecuador.

**Tabla 4.** ACP para cacao NACIONAL (n=24)

Tipos de cacao	Nacional			CCN51		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
Componentes principales (CP)						
% de varianza	28,75	25,08	14,24	22,04	18,13	13,87
% acumulado	28,75	53,83	68,07	22,04	40,16	54,03
<b>Indicadores</b>				<b>Autovectores</b>		
ESPEX	-0,82	0,09	0,16	-0,21	0,01	0,74
RED	0,14	-0,20	-0,81	0,42	0,37	-0,20
B/C	-0,69	0,50	-0,27	-0,40	0,52	0,38
FILIAGRI	0,78	0,17	-0,10	-0,17	0,77	-0,05
SEB	0,05	-0,82	0,25	0,64	-0,07	-0,06
EQUI	0,07	0,64	0,21	-0,48	0,15	-0,63
IFROD	-0,07	-0,42	0,77	0,30	0,64	-0,05
CAPA	0,61	0,49	-0,15	0,78	0,08	0,01

**Nota:** Valor en negrita corresponde a indicador seleccionados dentro por CP

Los indicadores normalizados seleccionados del ACP (Tabla 5), produjo la selección de todos los indicadores. En la dimensión económica las medias de los tipos de cacao fueron diferentes (Nacional=0,36; CCN51=0,41), donde los indicadores ESPEX y RED en los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente fueron lo de mayor puntuación a diferencias del indicador B/C con valores próximos. Esto produjo que no se produzca diferencia significativa (p=0,263). Mientras que, en la dimensión social las medias del total de indicadores fueron 0,54 y 0,41 para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente. Esta diferencia indica significancia (p=0,002) estadística. La diferencia de los indicadores sociales según Fawaz-Yissi y Vallejos-Cartes, (2011) es por la interdependencia de los SA en función de sus manejo, disponibilidad de mano de obra y por aspectos externos (accesos a las fincas, falta de servicios básicos, etc.). Mazabel-Domínguez et al., (2010) expresan que los modelos asociados o agroforestales con el cacao Nacional, tiene un mayor grado de afinidad con sus vecinos por una cuestión de subsistencia conformando

modelo organizativos dependientes, mientras los modelos en monocultivo son más independientes.

El IS determinado para en el SA cacao no mostro significancia (p=0,134) entre los tipos de cacao que obtuvieron 45% para el cacao Nacional y 41% para cacao CCN51 (tabla 5). Resultados que obtuvieron una calificación de baja sostenibilidad por estar bajo el umbral optimo (>60%) propuesto en la investigación. Moran-Moreno, Herrera y López-Benavides, (2014) relacionaron las necesidades sociales y económicas entre sistemas agroforestales encontrando bajo niveles de sostenibilidad entre los indicadores, deduciendo que la subsistencia de los campesinos se debe a ingresos externos como remesas, jornales agrario y no agrarios y negocios propios. Contreras-Liza y Garcia-Bendezu, (2016) expresan que la complejidad de los SA está íntimamente vinculada al reconocimiento de que existe una gran heterogeneidad ecológica y cultural, lo que afecta los indicadores económicos y sociales como se ha observado en el caso de los productores de cacao en estudio.

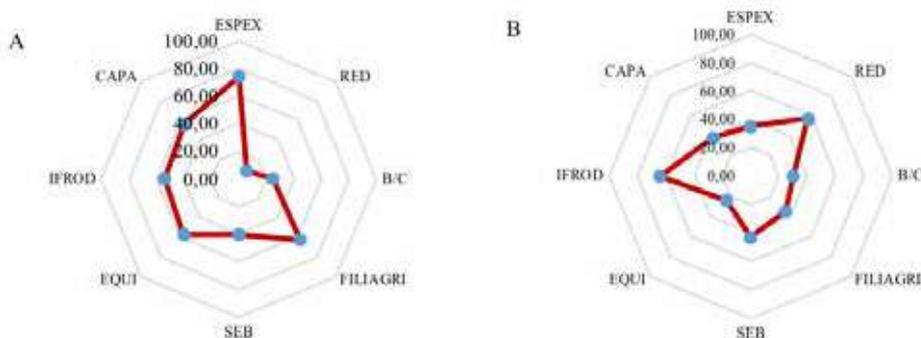
**Tabla 5.** Comparación de indicadores normalizados y prueba de t para muestras independientes

Dimensión	Indicador Normalizado	Nacional Media	CCN51 Media	Sig. 0,05
Económicas	ESPEX	0,74	0,35	0,263
	RED	0,08	0,57	
	B/C	0,25	0,30	
	Media	0,36	0,41	
Social*	FILIAGRI	0,63	0,35	0,002
	SEB	0,40	0,43	
	EQUI	0,57	0,24	
	IFROD	0,54	0,64	
	CAPA	0,56	0,38	
	Media	0,54	0,41	
IS Nacional	Suma	0,90		0,134
	Media perceptual (%)	45		
IS_CCN51	Suma		0,81	
	Media perceptual (%)		41	

<sup>ns</sup> No significativo; \*significativo  $p > 0,05$

El análisis de los gráficos radiales (Figura 2) no indica una tendencia similar entre los indicadores ponderados. Los indicadores económicos ESPEX y RED y el indicador social FILIAGRI fueron los de mayor diferencia al comparar los dos tipos de cacao en estudio

(2A y 2B). Bravo-Medina et al., (2017) expresan que para alcanzar mejoras en la dimensión económica, se debe mejorar las condiciones sociales y de esta forma lograr un SA sostenible. Esto implica una continua adaptación a los indicadores a medida que se mejoren los resultados.



**Figura 2.** Graficas radiales de las dimensiones económica y social. A tipo de cacao Nacional; B tipo de cacao CCN51.

### III. CONCLUSIONES

En general el SA mostró diferencias en entre los dos tipos de cacao, marcadas en el grado de aprovechamiento del suelo, el rendimiento y en la equidad. Pero también se evidenciaron aspectos comunes, tales como, similar ratio beneficio costo, escasa capacitación, falta de los servicios básicos en la finca y bajo grado de integración familiar en la toma de decisiones. Aspectos que produjeron diferencias significativas solo en la dimensión social.

El ACP mostro un mayor peso de los indicadores en los dos primeros CP del cacao tipo Nacional, pero al final no se registró significancia estadística con el cacao tipo CCN51, siendo seleccionados los nueve indicadores

propuestos. Resultados ponderados y promediados que se calificó como baja sostenibilidad agraria. Por lo que se recomienda, realizar capacitación a los agricultores de la provincia y crear líneas de crédito para mejorar las condiciones de las fincas, esto puede incentivar a los jóvenes agricultores en la continuidad de la actividad cacaotera.

### Agradecimiento

La investigación es parte del proyecto “Estimación del secuestro de carbono en suelos cultivados de la Parroquia El Progreso, Pasaje-Ecuador”. Que contó con el financiamiento de la Universidad Técnica de Machala, con N° 294/2017.

#### IV. REFERENCIAS

- Barrezueta-Unda, S. (2015). *Introducción a la sostenibilidad agraria: con enfoque de sistemas e indicadores*. Machala: Ediciones UTMACH.
- Bonisolí, L., Galdeano-Gómez, E., & Piedra-Muñoz, L. (2018). Deconstructing criteria and assessment tools to build agri-sustainability indicators and support farmers' decision-making process. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1080–1094. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.055>
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M., Torres-Navarrete, B., Navarrete-alvarado, H., ... Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, amazonia ecuatoriano. *Bioagro*, 29(1), 23–36.
- Castillo Rodríguez, D., Tapia Rodríguez, M., Brunett Pérez, L., Márquez Molina, O., Terán Varela, O., & Espinosa Ayala, E. (2012). Evaluación de la sustentabilidad social, económica y productiva de dos agroecosistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 690–704.
- Cerda, R., Deheuvels, O., Calvache, D., Niehaus, L., Saenz, Y., Kent, J., ... Somarriba, E. (2014). Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry Systems*, 88(6), 957–981. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9691-8>
- Contreras-Liza, S., & Garcia-Bendezu, S. (2016). Caracterización Socioeconómica del Sistema de Producción de Papa en la Provincia de Barranca. *Big Bang Faustiniiano*, 5(2), 37–41.
- de Muner, L., Masera, O., Fornazier, M., de Souza, C., & de Loreto, M. (2015). Energetic sustainability of three arabica coffee growing systems used by family farming units in espírito santo state. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(5), 397–405.
- de Olde, E. M., Sautier, M., & Whitehead, J. (2018). Comprehensiveness or implementation: Challenges in translating farm-level sustainability assessments into action for sustainable development. *Ecological Indicators*, 85(November 2017), 1107–1112. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.058>
- Deere, C., & Twyman, J. (2014). ¿Quién toma las decisiones agrícolas? mujeres propietarias en el Ecuador. *ASyD*, 11, 425–440.
- Escribano, A. J., Gaspar, P., Mesías, F. J., Pulido, A. F., & Escribano, M. (2014). Evaluación de la sostenibilidad de explotaciones de vacuno de carne ecológicas y convencionales en sistemas agroforestales: estudio del caso de las dehesas. *ITEA*, 110(4), 343–367. <https://doi.org/10.12706/itea.2014.022>
- Espinosa-García, J. A., Uresti-Gil, J., Vélez-Izquierdo, A., Moctezuma-López, G., Inurreta-Agruirre, H., & Góngora-González, S. (2015). Productividad y rentabilidad potencial del cacao (Theobroma cacao L.) en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1051–1063.
- Espinoza-Solis, E., & Arteaga-Estrella, Y. (2015). Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(14), 105–112.
- Fawaz-Yissi, J., & Vallejos-Cartes, R. (2011). Calidad de vida, ocupación, participación y roles de género: Un sistema de indicadores sociales de sostenibilidad rural (Chile). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 8(67), 45–68.
- Gómez-Limón, J., & Sanchez-Fernandez, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics*, 69(5), 1062–1075. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.027>
- IBM Corp. (2013). SPSS Statistics for Windows. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jadán, O., Torres, B., & Günter, S. (2012). Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1(3), 173–186.
- Loewy, T. (2008). Indicadores sociales de las unidades productivas para el desarrollo rural en Argentina, 9, 75–85.
- López-Baez, O., Ramírez-González, S., Espinosa-Zaragoza, S., Villarreal-Fuentes, J., & Wong-Villarreal, A. (2015). Diversidad vegetal y sustentabilidad del sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, Mexico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2, 55, 63.
- Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>

- Martinez, J., Galantini, J., Duval, M., & López, F. (2015). Indicadores edáficos de la calidad de suelos con trigo bajo siembra directa en el sudoeste bonaerense. *Ciencias Agronómicas*, 26(15), 23–31.
- Mazabel-Domínguez, D. G., Romero-Jauinde, M., & Hurtado-Cardoso, M. Á. (2010). La evaluación social de la sustentabilidad en la agricultura de riego. *Ra Ximhai*, 6, 199–219.
- Melo, C. J., & Hollander, G. M. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cocoa Producers, 1995–2010. *Journal of Rural Studies*, 32, 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.07.004>
- Moran-Moreno, B., Herrera, A., & López-Benavides, K. (2014). Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 11, 13–16.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. In *OECD Statistics Working Papers* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1787/533411815016>
- Sánchez-Mora, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Gárces, F., & Vásconez, G. (2013). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33–41.
- Sánchez-Navarro, A., Gil-Vázquez, J. M., Delgado-Iniesta, M. J., Marín-Sanleandro, P., Blanco-Bernardeau, A., & Ortiz-Silla, R. (2015). Establishing an index and identification of limiting parameters for characterizing soil quality in Mediterranean ecosystems. *CATENA*, 131, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.02.023>
- Soler, J., & Arroyo, J. M. (2013). Evaluación de la seguridad alimentaria sostenible en el magreb central con indicadores agregados. *UNISCI Discussion Papers*, 31(1), 289–300.
- Somarriba, E., Cerda, R., Orozco, L., Cifuentes, M., Dávila, H., Espin, T., ... Deheuvels, O. (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 173, 46–57. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013>
- Spiaggi, E., & Ottmann, G. (2010). Evaluación Agroecológica mediante la utilización de Indicadores de Sustentabilidad de cinco Establecimientos Productivos de la Provincia de Santa Fé, Argentina, 20.
- Utomo, B., Prawoto, A. A., Bonnet, S., Bangviwat, A., & Gheewala, S. H. (2014). Environmental performance of cocoa production from monoculture and agroforestry systems in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.102>
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bienders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., ... Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120(2–4), 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>
- Villalba, D. K., Holguin, V. a, Acuña, J. a, & Piñeros Varon, R. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 47–52. Retrieved from [http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1300/1/RIUT-LB-spa-2011-Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas.pdf](http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1300/1/RIUT-LB-spa-2011-Calidad%20bromatol%C3%B3gica%20y%20organol%C3%A9ptica%20de%20ensilajes%20de%20residuos%20org%C3%A1nicos%20del%20sistema%20de%20producci%C3%B3n%20caf%C3%A9%20-%20mus%C3%A1ceas.pdf)
- Viteri Salazar, O., Ramos-Martín, J., & Lomas, P. L. (2018). Livelihood sustainability assessment of coffee and cocoa producers in the Amazon region of Ecuador using household types. *Journal of Rural Studies*, 62(May), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.004>
- WCED. (1987). *The Brundtland report: 'Our common future.'* Oxford University Press.
- Wehbe, M., & Tonolli, A. (2015). Propuesta conceptual y analítica de la sustentabilidad. In R. Á. Seiler & A. M. Vianco (Eds.), *Metodología para generar indicadores de sustentabilidad de sistemas productivos. Región Centro-Oeste de Argentina*. Rio Cuarto, Argentina.
- Zulfikar, F., & Thapa, G. B. (2017). Agricultural sustainability assessment at provincial level in Pakistan. *Land Use Policy*, 68(February 2016), 492–502. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.016>

## **Estrategias de financiamiento en sectores turísticos: hoteles y restaurantes.**

Ana Luisa, Carvajal-Salgado <sup>1\*</sup>; María Belén, Carvajal-Salgado<sup>2</sup>

### **Resumen**

El presente artículo tiene como objetivo determinar las estrategias de financiamiento utilizadas por el sector turístico de hoteles y restaurantes del Ecuador, con la finalidad de identificar las causas que pueden estar originando que los propietarios de los negocios tomen determinadas decisiones de financiación, tomando como métodos de análisis la teoría de Jerarquización Financiera y Apalancamiento Objetivo; la población estuvo conformada por las empresas activas del sector que presentan sus reportes financieros a la Superintendencia de Compañías del Ecuador durante el período 2013-2015. La metodología de la investigación es cuantitativa, explicativa, correlacional, usando un modelo econométrico de datos de panel, a través de ratios financieros de endeudamiento y rentabilidad. Los resultados confirman los postulados de la teoría de Jerarquización Financiera, donde las empresas prefieren la autofinanciación. El análisis correlacional infiere que el nivel de endeudamiento, la edad y el crecimiento de las ventas son variables que influyen en la forma como se financian las empresas de este sector, sugiriendo que las mipymes tienen mayores dificultades para acceder a recursos externos.

**Palabras Clave:** Apalancamiento objetivo, jerarquización financiera, hotelería y restaurante, tamaño y edad de las empresas.

## **Financing strategies in tourism sectors: hotels and restaurants**

### **Abstract**

The objective of this article is to identify the financing strategies used by the tourist sector of hotels and restaurants in Ecuador, with the purpose of identifying the causes that may be causing business owners to make certain financing decisions, taking as methods of Analysis of Financial Leverage Theory. The population was formed by the active companies of the sector that present their financial statements to the Superintendencia de Compañías of Ecuador during the period 2013-2015. The methodology of the research is quantitative, explanatory, correlational, using an econometric model of panel data, through financial ratios of indebtedness and profitability. The results confirm the postulates of the Financial Hierarchy theory, where companies are financed mainly with short-term own resources. In addition, there is a negative relationship between profitability and indebtedness. Correlational analysis infers that the level of indebtedness, age and growth of sales are variables that influence the way companies in this sector are financed, suggesting that MSMEs have greater difficulties in accessing external resources.

**Keywords:** : Accommodation and food services, financing decisions, pecking order, size of companies, trade off,

**Recibido:** 16 de abril de 2018  
**Aceptado:** 18 de agosto de 2018

<sup>1</sup>Profesor de la Facultad de Ciencias Administrativas y Comerciales de la Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador; acarvajals1@unemi.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-4639-129X>

<sup>2</sup>Ingeniera Comercial por la Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador; merrybelt@hotmail.com

\*Autor para correspondencia: acarvajals1@unemi.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

En esta época de gran competitividad económica impulsadas por los avances tecnológicos y la globalización, el análisis de las estrategias de financiamiento es de gran importancia para determinar la estructura de capital conformada por recursos propios y/o ajenos, que generen a la empresa estabilidad y maximicen sus resultados. Es importante considerar que, dentro de las empresas, se debería buscar según los modelos teóricos, la óptima, pero en la práctica es difícil encontrar dicha estructura.

Modigliani y Miller en 1958 en su teoría "Tesis de relevancia" considera la existencia de mercados perfectos donde no existen costos por préstamos bancarios e impuestos. No obstante, no pueden definirse de tal manera, debido a la existencia de imperfecciones donde los costos de transacción, agencia e impuestos al fisco son limitaciones que debe enfrentar toda empresa al elegir su estrategia de financiación.

Investigar las estrategias de financiamiento en sectores turísticos como hoteles y restaurantes, responde principalmente al apoyo que las entidades gubernamentales están dando al turismo ecuatoriano, además de ser un sector que puede aportar ingresos permanentes a la economía del país. Para ello, es necesario que se adapte a las necesidades del medio, siendo fundamental para marcar presencia en el mercado, tomar decisiones de financiación que satisfagan las necesidades de los usuarios internos y externos.

El estudio tiene como finalidad analizar las estrategias de financiamiento utilizada por los propietarios de las empresas de hotelería y restaurantes, a través de un estudio de panel, tomando las teorías de Jerarquización Financiera (Pecking Order) y Apalancamiento Objetivo (Trade Off) al ser las teorías de estructura de capital más conocidas, con la finalidad de identificar las causas que pueden estar originando que los propietarios de los negocios tomen determinadas decisiones de financiación. Su análisis es importante porque proporciona información que contribuya a mejorar las políticas de acceso a recursos financieros de las empresas e impulse la inversión en nuevas ideas o proyectos.

### **Teoría de la Jerarquización Financiera**

Myers y Majluf, (1984) señala que las empresas

utilizan la siguiente jerarquía de financiación: en primer lugar, los recursos generados por la empresa, por sus costos mínimos en comparación a los recursos externos, en segundo lugar, emisión de obligaciones y, en tercer lugar, la emisión de acciones, este último no es analizado debido a que no existe una fuerte presencia del sector de hotelería y restaurante en las bolsas valores del Ecuador.

Jerarquización Financiera es bastante usada por aquellas empresas que no están buscando una estructura óptima entre deuda y capital (Pesce, G., Esandi, J. I., Briozzo, A. E. y Vigier, H. P., 2015), por el contrario, buscan la mejor alternativa para financiar sus proyectos con recursos propios, considerando el endeudamiento bancario como una alternativa cuando la empresa no dispone de recursos internos (Serrasqueiro, Z., Matias, F., Salsa, L., 2016). Medina, A. Salinas, J., Ochoa, L., Molina, C. (2012), Kayhan y Titman (citado en Rodrigues y Frois, 2014), mencionan que las empresas de menor tamaño tienen menos acceso al sistema financiero que las empresas grandes reconocidas en el mercado, siendo el uso de recursos propios, obtenidos de la gestión de la empresa, la forma más rápida de financiarse.

La política financiera de las empresas desde la postura de la Jerarquización Financiera se ve afectada porque los propietarios no están dispuestos a perder el control de sus negocios (Larsen, M., Vigier, Hernán P., Guercio, M. Belén y Briozzo, A. E., 2014). Teniendo en cuenta que, para poder financiarse con recursos externos se deben incurrir en costos de deuda (Pettit y Singer, 1985), y además al ser pequeños negocios se ven afectados por la asimétrica de la información dificultando su acceso a recursos en el mercado de créditos (Barona Zuluaga y Rivera, 2012), (Mejía Amaya, 2013). De hecho, estas empresas en muchos casos pueden decidir no realizar buenos proyectos de inversión, si además de los costos financieros existe un costo de pérdida del control de la empresa.

Diferentes autores como, Myers y Majluf (1984), Öztekin, Özde; Flannery, Mark J. (2012), Vera-Colina, M.A.; Melgarejo-Molina, Z.A. y Mora-Riapira, E.H. (2014), Etudaiye-Muhtar, O; Ahmad, R. y Matemilola, B.T. (2017), (Hang, M., Geyer-Klingenberg, Rathgeber y Stöckl, 2018), Vandana, Bhamaa, Pramod Kumar Jainb y Surendra Singh Yadav, (2018), Yildirim, R., Masih, M. y Bacha, O. (2018), examinan varios factores que son explicativos de la estructura de

capital entre ellos se encuentran, la rentabilidad del activo, la protección fiscal diferente de la deuda, la retención de utilidades, el tamaño de la empresa, y la tangibilidad del activo (Rivera, 2002). Por su parte, existen variables consideradas determinantes en las estrategias de financiación; entre ellas, la rentabilidad del activo, este se relaciona directamente con la gestión empresarial y la capacidad para generar recursos económicos. Entre el endeudamiento y la rentabilidad existe una relación inversa (Ross, S., Westerfield, R., y Jaffe, J., 2012), es decir, si la empresa tiene una gestión eficiente y es capaz de generar rentabilidad, sus recursos internos incrementan, recurriendo en menor medida a la financiación externa. El tamaño de las empresas es otro factor determinante, porque al ser más pequeña la empresa mayor será la asimetría de la información, es decir que, a menor cantidad de información disponible por parte de las pymes en comparación con las grandes empresas, mayor será la preferencia de autofinanciación. Esta situación surge, porque no requieren el cumplimiento de diversos requisitos para acceder a fondos de largo plazo como en el caso de los préstamos provenientes de instituciones financieras (Cabrer Borrás, B., Rico Belda, P., 2015)

Actualmente existen varios factores que inciden sobre las decisiones de financiación de las empresas. Rivera, (2008), afirma: “Todavía no es tan claro para todas ellas su grado de repercusión sobre el valor, sus compatibilidades y sus relaciones con el endeudamiento, (...)” (pp. 41)

### **Teoría de Apalancamiento Objetivo**

La teoría de Apalancamiento Objetivo, propuesto por Modigliani y Miller (1963), sostiene que las empresas buscan un equilibrio entre los recursos internos y, externos por los beneficios fiscales, esto se debe a que los costos de la deuda se pueden deducir al presentar las declaraciones de los impuestos. Esta suposición es respaldada por Araya F., Jara, F., Maquieira V. y San Martín, P. (2015), Terhaag (2015), quienes mencionan que las compañías con mayores ganancias generalmente pagan impuestos más altos, por ello, aumentan sus niveles de deuda para evitar el exceso de impuestos.

Esta teoría presenta en sus postulados un límite sobre el valor de endeudamiento, esto se debe a los costos de agencia (Amponsah, A., Nyarko-Baasi y Hughes, D., 2013) y los costos de oportunidad, gastos

contables, administrativos o legales que surgen por el sobreendeudamiento y que puede afectar la capacidad de la empresa para mantenerse en el mercado (Carvajal, 2013) (Berlingeri, H., 2014)

Zambrano y Acuña, (2011), afirman que:

Trade Off establece proporciones moderadas de endeudamiento, donde la empresa adquirirá deuda hasta tanto el costo marginal del escudo tributario disminuya por el valor presente de los costos de dificultades financieras, entre los cuales se encuentran los costos de agencia que aumentan al existir dudas del nivel de endeudamiento de la empresa, o por el costo de quiebra o reorganización (Cruz, 2003), (pp. 93)

Es importante considerar que al recurrir a elevados montos de deuda la empresa podría enfrentar dificultades para cubrir sus costos, generando altas posibilidades de quiebra, por las malas decisiones de financiación, siendo esencial considerar la influencia de los diferentes mercados económicos. Miglo, A, Lee, Z., y Liang, S. (2014), Briozzo, Vigier, Castillo, Pesce y Speroni (2016), indican que las empresas que apliquen la teoría de Apalancamiento Objetivo tendrían un escudo fiscal alto generado por los gastos financieros y un proporcional de impuesto a la renta elevado a efecto del anticipo del impuesto a las ganancias, pero bajos costos de quiebra esperados.

## **II. DESARROLLO**

### **1. Metodología**

Se realiza una investigación cuantitativa-explicativa, para determinar las estrategias de financiación en empresas de hotelería y restaurantes del Ecuador. Se toma información del estado de situación financiera y del estado de resultados integrales de las empresas objeto de estudio, que cumplen con los requerimientos de presentación dispuesto por la Superintendencia de Compañías del Ecuador, recurriendo de esta forma a la investigación documental.

La investigación es no experimental, correlacional, se utiliza un modelo macroeconómico de datos de panel de las empresas activas, en los períodos 2013–2015. La base de datos se depuró considerando a aquellas empresas en estado activo en la Superintendencia de Compañías, que reportan sus estados financieros en los tres años de análisis.

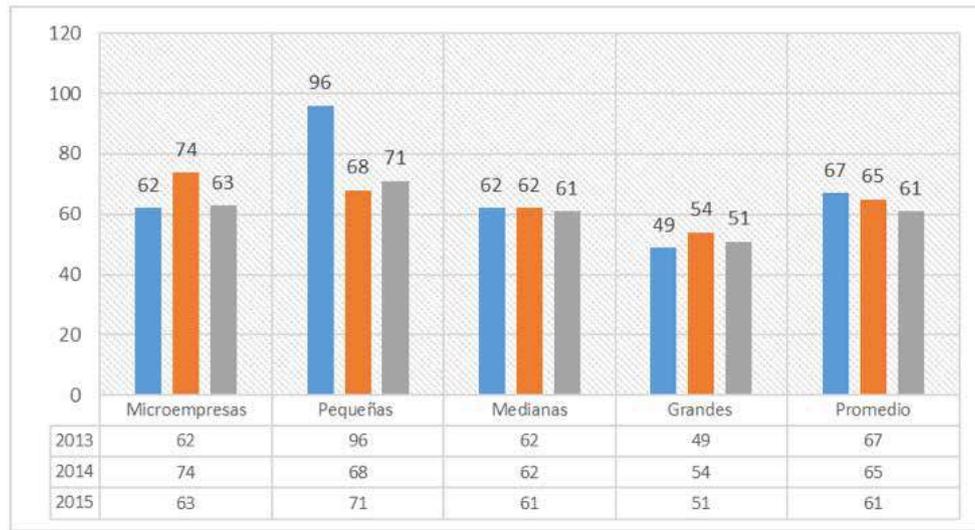
No se considera en el estudio el cálculo de una muestra, por ello, se toma toda la población

de empresas que cumplen los parámetros antes expuestos. Se considera que las empresas del sector de hotelería y restaurantes, prefieren financiarse con recursos internos de acuerdo a los postulados de la teoría de la Jerarquización Financiera, siendo esta teoría, la que se pretende probar en este estudio.

## 2. Resultados

La población conformada por 614 empresas hoteleras

y de restaurantes, permitieron analizar 1 842 datos financieros. Para el análisis de la información se utilizó los programas Microsoft Excel 2010 y Stata 13. El estudio toma los ratios financieros elaborados a partir de la información publicada por la Superintendencia de Compañías, permitiendo analizar los niveles de apalancamiento del sector, la preferencia de financiación; y se aplica un análisis correlacional y de regresión lineal múltiple.

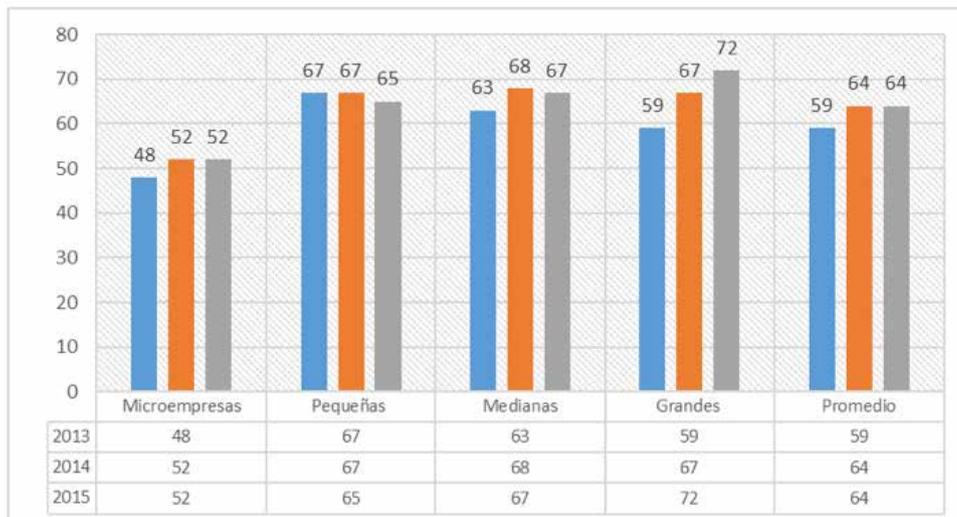


**Figura 1.** Indicadores del nivel de endeudamiento (%)

Fuente: Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

En la Figura 1, se puede observar que el nivel de endeudamiento de las empresas del sector de hotelería y restaurantes, período 2013-2015, en promedio va del 61 % al 67 %, pero al momento de analizar los resultados

por tamaño se identifica que las grandes empresas al ser comparadas con las medianas y pequeñas muestran un nivel de endeudamiento por debajo del 60 %, mientras que las microempresas sobrepasan este porcentaje.

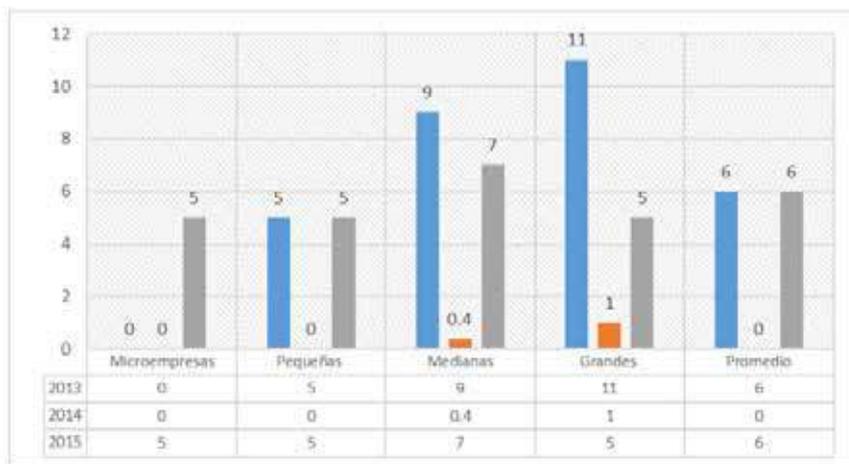


**Figura 2.** Concentración del endeudamiento en el corto plazo (%)

Fuente: Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

Las pequeñas y medianas empresas del sector de hotelería y restaurantes presentan situaciones riesgosas, porque si existiera dificultad para generar recursos no podrían cumplir sus compromisos menores a un año

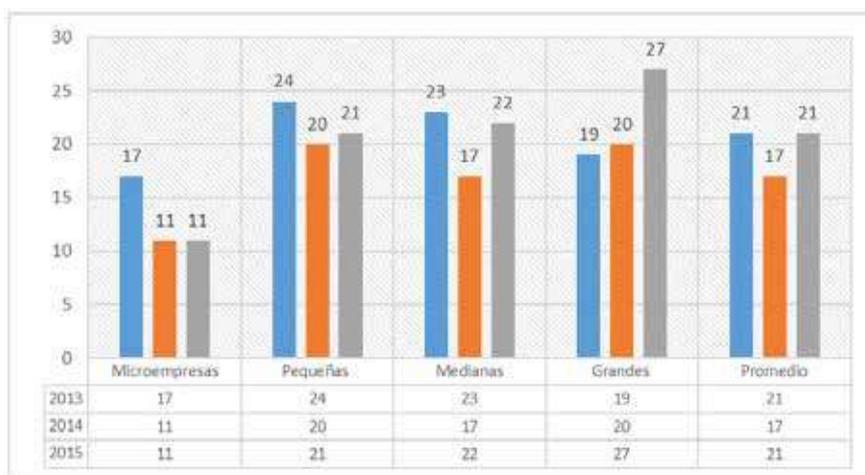
(Zeitun, R. y Tian, G. G. 2007), esto se evidencia en el 67% de concentración de deuda corriente, porcentaje que varía en función del tamaño de la empresa como se muestra en la Figura 2.



**Figura 3.** Concentración del endeudamiento con entidades financieras (%)  
**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

Al analizar las obligaciones con instituciones financieras referenciadas en la Figura 3, el sector presentó resultados estrechamente relacionados con el tamaño del negocio, es así que, mientras más grande es la empresa mayor endeudamiento financiero presenta. Estos resultados muestran las dificultades de las mipymes para acceder a créditos, generando reducción de la inversión y la aplicación

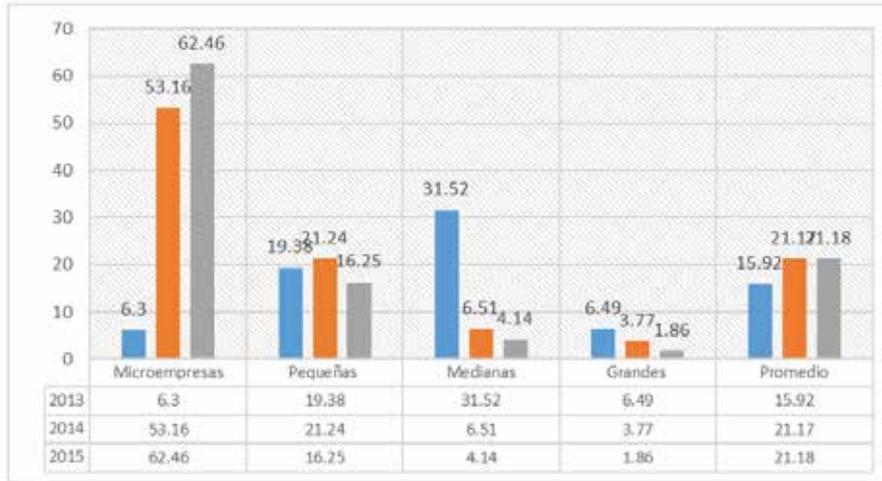
de otras estrategias de financiación que la colocan en desventaja con sus pares de mayor tamaño. Esto surge principalmente, porque se asume que las mipymes no poseen una adecuada planificación financiera y los inversionistas o instituciones bancarias no están dispuestos a asumir el riesgo (Vera-Colina, M.A., Melgarejo-Molina, Z.A. y Mora-Riapira, E.H., 2014).



**Figura 4.** Concentración del endeudamiento con proveedores (%)  
**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

La opción de financiamiento que ocupa el segundo lugar es el endeudamiento con los proveedores. En la Figura 4, este indicador se ubica entre el 11 % y el 27 %. En las mipymes se evidencia una disminución de la financiación con proveedores, al mostrar resultados porcentuales en descenso desde el 2013 al 2015, esto se debe a los incentivos que se dan en la actualidad, aunque no responden

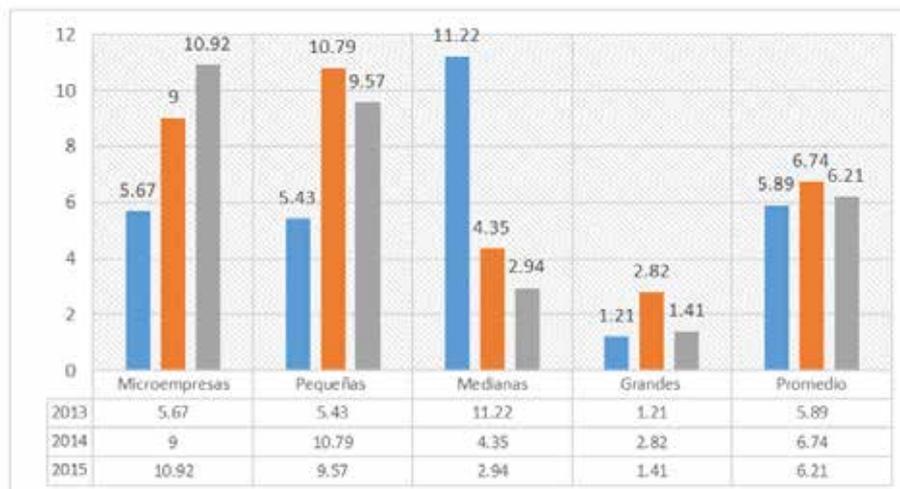
a todas las necesidades del sector porque muchas empresas no pueden acceder a recursos bancarios por la asimetría de la información, o la carencia de garantías hipotecarias (Larsen, et. al., 2014). Sin embargo, en las grandes empresas este porcentaje aumenta del 19 % al 27 %, como resultado de contar con los activos necesarios para asumir los compromisos financieros.



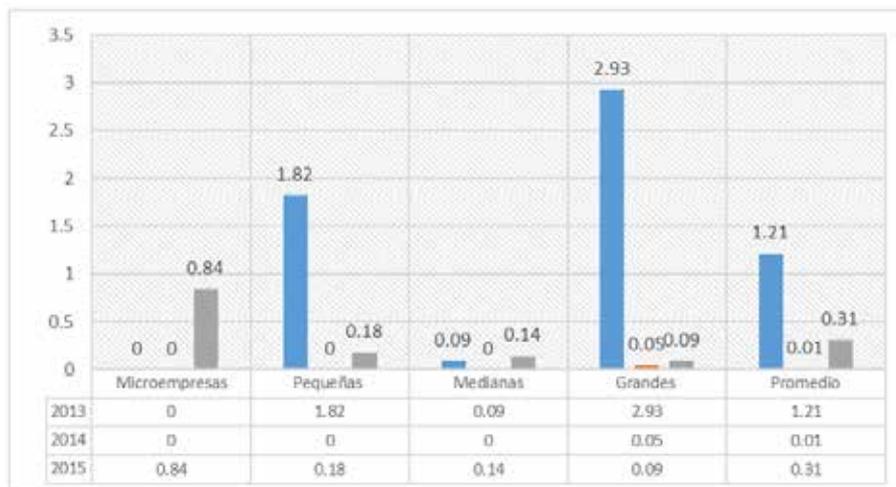
**Figura 5.** Indicadores de apalancamiento financiero total  
**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

En la Figura 5, se relaciona los pasivos con el patrimonio. Este indicador define el nivel de compromiso de la empresa con sus acreedores. Los resultados del apalancamiento financiero total son variables, se considera que los resultados surgen por las pérdidas que reporta el sector. Se

observa que, a mayor tamaño de la empresa, menos comprometido se encuentra su patrimonio. El apalancamiento financiero total de las microempresas pasa del 6.3 % en el 2013 al 62.46 % en el 2015, comportamiento diferente se observa en las pequeñas, medianas y grandes empresas.



**Figura 6.** Indicadores de apalancamiento financiero a corto plazo  
**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia



**Figura 7.** Indicadores de apalancamiento financiero con entidades financieras  
**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

Las empresas del sector de hotelería y restaurantes, desde el 2013 al 2015 disminuyeron su financiamiento con instituciones bancarias, presentando promedios significativamente bajos en la Figura 7. Los resultados que destacan es la poca o nula presencia de recursos bancarios como parte de la financiación en las microempresas. Con relación a las pequeñas y grandes empresas, se observa mayor presencia de apalancamiento con entidades financieras, aunque en porcentajes muy pequeños.

**Estructura financiera de las empresas del sector de hotelería y restaurante**

En el período 2013 – 2015 las empresas del sector de hotelería y restaurante del Ecuador poseen mayor concentración de deuda a corto plazo, patrón similar se evidencia si se analiza las empresas por tamaño,

ajustándose a la teoría de jerarquización financiera, al utilizar un mínima cantidad de deuda externa y un gran volumen de deuda interna.

El análisis financiero de la estructura de capital por el tamaño de las empresa, muestran algunas diferencias relevantes; las empresas grandes presentan mayor concentración de endeudamiento con instituciones financieras, debido a que poseen mayor capacidad para asumir riesgos y gozan de facilidades para adquirir préstamos al contar con una mayor proporción de activos. Las empresas pequeñas y medianas presentan más deuda con mayor concentración en el corto plazo y las microempresa presentan poco o nula concentración de endeudamiento con instituciones financieras, pero mayor concentración a corto plazo.

**Tabla 1.** Análisis correlacional

Variables	Nivel de endeudamiento	Tangibilidad de los activos	Crecimiento en ventas	Rentabilidad neta de los activos	Tamaño	Edad	Actividad económica
Correlación (%)	100	-0,37	0,19	-3,29	-10,53	13,67	-9,31

**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

Con respecto a la correlación en la Tabla 1, muestra una asociación lineal positiva entre el nivel de endeudamiento y el crecimiento en las ventas y la edad. Por el contrario, existe una correlación negativa entre la variable dependiente y las variables tangibilidad de los activos, rentabilidad neta de los activos, tamaño y actividad económica.

**Regresión lineal Múltiple**

La literatura financiera no presenta unanimidad

sobre la forma adecuada de medir la estructura de capital, planteándose, como opción, el nivel de endeudamiento (Medina, et al., 2012).

Se consideran dos tipos de variables i) La variable utilizada para describir la composición de la estructura de capital, en la Tabla 2 y, ii) aquellas variables que influyen y explican la estructura de capital, descritas en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Variable para describir la estructura de capital

Variable Dependiente	
Ratio Financiero	Descripción de la variable
Nivel de endeudamiento	(Pasivo Total)
	(Activo Total)

**Fuente:** Elaboración Propia, con información extraída de la Supercías del Ecuador

**Tabla 3.** Variables que influyen y explican la estructura de capital

VARIABLES INDEPENDIENTES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
Microempresas	Considerando el Reglamento de la estructura e institucionalidad de desarrollo productivo, de la inversión y de los mecanismos e instrumentos de fomento productivo, establecidos en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones [COPCI], se define:
Pequeñas empresas	Micro: 1-9 empleados, ingresos menores a \$100.000,00
Medianas empresas	Pequeñas: 10-49 empleados, ingresos entre \$100.001,00 y \$1.000.000,00
Grandes empresas	Medianas: 50-199 empleados, ingresos entre \$1.000.001,00 y \$5.000.000,00 Grandes: 200 en adelante, ingresos superiores a los \$5.000.001,00
Edad	Empresas jóvenes: Empresas < 10 años; Empresas Maduras > 10 años
Actividad Económica	Variable binaria que toma el valor de 1 si la actividad económica es Servicio de alojamiento prestado por hoteles y 0 para restaurantes y servicios de comida
Tangibilidad del activo	Ratio de Propiedad, Planta y Equipo con respecto al Total de Activos
Crecimiento en ventas	Variación porcentual de las ventas con respecto a las ventas
Rentabilidad del activo	Utilidad Neta / Ventas * Ventas / Activo Total

**Fuente:** Elaboración Propia, con información extraída de la Supercías del Ecuador y el COPCI

La regresión utilizada se puede representar:

$$[1] \text{End}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tangit} + \beta_2 \Delta \text{ventasit} + \beta_3 \text{Rentabit} + \beta_4 \text{Edadit} + \beta_5 \text{Activ}_{it} + \beta_6 \text{Tam}_{it} + \epsilon_{it}$$

Donde,

**End:** nivel de endeudamiento

**Tang:** tangibilidad de los activos

**Δventas:** crecimiento en ventas

**Rentab:** rentabilidad neta de los activos

**Tam:** tamaño de la empresa

**β<sub>0</sub>:** efecto constante de endeudamiento, independiente de las variables explicativas

**β<sub>j</sub>:** impacto de las variables explicativas en la variable dependiente

**εit:** Error aleatorio

**Tabla 4.** Estimaciones para las empresas del sector de alojamiento y servicios de comida sin diferenciación de tamaño

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLE DEPENDIENTE: Nivel de endeudamiento
Tangibilidad del activo	(-0.01086364)
Crecimiento de las ventas	(0.00016157)
Rentabilidad neta de los activos	(-0.00139724)
Tamaño	-0.02671797***
Edad	0.00249152***
Actividad económica	-0.03624651**
Constante	1.0296966***
Observaciones	1842
R-squared	0.0291

**Nota.** Error estándar entre paréntesis. Significancia \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001.

**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

En la Tabla 4 se observan los resultados de las estimaciones de la regresión lineal múltiple de las empresas, en ella se muestra que las variables que más explican la estructura de capital de este sector son el tamaño, la edad y la actividad económica.

El tamaño de las empresas posee una relación negativa con la estructura de capital, a mayor tamaño de la empresa menor será su nivel de endeudamiento. En cuanto a la edad, existe una relación positiva, es decir, a mayor edad mayor nivel de endeudamiento de las empresas, lo cual confirma la evidencia empírica, porque

la competencia en los últimos años se ha hecho más agresiva, por ello las empresas deben esforzarse para generar rendimientos económicos y lograr estabilidad y permanencia.

Con respecto a la actividad económica, el modelo de regresión toma el valor de cero, resultado que se refiere a la actividad de restaurantes, este resultado muestra una relación negativa con una significancia de  $p < 0.01$  que evidencia que esta actividad tiene menor nivel de endeudamiento en comparación con el servicio de hotelería.

**Tabla 5.** Estimaciones por tamaño de la empresa

Variables Independientes	Variable dependiente: Nivel de endeudamiento			
	Microempresas	Pequeñas	Medianas	Grandes
Tangibilidad del activo	(-0.02777404)	(-0.015250)	(-0.026175)	(-0.0153739)
Crecimiento de las ventas	(0.00018267)	(0.000679)	-0.022879*	(0.0270525)
Rentabilidad neta de los activos	-0.00064521*	-0.011743***	-0.134291*	(-0.015373)
<b>Edad</b>	<b>0.0080887***</b>	<b>0.004994***</b>	<b>(-0.000063)</b>	<b>-0.0039815*</b>
Actividad económica	0.01489635	-0.065037***	-0.037225**	0.0879641*
Constante	0.7931115***	0.965982***	1.06925***	0.85931***
Observaciones	300	930	481	131
R-squared	0.0477	0.0540	0.0957	0.1369

**Nota.** Error estándar entre paréntesis. Significancia \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

**Fuente:** Superintendencia de Compañías del Ecuador. Elaboración propia

En la Tabla 5 se observan los resultados de las estimaciones de la regresión lineal múltiple de las empresas por distinción de tamaño. Los resultados de las estimaciones muestran que la Tangibilidad de los activos no es estadísticamente significativa para todas las empresas del sector de hotelería y restaurante. Según lo expuesto en la teoría de jerarquización financiera, la tangibilidad de los activos es un factor que proporciona mayor oportunidad de obtener financiamiento (Cole, 2013).

Con respecto al crecimiento de las ventas, la teoría de apalancamiento objetivo establece que a mayor venta mayor la necesidad de endeudarse para adquirir activos fijos, este resultado solo se verifica en las empresas medianas. De acuerdo con las estimaciones su relación es inversa, a más crecimiento en las ventas menor será la necesidad de endeudamiento, adaptándose a lo que pronóstica la teoría de jerarquización financiera.

La jerarquización financiera predice que la rentabilidad neta de los activos se relaciona con la capacidad de la empresa para generar recursos internos y por tanto reducen sus niveles de deuda (Jost H. Heckemeyer & Ruud A. de Mooij, 2017), (Gutiérrez

Urzúa, M., Aguayo Ramírez, P., Panes Parra, J., 2015); esta relación se comprueba porque es inversa y altamente significativa en las pequeñas empresas y con poca significancia se aplica en las micro y medianas empresas.

La edad influye en las micro, pequeñas y grandes empresas, se considera que, a mayor edad existirá una relación positiva con el endeudamiento.

### 3. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados de los indicadores se identifica que existe en promedio un nivel de endeudamiento del 64 %, de los cuales la concentración de endeudamiento con proveedores alcanza el 20 %, mientras que la concentración con entidades financieras representa un 4 %, es decir, las empresas del sector de hotelería y restaurantes, en promedio, se inclinan por la financiación, con la particularidad de que, las grandes empresas prefieren la deuda bancaria en mayor medida, a diferencia de las micro y pequeñas empresas, ya que las instituciones financieras prefieren otorgar recursos monetarios a aquellas empresas que tengan mayor garantía para cubrir sus préstamos, originando limitaciones para acceder a recursos y por

tanto, desigualdad empresarial, caracterizado por el desconocimiento del potencial de las micro, pequeñas y medianas empresas.

Si se analiza el modelo de regresión se corrobora que el tamaño de la empresa influye al momento de financiarse, constatando los resultados de los indicadores financieros y afirmando que a más de lo mencionado, estos resultados surgen por las exigencias de las instituciones financieras que marcan la diferencia de las pymes con las grandes empresas, porque las pequeñas y medianas empresas al llegar a recurrir a deuda deben asumir mayores tasas de interés y a su vez generan a las instituciones bancarias más costos administrativos, originando que en muchos casos estas empresas por su tamaño no puedan financiar sus proyectos a través de la banca.

También se detecta que la edad de las empresas tiene una relación positiva, es decir, a mayor edad mayor nivel de endeudamiento, situación que surge por la necesidad que tienen de mantenerse en el mercado, hacer frente a la competencia y expandir su negocio.

Los propietarios de estos negocios muchas veces no están dispuestos a asumir riesgos, siendo necesario en el quehacer empresarial que la administración mejore su desempeño. Lo lamentable es que, cuando estas empresas logran cierta estabilidad, no están dispuestos a perderla con la implementación de nuevas estrategias que podrían poner en riesgo su solidez empresarial, pero que trae consigo poca expansión de sus actividades y poco reconocimiento en el medio. Esta visión emprendedora, es característica de las grandes empresas, debido a la diversificación de sus negocios y los recursos que disponen para asumir las posibles eventualidades.

Es importante tener en cuenta que las pymes tienen adaptabilidad al cambio económico, mayor productividad y tienen mayor índice de contribución social como, el de generación de empleo, siendo relevante obtener facilidades para adquirir recursos de fuentes de externas cuando se agotan los recursos internos.

Analizando los resultados de los indicadores de endeudamiento y apalancamiento, la forma de financiarse se ajustan a la tendencia establecida en la teoría de la jerarquización financiera, esto es, utilizan un mínima cantidad de deuda externa y un gran volumen de deuda interna. Estos resultados explican porque los empresarios prefieren autofinanciarse antes que recurrir a recursos externos, trayendo consigo aspectos negativos, como, no asumir nuevos retos y desistir de

implementar ideas innovadoras, principalmente por su aversión al riesgo.

Se aprecia que las empresas del sector de hotelería y restaurantes tienen como estrategia de financiación los siguientes: 1. capitales propios, 2. Deudas corrientes, con alta dependencia en proveedores, y 3. En un nivel menor acuden a la deuda con instituciones financieras.

### III. CONCLUSIONES

Mediante la investigación se pudo concluir que, las empresas del sector de hotelería y restaurantes del Ecuador para los años 2013-2015, se inclinan por los postulados de jerarquización financiera, donde su preferencia es la autofinanciación. Para llegar a estas conclusiones, se efectuó un análisis macroeconómico donde las variables edad y crecimiento en ventas influyen directamente con las decisiones de financiación. El tamaño de la empresa permite analizar el sector por categorías y muestra que a mayor tamaño del negocio menor dificultades para generar recursos y por tanto para acceder al financiamiento externo, además que la asimetría de la información se reduce, siendo más atractiva para futuros inversionistas. Otras variables que sustentan la hipótesis planteada son los ratios financieros de rentabilidad y endeudamiento, al presentar una relación inversa, donde a mayor rentabilidad de la empresa, mejor gestión de los propietarios y por ende menor necesidad de recurrir a deuda financiera.

A partir de los resultados obtenidos, varias son las consideraciones que se pueden deducir. Por una parte, se corrobora que las empresas prefieren financiarse con recursos propios. Por otro lado, de acuerdo con los indicadores financieros evaluados, se llega a identificar que las empresas se endeudan con recursos al corto plazo, destacando el uso de proveedores, con baja dependencia de créditos bancarios.

Las microempresas prefieren no financiarse con recursos de instituciones financieras, por su parte las pequeñas empresas se endeudan pero al corto plazo con alta dependencia en los proveedores. Si se analiza a las medianas y grandes empresas, estas prefieren financiarse con recursos a largo plazo, con la diferencia que las grandes empresas se apalancan en menor medida.

Es necesario enfatizar en las limitaciones de la investigación. Una de las limitaciones más representativas son los datos objeto de análisis, debido a que los resultados surgen de la información colocada en la plataforma de la Superintendencia de compañías

del Ecuador durante los años de estudio, información que puede arrojar resultados diferentes en períodos distintos, otra limitación es el desconocimiento de las circunstancias que originaron las decisiones financieras de las empresas analizadas. Por lo anterior, es primordial que en posteriores estudios se analice a detalle la gestión empresarial, el flujo de información contable, las estrategias de financiación tomadas por cada empresario y las situaciones que motivan dichas decisiones.

#### IV. REFERENCIA

- Amponsah, A., Nyarko-Baasi y Hughes, D., (2013). The Effects of Capital Structure on Profitability of Listed Firms in Ghana, *European Journal of Business and Management*, 5(31), 215-229. Recuperado de [http://pakacademicsearch.com/pdf-files/ech/517/215-229%20Vol%205,%20No%2031%20\(2013\).pdf](http://pakacademicsearch.com/pdf-files/ech/517/215-229%20Vol%205,%20No%2031%20(2013).pdf)
- Araya Sepúlveda, Felipe, Jara Bertin, Mauricio, Maquieira Villanueva, Carlos, & San Martín Mosqueira, Pablo. (2015). Influencia de los inversionistas institucionales en las decisiones de estructura de capital de la empresa. Evidencia para un mercado emergente. *El trimestre económico*, 82(326), 279-311. Recuperado en 17 de agosto de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-718X2015000200279&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2015000200279&lng=es&tlng=es).
- Barona Zuluaga, B., y Rivera Godoy, J. A. (2012). Análisis empírico de la financiación de nuevas empresas en Colombia. *Revista Innovar Journal*, 22(43), 5-18. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/35467>
- Berlingeri, H. (2014). ¿Trade-Off o Pecking Order? Una Investigación sobre las decisiones de financiamiento. *Prenda*, 4(8) 119-139. Doi: 10.15765/plnt.v2i3.349
- Briozzo, Vigier, Castillo, Pesce y Speroni, (2016), Decisiones de financiamiento en pymes: ¿existen diferencias en función del tamaño y la forma legal?, *Estudios Gerenciales* 32 (2016) 71-81. Doi: 10.1016/j.estger.2015.11.003
- Cabrer Borrás, B. y Rico Belda, P., (2015). Determinantes de la estructura financiera de las empresas españolas. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. *Estudios de economía aplicada*. 33-(2), 513-532. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/301/30141391009.pdf>
- Camino Mogro, S., y Guale Córdova, A. (2017). Estudios sectoriales: Alojamiento y Servicios de Comida. Dirección Nacional de Investigación y Estudios, *Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador*, 1-83. Recuperado de <http://www.supercias.gob.ec/portalscv/>
- Carvajal, H. D. (2013). El flujo de caja libre y el costo promedio ponderado de capital: factores claves para la optimización de la estructura de capital de empresas del sector de infraestructura y obra civil. (Tesis de Maestría), *Colegio de Estudios Superiores de Administración CESA, Disertación mayo, 2013*, 1-70.
- Cole, R. A. (2013). What do we know about the capital structure of privately held US firms? Evidence from the surveys of small business finance. *Financial Management*, 42(4), 777-813.
- Etudaiye-Muhtar, O. F., Ahmad, R. y Matemilola, B. T. (2017) Corporate Debt Maturity Structure: The Role of Firm Level and Institutional Determinants in Selected African Countries, *Global Economic Review*, 46:4, 422-440, DOI: 10.1080/1226508X.2017.1350589
- Gutiérrez Urzúa, M., Aguayo Ramírez, P., y Panes Parra, J. (2015). Estructura de financiamiento de las empresas chilenas aplicación del modelo de jerarquía. *Horizontes Empresariales*, 14(1), 7-19.
- Hang, Markus; Geyer-Klingeborg, Jerome; Rathgeber, Andreas & Stöckl, Stefan (2018). Measurement Matters – A Meta-Study of the Determinants of Corporate Capital Structure. *Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 68, pp. 211-225, DOI: 10.1016/j.qref.2017.11.011. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2985375> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2985375>
- Isaac, F., Flores, O. y Jaramillo, J. (2010). Estructura de financiamiento de las pymes exportadoras mexicanas. Análisis de política de deuda. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 135. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2010/ifj.htm>
- Jensen, M. C. (1986). Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance and Takeovers. *American Economic Review*, 76(2), 323-329.
- Jost H. Heckemeyer and Ruud A. de Mooij (2017), Taxation and Corporate Debt: Are Banks Any Different? *National Tax Journal*, 70(1), 53-76 DOI: [dx.doi.org/10.17310/ntj.2017.1.02](http://dx.doi.org/10.17310/ntj.2017.1.02)
- Larsen, Melisa, Vigier, Hernán P., Guercio, M. Belén, y Briozzo, Anahí E. (2014). Financiamiento

- mediante obligaciones negociables. El problema de ser PyMEs. *Visión de futuro*, 18(2) Recuperado en 17 de agosto de 2018, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-87082014000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082014000200005&lng=es&tlng=es).
- Medina O., A. M., Salinas R., J. D., Ochoa B., L. M., y Molina G., C. A. (2012). La estructura financiera de las empresas manufactureras colombianas, una mirada econométrica, macroeconómica y financiera. *Perfil de Coyuntura Económica*, 20(20), 155–176.
- Mejía Amaya, A. (2013). La estructura de capital en la empresa: su estudio contemporáneo. *Finanzas y Política Económica*, 5(2), 141–160.
- Miglo, A., Lee, Z., y Liang, S. (2014). Capital Structure of Internet Companies: Case Study. *Journal of Internet Commerce*, 13(1533-2861 print=1533–287X online), 253–281.
- Modigliani, F. y Miller, M. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, *The American Economic Review*, 48(3), 261-297. Recuperado de [http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/terra\\_-\\_the\\_cost\\_of\\_capital\\_corporation\\_finance.pdf](http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/terra_-_the_cost_of_capital_corporation_finance.pdf)
- Modigliani, F. y Miller, M. (1963). Corporate income taxes and the cost of capital: A correction, *The American Economic Review*, 53 (3), 433-443. Recuperado el 18/03/2017 de: <https://www2.bc.edu/thomas-chemmanur/phdfincorp/MF891%20papers/MM1963.pdf>
- Moreira, C., y Rodríguez, J. (2006). Contraste de la Teoría del Pecking Order versus la Teoría del Trade-Off para una Muestra de Empresas Portuguesas. *Documentos de Trabajo Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas*, 1, 1–25. Recuperado de la página web <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3164848>
- Myers, S. y Majluf, N. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13, 187-221
- Öztekin, Özde; Flannery, Mark J. (2012). Institutional determinants of capital structure adjustment speeds. *Journal of Financial Economics*. 103(1), 88-112. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.08.014>
- Pesce, G., Esandi, J. I., Briozzo, A. E., Vigier, H. P. (2015). Decisiones de financiamiento en pymes particularidades derivadas del entrelazamiento empresa-propietario. *Rege. En RIDCA*. Recuperado de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4221>
- Pettit, R. y Singer, R. (1985) "Small Business Finance: A Research Agenda", *Financial Management*, Autumn, 14(3), 47-60. Doi: 10.2307/3665059
- Portal, M.T., Zani, J., y Da Silva, C.E.S. (2012), *Financial frictions* and substitution between internal and external funds in publicly traded Brazilian companies. *Revista Contabilidade e Finanças*, 23(58), 19- 32.
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (2010), Suplemento R.O. No. 351 del 29 de diciembre de 2010. Recuperado de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/eco5oes.pdf>
- Rivera G. Jorge A. (2002), Teoría sobre la Estructura de Capital, *Estudios gerenciales*, 18(84). Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-59232002000300002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232002000300002)
- Rivera G. Jorge A. (2007), *Estructura financiera* y factores determinantes de la estructura de capital de las pymes del sector de confecciones del Valle del Cauca en el período 2000-2004, Cuaderno de Administración, Bogotá (Colombia), 20 (34), 191-219.
- Rivera G. Jorge A. (2008). Decisiones de Financiación de la Industria Metalmecánica del Valle del Cauca. *Estudios Gerenciales*, 24(107), 35–57.
- Rodrigues L. y Frois C. (2014), Capital structure, cash holdings and firm value: a study of brazilian listed firms. *Revista Contabilidade e Finanças*, 25(64). Doi: 10.2139/ssrn.2329346
- Serrasqueiro, Z., Matias, F. y Salsa, L. (2016). Determinants of capital structure: New evidence from Portuguese small firms. *Dos Algarves: A Multidisciplinary e-Journal*, 28, 13-28.
- Ross, S., Westerfield, R., y Jaffe, J. (2012). *Finanzas corporativas*. Novena edición. Ed. México DF, México: McGrawHill.
- Terhaag, J. (Julio de 2015), The determinants of capital structure: Evidence from Sweden. 5th IBA Bachelor Thesis Conference, July 2nd, Enschede. Congresso llevado a cabo en The Netherlands, University of Twente, The Faculty of Behavioural, Management and Social sciences. Recuperado de [https://essay.utwente.nl/67333/1/Terhaag\\_BA\\_MB.pdf](https://essay.utwente.nl/67333/1/Terhaag_BA_MB.pdf)
- Vandana, Bhamaa, Pramod Kumar Jainb, Surendra Singh Yadav, (2018). Relationship between the pecking order theory and firm's age: Empirical

- evidences from India. *IIMB Management Review*, 30, 104-114.
- Vera-Colina, M.A.; Melgarejo-Molina, Z.A. & Mora-Riapira, E.H. (2014). Acceso a la financiación en Pymes colombianas: una mirada desde sus indicadores financieros. *Innovar*, 24(53), 149-160.
- Yildirim, R., Masih, M. y Bacha, O. (2018). Determinants of capital structure: evidence from Shari'ah compliant and non-compliant firms. *Pacific Basin Finance Journal*, 51, 198-219.
- Zambrano V., Sandra M. y Acuña C., Gustavo A. (2011). Estructura de capital. *Evolución teórica. Criterio Libre*, 9 (15), 81-102. Recuperado de file:///C:/Users/R-Ciencia%20Unemi/Downloads/Dialnet-EstructuraDeCapitalEvolucionTeorica-3815888.pdf
- Zata-Potziouris, P. (2011). The financial structure and performance of owner-managed family firms: Evidence from the UK economy.
- Zeitun, R. y Tian, G. G. (2007). Capital structure and corporate performance: evidence from Jordan, Australasian Accounting, *Business and Finance Journal*, 1(4). Recuperado de <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1018&context=aabfj>

# Implementación de un presupuesto empresarial base cero bajo el enfoque difuso.

Kléber, Luna-Altamirano<sup>1\*</sup>; Jaime, Tinto-Arandes<sup>2</sup>; William, Sarmiento-Espinoza<sup>3</sup>;  
Diego, Cisneros-Quintanilla<sup>4</sup>

## Resumen

El presente artículo hace referencia a la implementación de una nueva técnica de análisis y estructuración en la construcción del presupuesto empresarial, denominada "Presupuesto Base Cero" (PBC), en una empresa de calzado en el cantón Gualaceo Provincia del Azuay-Ecuador. El objetivo de la investigación se basa en construir un presupuesto que permita capturar la dinámica económica de la empresa, optimizando los costos para lograr alcanzar las metas en el mediano y largo plazo. La metodología utilizada, consistió en la aplicación de herramientas de avanzada de la lógica difusa, utilizando números borrosos trapezoidales (NBTr), permitiendo capturar los verdaderos niveles presupuestarios que necesitará la empresa para hacer predicciones y poder lograr los objetivos que persigue la institución. Como resultado de esta investigación, se logra determinar los niveles óptimos de presupuesto que puede alcanzar la empresa de calzado dado una estructura estimada de ingresos, que permita a la alta gerencia direccionar variables y tomar las mejores decisiones posibles frente a la realidad actual.

**Palabras Clave:** Lógica difusa, números borrosos trapezoidales, presupuesto.

## Implementation of a zero based business budget under the diffuse approach.

## Abstract

This article refers to the implementation of a new technique of analysis and structuring in the construction of the business budget, called "Base Zero Budget" (PBC), in a footwear company in the Gualaceo canton, Province of Azuay-Ecuador. The objective of the research is based on building a budget that allows capturing the economic dynamics of the company, optimizing the costs to achieve the goals, which the company achieves in the medium and long term.

The methodology used consisted of the application of advanced tools of fuzzy logic, using trapezoidal fuzzy numbers (NBTr), allowing to capture the true budget levels required by the company to make predictions and achieve the objectives pursued by the institution. As a result of this research, it is possible to determine the optimal budget levels that this footwear company can achieve given an estimated revenue structure, which allows top management to address variables and make the best possible decisions in the face of current reality.

**Keywords:** Budget, fuzzy logic, trapezoidal fuzzy numbers

**Recibido:** 13 de marzo de 2017

**Aceptado:** 23 de julio de 2018

<sup>1</sup>Profesor e Investigador de la Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador; klunaa@ucacue.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4030-8005>

<sup>2</sup>Profesor e Investigador de la Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador; jtinto@ucacue.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-8507-6837>

<sup>3</sup>Profesor e Investigador de la Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador; wsarmiento@ucacue.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-4712-8688>

<sup>4</sup>Profesor e Investigador de la Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador; dcisneros@ucacue.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-0897-8938>

\*Autor para correspondencia: klunaa@ucacue.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas en nuestro país, dentro del marco de la gestión empresarial, elaboran presupuestos en base al historial de años pasados como un instrumento que le permite sistematizar y cuantificar las acciones estimadas con la finalidad de llegar a los resultados esperados para la sostenibilidad y progreso de la organización. Este se ha convertido en una metodología tradicional utilizada por las empresas. Burbano (2005) manifiesta que los presupuestos representan la expresión cuantitativa formal, de los objetivos que se propone alcanzar la administración de la empresa en un período, con la adopción de las estrategias necesarias para lograrlos.

El problema fundamental al utilizar estos métodos que se basan en estadísticas del pasado, para hacer predicciones y prevenciones a futuro no reflejan la realidad cambiante del nuevo entorno empresarial. En este sentido quedan desfasados todos aquellos métodos que tratan de aplicar la toma de decisiones basados en comportamientos del pasado, ya que se llega a resultados erróneos al no recoger los cambios actuales de la empresa.

Partiendo de esta mutabilidad se utilizan las herramientas que proporcionan la lógica difusa en la construcción de un presupuesto base cero, donde se eliminan los problemas alcanzados por datos del pasado, y se proyectan los objetivos de la empresa atrapando la incertidumbre con el fin de lograr los objetivos planeados por la alta dirección

El Presupuesto Base Cero nace como una propuesta para la creación de un modelo presupuestario en la empresa Texas Instruments, que posteriormente se extiende a otras organizaciones por el resultado de este método. La parte fundamental de este presupuesto es la construcción de esquemas de planificación para una mejor gestión empresarial. Según Chávez (2015) en su artículo: ¿Por qué Presupuesto Base Cero?, indica que el Presupuesto Base Cero (PBO) es un concepto, al que se recurre para determinar un nuevo nivel de asignación de recursos a una organización, parte de ella o a algunas unidades de administración, sin tomar en cuenta la asignación presupuestaria en curso o la que imperó en el pasado.

Se debe partir para la estructura, trazar objetivos y metas determinando las prioridades más importantes que tenga la empresa y luego definir los recursos económicos a entregar para el cumplimiento de estos

objetivos. El Presupuesto Base Cero debe orientarse a cambiar el paradigma tradicional, y en lugar de preguntarse cada año cuánto dinero adicional se puede obtener para destinar a una multiplicidad de acciones y programas, muchas veces inerciales y que no logran los efectos esperados, cabe entonces aquí la pregunta, qué se hace con el dinero disponible, que sea verdaderamente prioritario, de mayor impacto en términos económicos y sociales, y medible en sus resultados (Ciscomani 2015). Dentro de esta disciplina algunos autores presentan sus publicaciones, como: Chávez (2015). ¿Por qué Presupuesto?; Tovar (2015). Presupuesto Base Cero: eficiencia y sesgos a la inercia; Barea y Martínez (2012). Fortalezas y debilidades del Presupuesto Base Cero; Castiblanco (2014). Una mirada al presupuesto anual de ventas de Rautens trauch & Villers; Garde y Zapico (1995). Presupuesto en Base Cero limitados; Lafuente (1995). Creación de un producto financiero; Pérez (2015). Reflexiones sobre el Presupuesto Base Cero y el Presupuesto basado en Resultados; Pyhrr (1973) Presupuesto base cero; Sánchez (2015). Presupuesto Base Cero, una oportunidad para invertir mejor; Shelby (2013). Zero-Base Budgeting for the 21st Century Public Administrator.

Debe destacarse como un hecho eficiente dentro de la gestión empresarial la estructura del Presupuesto Base Cero con estudio de la lógica difusa. Mediante un trabajo de Lofti Zadeh (1965) se adoptan los conceptos de la lógica y de los subconjuntos borrosos, a través de la definición de grados de pertenencia y así nacen las primeras aplicaciones de la lógica difusa en las ciencias sociales. Otros autores presentan la aplicación de herramientas de avanzada de la lógica difusa, con aplicación de metodología "Fuzzy Set", para la solución de problemas complejos ajustados a la realidad de los tiempos, entre ellos Arango y Pérez (2012). La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones; Chalco et al. (2009). Una aproximación de números difusos de tipo trapezoidal; Gil y Barcellos (2010). Una aplicación de la metodología de los efectos olvidados: Los factores que contribuyen al crecimiento sostenible de la empresa; Kaufmann y Gil (1986). Introducción de la teoría de subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas; Kaufmann y Gil (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre; Medina (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros; Lafuente (1997). Marketing para el nuevo

milenio: nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre; Rico y Tinto (2010). Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable.

Debe destacarse que la aplicación del Presupuesto Base Cero con lógica difusa se realizará con la aplicación de números borrosos trapezoidales (NBTr), mismos que expresan valores entre los cuales puede suceder un determinado acontecimiento. Dicho número se expresa como cuádruplos de números, donde el número izquierdo representa el mínimo valor a lograr en el estudio del acontecimiento, y el derecho representa el máximo valor que puede alcanzar el acontecimiento y los dos números centrales representan los valores más posibles que puedan suceder el acontecimiento. Lazzari (1997) indica que un NBTr queda determinado únicamente por cuatro números reales (el valor mínimo, el valor máximo y los valores de mayor nivel de presunción), los NBTr representarán la opinión de los expertos en un rango más amplio.

La finalidad de presentar este tipo de presupuestos dentro una empresa es: establecer un proceso de planificación adecuada; lograr una correcta distribución de los recursos; obtener que los gastos sean únicamente los necesarios; la toma de decisiones sea la adecuada; y, cumplimiento de las metas según los objetivos planteados.

El objetivo del presente estudio es aplicar un modelo de Presupuesto Base Cero (PBC), en una empresa de calzado en el cantón Gualaceo Provincia del Azuay-Ecuador, que permita capturar la realidad dinámica de la empresa para la consecución de objetivos reales haciendo uso eficiente de los recursos.

En la primera parte de este trabajo se señala el tipo de investigación y los instrumentos utilizados por la lógica difusa para recoger la información en la construcción de un presupuesto base cero. Luego se procede a explicar los pasos para la determinación de las variables y su evaluación por el conjunto de conocedores de cada departamento de la empresa (expertos). Finalmente se realizan los cálculos y se emiten los correspondientes resultados.

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

El Presupuesto Base Cero se fundamenta en principios, donde las distribuciones de los recursos van de acuerdo a

los objetivos planteados por cada área de la empresa, con la finalidad de lograr las metas establecidas. Se propone un método que permita capturar la incertidumbre para la construcción de un presupuesto, que tome en cuenta los objetivos que traza la organización y su posible nivel de cumplimiento, en el caso de una empresa de calzado del cantón Gualaceo Provincia del Azuay, como un nuevo aporte para una correcta gestión empresarial.

La investigación es de tipo descriptiva, exploratoria y predictiva por cuanto se describe el funcionamiento de cada uno de los departamentos y los objetivos que pretende alcanzar en los periodos siguientes, pasando a explorar el conjunto de variables objeto de modificación y mejoramiento, con el fin de poder hacer predicciones a futuro basado en los llamados números borrosos trapezoidales. Para ello se utiliza una encuesta a los expertos de cada sección de la empresa, así como a los encargados financieros conocedores del manejo diario de la institución, en este caso, para la empresa en estudio, se consultó a todas las personas responsables del área (jefes de sección) que constituyeron el conjunto de 8 expertos.

Para la valuación de la opinión de los expertos, se recurre a la nomenclatura introducida por Kaufmann y Gil Aluja (1989) donde: “La introducción de una valuación matizada entre 0 y 1 permite hacer intervenir niveles de verdad en la noción de incidencia. (...) Valores de 0 a 1 (la llamada valuación endecadaria)”. Rico y Tinto (2008) manifiestan:

El principio del tercio excluido atribuido a Crisipo de Soli, y fundamentado en el pensamiento aristotélico, el cual enuncia que una proposición o es verdadera o es falsa, fue refutado por el pensamiento de Epicuro al afirmar que tal principio sólo era válido si no existía una posibilidad diferente a los máximos extremos de “verdadero” o “falso”, enunciados por dicho principio.

Con el 0 y el 1 es posible expresar cualquier número, concepto u operación, a lo que los matemáticos denominaron a esta álgebra, Booleana en honor a quien formuló las reglas binarias del pensamiento. El principio de la Simultaneidad Gradual, introducido por Gil Aluja (1986) considera que cualquier proposición puede ser verdadera y falsa al mismo tiempo, siempre y cuando le demos un grado a la verdad y un grado a la falsedad. La escala endecadaria utilizada para este análisis se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala semántica

GRADO DE PRESUNCIÓN $\alpha$	INCIDENCIA
0	Bajo
0,1	Prácticamente bajo
0,2	Muy bajo
0,3	Bastante Bajo
0,4	Más bajo que alto
0,5	Tan bajo como alto
0,6	Más alto que bajo
0,7	Bastante alto
0,8	Muy alto
0,9	Prácticamente alto
1	Alto

Fuente: Elaboración propia

Para representar los niveles presupuestarios de la empresa se utilizó los números borrosos trapezoidales NBTr denotados por  $(a_1, [a_2, a_3], a_4)$ , indican que,  $a_1$  = extremo inferior;  $[a_2, a_3]$  = máximo de presunción;  $a_4$  = extremo superior. La Figura 1 representa lo anotado.

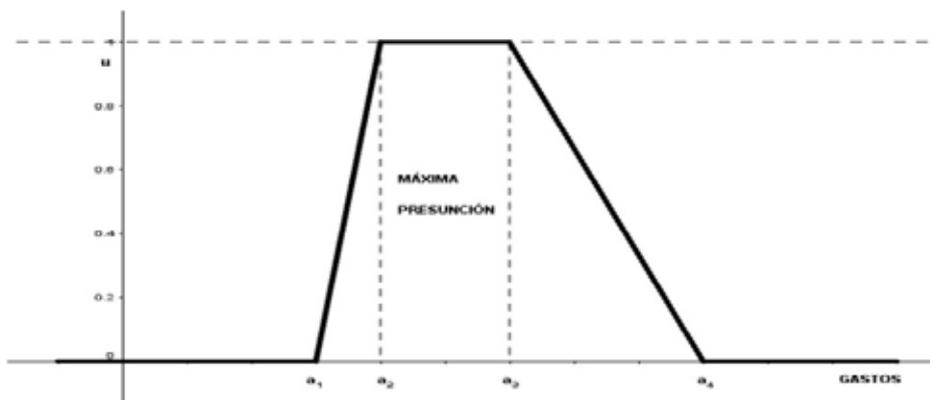


Figura 1. Número borroso trapezoidal

Fuente: Elaboración propia

A continuación, a modo de ilustración se presenta los pasos para la elaboración del Presupuesto Base Cero (PBC) con aplicación de números borrosos trapezoidales.

La empresa de calzado dispone de tres áreas de trabajo: marketing, producción y ventas, las cuales después de una reunión donde se analizó la realidad del mercado y de la empresa, se establecieron los niveles de inversión para alcanzar los respectivos objetivos y rubros económicos, dentro de un determinado periodo de tiempo:

A: Marketing

A0 = Encontrar un nicho de mercado para el producto 2.867,00 dólares

A1 = Competir en el mercado local 3.000,00 dólares

A2 = Generar un plan para el posicionamiento del producto 3.200,00 dólares

B: Producción

BO = Mantener un stock de producto terminado ideal para competir 1.021,00 dólares

B1 = Crear modelos innovadores aplicando el método STIM con lógica difusa 2.245,00 dólares

B2 = Seleccionar mano de obra calificada y materia prima 2.789,00 dólares

C: Ventas

Co = Aumentar el volumen de ventas 1.458,00 dólares

C1 = Mejorar el servicio postventa 1.736,00 dólares

Con la finalidad de conocer los ingresos de la empresa de calzado al inicio del periodo, se recurre a la administración para obtener esta información, que se evidencia en la Tabla 2.

Los niveles de cada una de las áreas de trabajo de la empresa de calzado que se piensa mejorar, determinan un presupuesto para alcanzar los objetivos propuestos, como se define en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Cifra Presupuestaria

A = Marketing	\$	9.067,00
B = Producción	\$	6.055,00
C = Ventas	\$	3.194,00
TOTAL	\$	18.316,00

Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de los números borrosos trapezoidales, se procede a que los expertos emitan valores que tienen el dominio entre 0 y 1 denotados por  $u$  en el segmento  $[0, 1]$ . Cuanta mayor presunción, la cifra asignada estará más cerca de 1 y cuanto presunción más alejada de uno.

La gerencia de la empresa, en base a los ingresos estimados, establece una posición pesimista de 12.780,00 dólares y una optimista de 15.650,00 dólares, para el cumplimiento de los objetivos propuestos, fijando así una restricción presupuestaria como puede verse en la Tabla 3 y en la Figura 2.

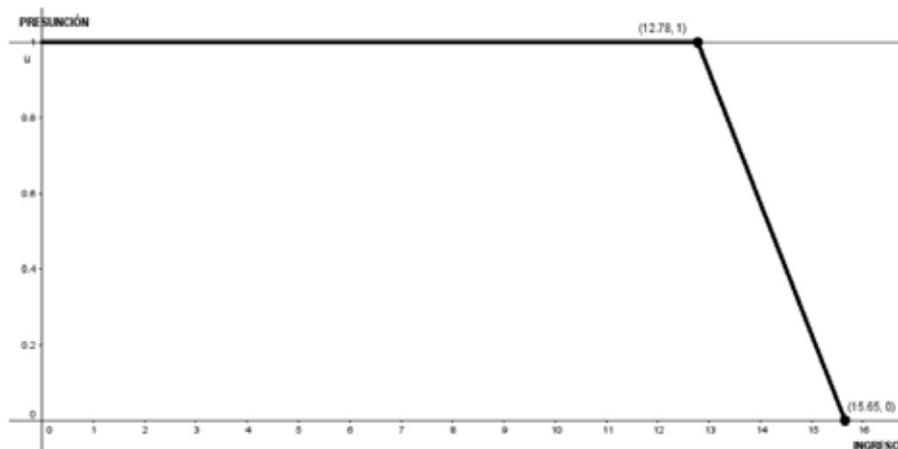
**Tabla 3.** Estimación de Ingresos de la empresa

Componentes de los Ingresos	Posición Pesimista	Posición Utópica
Ventas por unidad	\$ 10.050,00	\$ 11.956,00
Cobros a corto plazo	\$ 1.880,00	\$ 2.168,00
Cobros a largo plazo	\$ 523,00	\$ 759,00
Otros Ingresos	\$ 327,00	\$ 767,00
TOTALES	\$ 12.780,00	\$ 15.650,00

Fuente: Elaboración propia

En la posición pesimista se indica lo que es seguro poder invertir, para cada uno de los objetivos trazados, la otra posición representa los esfuerzos que son posibles alcanzar para lograr los mismos, representando la restricción presupuestaria de la

empresa. Entorno a lo dicho la posición pesimista toma una valoración de uno frente a la otra cuya asignación será de cero si supera dicho monto. En la Figura 2 se señalan los valores de la restricción presupuestaria en unidades de mil.



**Figura 2.** Grafica de Estimación de Recursos (unidades de mil)

Fuente: Elaboración propia

Los niveles presupuestarios con sus respectivos rubros asignados (extremo inferior, máximo de presunción y extremo superior), se determinan en base a

las opiniones agregadas de los expertos según los criterios emitidos por cada uno de las áreas de trabajo de acuerdo a los objetivos a alcanzar:

		$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
Nivel I:	AO	2717	2767	2867	3017
Nivel II:	AO+A1	5467	5647	5867	6267
Nivel III:	AO+A1+Bo	6238	6568	6888	7538
Nivel IV:	AO+A1+Bo+Co	7566	7976	8346	9126
Nivel V:	AO+A1+Bo+B1+Co	9311	9971	10591	11671
Nivel VI:	AO+A1+A2+Bo+B1+Co	12386	13121	13791	15021
Nivel VII:	AO+A1+A2+Bo+B1+Co+C1	13972	14782	15527	16907
Nivel VIII:	AO+A1+A2+Bo+B1+B2+Co+C1	16611	17501	18316	19846

Se presenta un resumen geométrico de los ocho niveles presupuestados, que van desde el nivel I con una inversión de (2717, [2767,2867],3017), dólares, hasta el nivel VIII cuyo financiamiento será de (16611, [17501,18316],19846), dólares.

En la Figura 3, encontramos los trapecios que identifican los niveles presupuestarios por cada objetivo a alcanzar y la correspondiente restricción presupuestaria, utilizando los números borrosos trapezoidales.

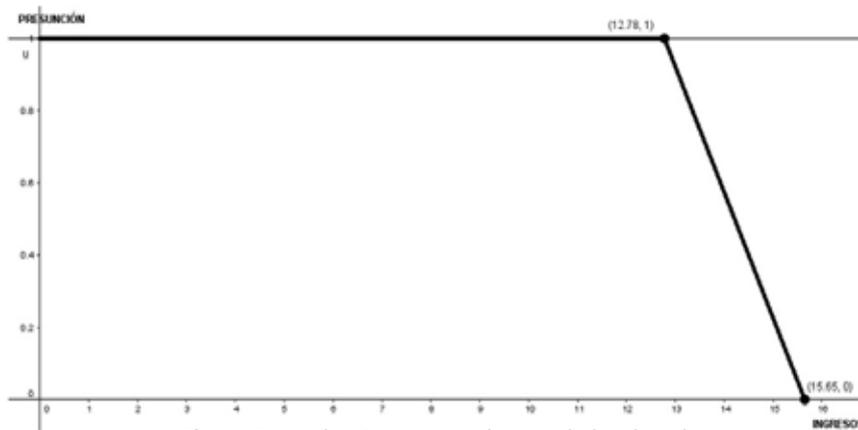


Figura 3. Niveles Presupuestados (unidades de mil)  
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se toma en cuenta, la decisión más correcta entre todos los niveles presupuestarios; los niveles del I al V son aceptados, puesto que el presupuesto cubre los rubros, en cambio serán

analizados los niveles VI, VII y VIII, para determinar un índice de cobertura, que será puesto a criterio de la administración de la empresa de calzado y ser aceptado o rechazado, Figura 3.

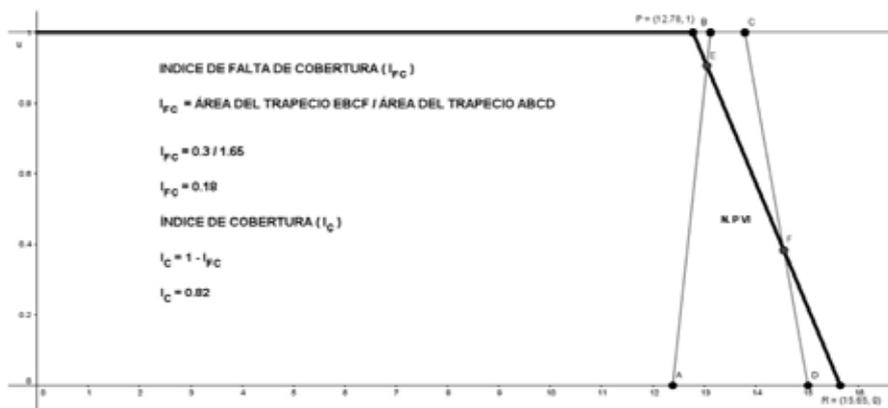


Figura 4. Análisis del Nivel Presupuestario VI (unidades de mil)  
Fuente: Elaboración propia

En este sentido para obtener el índice de falta de cobertura entre el nivel presupuestario VI y la correspondiente restricción presupuestaria, se procede geoméricamente de la siguiente manera. Se obtiene el punto de intersección E a través de la intersección de las rectas que pasan por los puntos AB y PR y para obtener el punto F, se interceptan las rectas CD y PR respectivamente. A continuación se calculan las áreas de los trapecios BCFE y ABCD, determinándose el

cociente entre ellos, al que se le denota como  $I_{FC}$ , su complemento  $I_c = 1 - I_{FC}$ , se denomina el índice de cobertura, que en este caso está representado por el 82%. Al analizar el nivel presupuestario VI, se concluye que el porcentaje es alto por lo que la gerencia aprueba este nivel. Figura 4.

A continuación, se procede a analizar el siguiente nivel presupuestario VII, reflejado en la Figura 5.

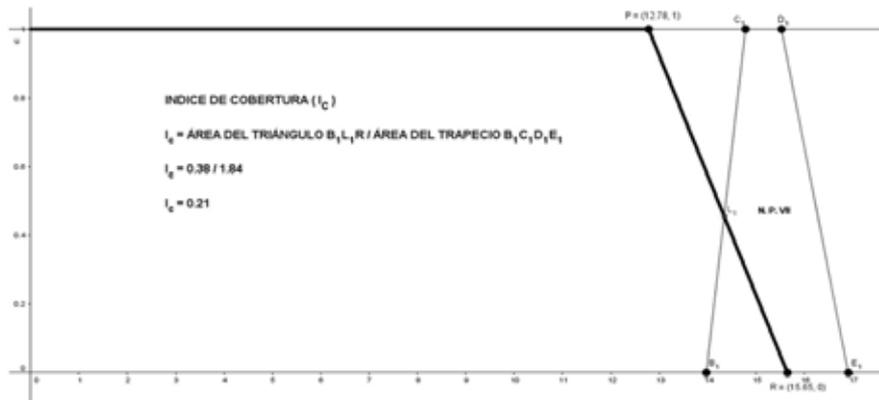


Figura 5. Análisis del Nivel Presupuestario VII (unidades de mil)  
Fuente: Elaboración propia

El análisis geométrico para el nivel VII, se obtiene el área del triángulo  $B_1 L_1 R$  y el área del trapecio  $B_1 C_1 D_1 E_1$ , su cociente representa el índice cobertura, que al ser determinado se observa apenas el 21%, por tratarse de un porcentaje bajo, la gerencia rechaza el nivel. El nivel VIII, por encontrarse fuera de presupuesto la gerencia no lo acepta.

## 2. Resultados

- Aplicando el método del Presupuesto Base Cero (PBC), para una empresa de calzado en el cantón Gualaceo provincia del Azuay-Ecuador, se determinan niveles presupuestarios que permiten alcanzar un conjunto de objetivos trazados por la empresa utilizando números borrosos trapezoidales (NBTr), donde se reúne la opinión agregada de los expertos en base a los Balances y Estados Previsionales de la empresa para los siguientes periodos contables.
- Se determinó la restricción presupuestaria que tendrá la empresa de calzado para los siguientes periodos contables aplicando el método de expertizaje y dicha restricción se situó entre \$12.780,00 y \$15.650,00, resultando evidente que

cualquier rubro mayor a la posición utópica no podrá ser cumplida.

- Los niveles presupuestarios del I al V cuentan con las suficientes asignaciones para el cumplimiento de los objetivos. El nivel VI es aprobado por la gerencia debido a que el presupuesto presenta un índice de cobertura del 82 % proporcionándole un buen margen de cumplimiento para alcanzar los objetivos propuestos. El nivel VII no se aprueba ya que el índice de cobertura solamente logra un 21% y es imposible poder conseguir con los recursos disponibles de la empresa.
- Con el nivel presupuestario VI se logrará cubrir los requerimientos necesarios para lograr los objetivos de:  $A_0$  = Encontrar un nicho de mercado para el producto,  $A_1$  = Competir en el mercado local,  $A_2$  = Generar un plan para el posicionamiento del producto,  $B_0$  = Mantener un stock de producto terminado ideal para competir,  $B_1$  = Crear modelos innovadores aplicando el método STIM con lógica difusa,  $C_0$  = Aumentar el volumen de ventas.

## Discusión de los resultados

La utilización de los números borrosos trapezoidales

en la aplicación del Presupuesto Base Cero (PBC), permite agregar la opinión del conjunto de expertos financieros de la empresa de calzado de forma más precisa y confiable. De esta manera se determinan las cifras económicas-contables a partir de los Balances y Estados Previsionales de Resultados con la finalidad de hacer uso eficiente en la planificación de los recursos financieros, donde se amerita un análisis profundo para la determinación y aprobación de los niveles presupuestarios, dentro de una sistematización de aspectos que engloban objetivos cuya finalidad es hacer crecer la empresa tomando decisiones acertadas y se acerquen cada vez más a las metas trazadas.

Si bien es cierto que en el presente estudio se logra alcanzar los objetivos correspondientes a los niveles presupuestarios del I al VI, la empresa podrá realizar estudios más profundos para el cumplimiento de los siguientes niveles presupuestarios, recurriendo a cotas de decisión de  $\alpha$ -cortes donde se requiere de cumplimientos menores a  $\alpha=1$  (100%) y así poder lograr parcialmente los objetivos de los siguientes niveles presupuestarios con funciones de membresía superiores a  $\alpha$ -corte iguales a 0.6 (60%). De esta manera se tomara decisiones encaminadas a integrar los objetivos consolidados en un corto y mediano plazo.

Esta metodología puede ser aplicada en todo tipo de empresa sea pública o privada con aplicación de números borrosos trapezoidales y/o triangulares, siendo una herramienta de avanzada que consolida objetivos y propone mejorar la gestión empresarial.

## CONCLUSIONES

En la presente investigación se ha puesto de manifiesto la importancia de atrapar la dinámica económica de la empresa a la hora de elaborar los presupuestos empresariales. Con la aplicación del Presupuesto Base Cero en la empresa de calzado del cantón Gualaceo Provincia del Azuay se muestra la forma dinámica de alcanzar objetivos por parte de esta empresa sujetos a la variabilidad de los costes que pueden presentarse en el transcurso del año al implementarlos. Para ello se enseña cómo manejar la información a través de los números borrosos trapezoidales que permiten acotar la incertidumbre y crear funciones de membresía acordes a la realidad de este tipo de empresa. De la misma forma se consigue coger las estimaciones de los ingresos para los siguientes períodos de la empresa y se procede a determinar hasta donde la empresa podrá

alcanzar los objetivos propuestos para optimizar los procesos de toma de decisiones.

Esta investigación da paso a estudios más profundos que permiten ver las previsiones que debe hacer la empresa y se puedan alcanzar los objetivos trazados por la alta gerencia de manera dinámica.

Para la empresa en estudio la alta gerencia podrá alcanzar los objetivos del nivel presupuestario VI con un índice de cobertura del 82%, que conseguirá ser mejorado a medida que sea implementado con los ingresos provenientes del mismo funcionamiento empresarial. Este nuevo método de elaborar presupuestos constituye, una magnífica herramienta para las empresas cuyo propósito, es la de evaluar y entregar los rubros económicos de manera eficiente y eficaz, siempre en coordinación con los departamentos en donde se requiere su mejoramiento.

## REFERENCIAS

- Arango, M., Urán, C., y Pérez, G. (2012). La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones, *Lámpsakos*, 8(1), 47-53. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4490568>
- Barea, J. y Martínez, J. (2012). Fortalezas y debilidades del Presupuesto Base Cero, *Presupuesto y Gasto Público*, 69(1), 9-21.
- Burbano, J. (2005). *Presupuestos. Enfoques de gestión, planeación y control de recursos*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Castiblanco, F. (2014). Una mirada al presupuesto anual de ventas de Rautens trauch & Villers. *Criterio Libre*, 12(20) 199-222. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/20/12-Revista-Criterio%20Libre%20V12-20-Articulo%209.pdf>
- Chalco, C., Pedraza, J., Román, H., y Álvarez, G. (2009). Una aproximación de números difusos de tipo trapezoidal. *Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería*, 17(2), 158-165. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77211359004>
- Chávez, J. (2015). ¿Por qué Presupuesto Base Cero (PBO)? *El Cotidiano*, 192(1), 69-77. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32539883009>
- Ciscomani, F. (2015). Presupuesto Base Cero: retos y perspectivas. *El Cotidiano*, 192(1), 58-62. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32539883007>

- Garde, J. y Zapico, E. (1995). *Presupuesto en Base Cero limitado*, Cuadernos de Actualidad, No. 4, Instituto de Estudios Fiscales.
- Gil, A. y Barcellos de Paula, L. (2010). Una aplicación de la metodología de los efectos olvidados: Los factos que contribuyen al crecimiento sostenible de la empresa. *Cuadernos del CIMBAGE*, 12(1), 23–52. Recuperado de: <http://ojs.econ.uba.ar/ojs/index.php/CIMBAGE/article/view/350>
- Kaufmann, A. y Gil, J. (1986). *Introducción de la teoría de subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. España: Milladoiro.
- Kaufmann, A. y Gil, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Hispano Europea, Barcelona.
- Kaufmann, A. y Gil, J. (1989). *Modelos para la investigación de efectos olvidados*. Barcelona: Milladoiro.
- Lafuente, J. (1995). Creación de un producto financiero, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 1(3), 45-62. Recuperado de: <http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v01/013045.pdf>
- Lafuente, J. (1997). *Marketing para el nuevo milenio: nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre*. Barcelona: Ediciones Pirámide.
- Lazzari L. (1997). *Teoría de la decisión fuzzy*. Buenos Aires: Macchi.
- Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros, *Cuadernos de Administración*, XIX (32), 195-223. Recuperado de [http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/8\\_32\\_estado\\_de\\_la\\_cuestion.pdf](http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/8_32_estado_de_la_cuestion.pdf)
- Pérez, H. (2015). Reflexiones sobre el Presupuesto Base Cero y el Presupuesto basado en Resultados. *El Cotidiano*, 192(1), 78-84. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32539883010>
- Pyhrr, P. (1973). *Presupuesto base cero*. México: Limusa.
- Rico, M. y Tinto, J. (2010). Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable. *Actualidad Contable Faces*, 21, 127-146.
- Rico, M. y Tinto, J. (2008). *Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables*. Revista de Contaduría, (52), 199-214. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/cont/article/view/2169>
- Sánchez, M. (2015). Presupuesto Base Cero, una oportunidad para invertir mejor. *El Cotidiano*, 192, 85-92. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32539883011>
- Shelby, R. (2013). *Zero-Base Budgeting for the 21st Century Public Administrator*. Atlanta: Fiscal Research Center/Andrew Young School of Policy Studies/Georgia State University.
- Tovar, R. (2015). Presupuesto Base Cero: eficiencia y sesgos a la inercia. *El Cotidiano*, 192, 33-36. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32539883004>
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(4), 338-353. Recuperado de <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-symbolic-logic/article/zadehl-a-fuzzy-sets-information-and-control-vol-8-1965-pp-338353-zadehl-a-similarity-relations-and-fuzzy-orderings-information-sciences-vol-3-1971-pp-177200/3A80F34917B4A88DD12299044FD1E47E>

# Influencia de la globalización financiera en el mercado de valores ecuatoriano

Galo, Acosta-Palomeque<sup>1\*</sup>; Byron, Avilés-León<sup>2</sup>

## Resumen

El artículo analiza la influencia de la globalización financiera en el mercado de valores, desde su aparición hasta la época actual caracterizada por el uso de nuevas tecnologías en informática y telecomunicaciones, por el aumento del interés de los inversionistas para invertir en mercados extranjeros y por la aparición de nuevos productos financieros internacionales. El presente trabajo es una investigación teórico descriptiva de tipo documental, se utilizaron 39 fuentes que cubren el periodo 1995-2017. La globalización en los mercados financieros se relaciona con el desarrollo y creación de sofisticados productos financieros que se negocian en diferentes mercados de capitales, estableciéndose una interdependencia a través de transacciones electrónicas gracias a los adelantos en los campos de las tecnologías de la informática, telecomunicaciones e internet que propician procesos más eficientes que conllevan a una reducción de costos. Los resultados obtenidos muestran las bolsas de valores pequeñas que, por lo general, pertenecen a países de la periferia como Ecuador no se han beneficiado de la globalización financiera. Por último, se concluye que el mercado de valores ecuatoriano por no estar integrado con los mercados de otros países, y porque en él, no se negocian derivados financieros, no presentó mayor contagio de la crisis financiera internacional del 2008.

**Palabras Clave:** Globalización financiera; mercado de valores.

## Influence of financial globalization in the ecuadorian stock market

### Abstract

This paper analyzes the influence of globalization on the Ecuadorian stock market, from its beginning to the present era characterized by the use of new technologies in information technology and telecommunications, due to the increase of the interest of the investors to invest in foreign markets and due to the emergence of new international financial products. This work is a descriptive theoretical research of documentary type, 39 sources were used that cover the period 1995-2017. Globalization in financial markets is related to the development and creation of sophisticated financial products that are traded in different capital markets, establishing an interdependence through electronic transactions thanks to the development in the fields of information technologies, telecommunications and Internet that promote more efficient processes that lead to a reduction in costs. Finally, small stock markets, which generally belong to countries with less economic development such as Ecuador, have not benefited from financial globalization. The Ecuadorian stock market was not integrated with the markets of other countries, and because financial derivatives were not traded, there was no further contagion from the international financial crisis.

**Keywords:** Financial globalization; Stock market.

**Recibido:** 16 de octubre de 2017

**Aceptado:** 29 de agosto de 2018

<sup>1</sup>Profesor Titular de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Pichincha, Ecuador; [gracosta@espe.edu.ec](mailto:gracosta@espe.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0001-9277-8634>

<sup>2</sup>Profesor Titular de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Pichincha, Ecuador; [beaviles@espe.edu.ec](mailto:beaviles@espe.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0001-7690-7045>

\*Autor para correspondencia: [gracosta@espe.edu.ec](mailto:gracosta@espe.edu.ec)

## I. INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la globalización está presente desde los inicios de la humanidad en el planeta, por ejemplo, la expansión del Imperio Romano, el descubrimiento y conquista de América. Sin embargo, para Iglesias (2016) el ritmo de la globalización se aceleró en las últimas décadas como producto del crecimiento de la población, de las nuevas tecnologías en informática y telecomunicaciones. Una de las características de la globalización, en el último siglo, es la creciente integración económica entre países, especialmente, en las áreas de producción, inversión, comercialización y financiera, dan como resultado la generación de poderes y dinámicas que tienden a rebasar la capacidad de acción de los estados y de los organismos multilaterales tradicionales (Sáez, 1998).

Según Iglesias (2016) la crisis financiera de 2008 originada en Estados Unidos de Norte América, expandida luego a Europa y Japón, abrió la puerta para el ingreso a una etapa de creciente imprevisibilidad en los órdenes económico y político. Es conocido, que detrás de las últimas grandes crisis ha estado involucrado el sistema financiero, la última de 2008, fue producto de la quiebra de varios bancos, pero el fenómeno detonante lo indujo las especulaciones financieras de todo tipo que escaparon al control de la autoridad del sistema bancario, expandiéndose sus efectos al mercado de valores. La globalización financiera puede provocar grandes impactos en los mercados de capitales, por lo que amerita la realización de la presente investigación.

El objetivo de este estudio consiste en realizar un análisis de revisión documental acerca de la influencia de la globalización financiera en los mercados de valores, en particular de Ecuador. Para cumplir el objetivo se realizó una investigación descriptiva y documental, el procedimiento seguido consistió en la búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentación.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La sección 2 describe la metodología, conceptualiza la globalización financiera, en este sentido, se recurrió a varios autores de diferentes escuelas de pensamiento, se revisa también la evolución histórica de los principales mercados de valores, el apareamiento de las bolsas de valores de Amberes, Ámsterdam, Nueva York, NASDAQ y el uso de tecnologías electrónicas en el mercado de valores,

se analiza las tendencias de los mercados de valores en el siglo XXI caracterizadas por la fusión e integración de las bolsas de valores, como por la crisis financiera global del 2008 y también se describe la evolución del mercado de capitales ecuatoriano desde sus orígenes, su importancia relativa con respecto a la economía ecuatoriana y con otros países miembros del Mercado Integrado Latinoamericano en adelante MILA o que cotizan en la bolsa española; finalmente, en la sección 3 se presentan las conclusiones sobre la influencia de la globalización financiera en los mercados de valores internacionales y en el mercado de valores ecuatoriano.

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

El presente estudio es una investigación descriptiva de tipo documental, porque el procedimiento implica la búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentación sobre la influencia de la globalización en el desarrollo del mercado de valores ecuatoriano desde su aparición hasta el año 2017.

Al realizar la búsqueda de los documentos en las bases de datos, se preseleccionaron 41 artículos y libros, de los cuales se escogieron 39 que cubren el período 1995-2017, se tomaron en cuenta únicamente los artículos que se encontraban en revistas indexadas, y la información de páginas oficiales relacionadas con la temática estudiada.

Para la organización de los documentos se creó una base de datos con los siguientes campos: título del artículo, autor, año, revista, objetivos, tipo de investigación, método, resultados y núcleo temático. Una vez organizada la información, se agruparon los documentos por núcleos temáticos. Posteriormente, se realizó el análisis de cada uno de los núcleos temáticos. Finalmente, se efectuó un análisis mediante el cual se identificó la influencia de la globalización en el mercado de valores ecuatoriano y se formularon ciertas conclusiones.

### 2. Resultados

#### 2.1 La globalización financiera

La teoría de la nueva geografía económica de Krugman (1992) que parte fundamentalmente, del concepto centro-periferia plantea que el crecimiento económico que conlleva el proceso de globalización a través de la reestructuración de la producción mundial conduce a que unas regiones y localidades urbanas se caractericen

por una elevada concentración económica, producto de la formación de áreas de mercado, aglomeración de capital fijo, economías de escala, menores costos de transporte en un mercado de competencia imperfecta.

Para Reyes (2001) la globalización es una teoría que tiene como objetivo la interpretación de los eventos que en la actualidad tienen lugar en los campos del desarrollo, crecimiento, economía mundial, escenarios sociales y las influencias políticas y culturales. La globalización es un conjunto de propuestas que recalcan principalmente dos grandes corrientes, la primera relacionada con los sistemas de comunicación mundial y la segunda con factores económicos, especialmente, la movilidad de recursos financieros y el comercio.

Reyes (2001) menciona que las teorías de la globalización y de los sistemas mundiales toman como unidad de análisis la categoría de lo global, más que estado-nación, en cambio, las teorías modernizantes o dependentistas utilizan como unidad de análisis más a la categoría estado-nación. Mientras la teoría de la globalización se fundamenta más en aspectos estructurales y funcionales, la teoría de los sistemas contiene adaptaciones del materialismo dialéctico e histórico. Los teóricos de la globalización se inclinan más por los cambios graduales que por los saltos revolucionarios de intensa y rápida transformación en las sociedades.

A través de la globalización, cada vez más naciones dependen de las condiciones mundiales, en relación a las comunicaciones, sistema financiero internacional y el comercio. En consecuencia, el comercio mundial es cada vez más integrado por las transacciones económicas entre los países (Sunkel, 1995). Los efectos e influencias de la globalización pueden ser estudiados desde las perspectivas de las condiciones externas de los países y de las condiciones endógenas de cada país. Un supuesto de la globalización es que existe un mayor grado de integración dentro y entre países, la cual juega un rol importante en los cambios económicos y sociales que están teniendo lugar.

El aspecto funcionalista de la globalización es lo que la diferencia del concepto de la internacionalización económica, la globalización involucra no solamente la extensión geográfica de las actividades, sino también la generación de nuevas unidades funcionales a nivel mundial que integren actividades que antes se encontraban dispersas.

Plastino (2016) señala que la globalización en términos generales es un proceso económico, tecnológico, social, político y cultural a gran escala, que consiste en la creciente interdependencia entre los distintos países del mundo, unificando mercados, sociedades y culturas, a través de una serie de transformaciones sociales, económicas y políticas que les dan un carácter global. La globalización es a menudo considerada un proceso dinámico producido principalmente por las sociedades que han abierto las puertas a la revolución informática. Los cambios económicos en el tiempo se producen en gran medida gracias a las innovaciones tecnológicas.

La globalización económica es un proceso de integración internacional de las economías nacionales que se caracteriza, fundamentalmente, por aumentos considerables del comercio internacional, de la inversión extranjera directa, de los flujos de capital a corto plazo (Albi, 2005). El capital financiero tiene la característica de que se puede trasladar rápidamente de un lugar a otro gracias a la tecnología.

La globalización financiera incluye, principalmente, a los mercados financieros, cuyo comportamiento determina los movimientos del tipo de cambio, crédito y de los capitales, en consecuencia, los mercados financieros tienen un rol importante en la estabilidad de las economías de todos los países. La globalización financiera también se relaciona con el desarrollo y creación de sofisticados productos financieros como los derivados, futuros y opciones, entre otros, que cotizan en diferentes mercados bursátiles interdependientes a través de las transacciones electrónicas que movilizan grandes cantidades de recursos (Castells, 1999).

Desde la década de 1970, las transacciones económicas han reforzado su carácter especulativo en los mercados a futuro, gracias a las innovaciones tecnológicas en los campos de los computadores, informática y de las comunicaciones en general. La introducción de las computadoras personales en la década de 1980 facilitó un mayor movimiento de capitales. Durante la década de 1990 la principal característica ha sido el acceso al internet, que ha favorecido una mayor fluidez en las comunicaciones. El internet ha contribuido a crear el escenario propicio para el florecimiento de una economía virtual (Reyes, 2001).

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) comprenden las que procesan,

almacenan y comunican información. Estas tecnologías se están extendiendo y generalizando en las empresas, administración pública y en los hogares a ritmo acelerado. En consecuencia, las TIC están transformando la sociedad en un contexto que estimula la globalización. Las transformaciones alentadas por las nuevas tecnologías están contribuyendo a modificar las formas de hacer negocios en el mundo, dando lugar a lo que se conoce como economía del conocimiento contribuyendo a generar la denominada sociedad de la información (Mochón, 2006).

Los adelantos en los campos de las tecnologías en informática y de las redes de comunicación propician la incorporación de nuevos productos y servicios y también de nuevos procesos productivos más eficientes que conllevan a una reducción de costos y a una mayor productividad (Mochón, 2006). Las TIC conectan los ordenadores, teléfonos y otros instrumentos de comunicación provocando efectos beneficiosos de las redes de información y conexiones entre los agentes para determinar el éxito o fracaso de ciertos productos.

“El internet ha pasado de ser una herramienta tecnológica para intercomunicarse a un instrumento para desarrollar negocios. Abre la posibilidad de incorporar al comercio internacional muchos servicios que antes estaban ligados a un espacio físico” (Mochón, 2006). En este sentido el sistema financiero, en especial, el mercado de valores es cada vez más automatizado e interconectado, permite hacer transacciones en línea reduciendo o eliminando las barreras geográficas a un menor costo. El Internet es una red de comunicación que ha propiciado la convergencia de sectores como las telecomunicaciones, comunicaciones y de la electrónica.

La existencia de un mundo financieramente globalizado se demuestra a través de uno de sus efectos no deseados “el contagio” que se genera en los mercados financieros mundiales cuando surge una crisis en alguna zona económica importante del mundo. Siendo, más afectados los mercados de países emergentes (González y Macareñas 1999).

Los centros financieros de muchos países alrededor del mundo cumplen la función de puerta de entrada o de salida de capitales nacionales o extranjeros. La incorporación de un número cada vez mayor de centros financieros es la manera como el sistema financiero global crece, cada uno de estos

centros conecta la riqueza de un país con el mercado global y a los inversionistas extranjeros con las oportunidades de inversión en un país. Estas puertas de acceso al mercado global lo son también para las dinámicas de las crisis financieras ya que el capital puede fluir hacia afuera tan fácil como hacia adentro (Sassen 2003).

Para enfrentar las crisis financieras (fuga de capitales), los países disponen de varias herramientas como el manejo del tipo de cambio, controles a la salida de divisas, empréstitos a organismos multilaterales de crédito hasta que el mercado se estabilice. Dado que es inevitable cierto grado de volatilidad financiera, los países deben implementar medidas para garantizar que su sistema financiero sea lo suficientemente fuerte para soportar los altibajos (Dollar, 2005), a la vez deberían procurar que las políticas macroeconómicas tiendan a que tanto el déficit fiscal como el saldo de la balanza de pagos no constituyan señales de alerta de riesgo soberano.

La creciente globalización económica ha puesto de manifiesto la necesidad de una mejor gobernanza global (Stiglitz, 2002). El actual sistema financiero global es muy imperfecto ya que está dominado por los intereses financieros de los países desarrollados. Al mismo tiempo las instituciones financieras de los países industrializados tienen un enorme poder de mercado dentro del sistema financiero global. La meta debería ser la conformación de un sistema financiero estable que estimule el crecimiento global sostenible (Comisión Mundial sobre la Dimensión Social de la globalización, 2004). Para el cumplimiento de esta meta los progresos han sido lentos y limitados. Se han implementado medidas de prevención de las crisis, como la mayor difusión de la información acerca del gobierno corporativo, desarrollo de sistemas de alerta temprana, y la formulación de normas y códigos internacionales para la supervisión del sector financiero.

Con respecto a la globalización, hay quienes la defienden por los beneficios que produce, por lo tanto, no se le debe poner barreras; otros teóricos reconocen sus beneficios pero con ciertas limitaciones por lo que debería ser reorientada. Además, hay quienes sostienen que la globalización es polarizada, produce un desarrollo desigual que genera contradicciones que se vuelven cada vez más violentas y crecientes (Amin, 2001).

### Estudios empíricos

Para analizar la influencia de la globalización en el sistema financiero en los últimos años se han realizado varios estudios empíricos. Al respecto, Mishkin (2009) argumenta que los países con adecuados marcos institucionales y legales que promueven la apertura de los mercados financieros a los capitales extranjeros, y de los mercados de bienes a las importaciones, impulsan su crecimiento económico. Law, Azman-Saini, y Tan (2014) analizan el efecto de la globalización económica en el desarrollo financiero de Asia Oriental, sugieren que influye positivamente en el desarrollo del mercado de valores incluso sin buenas instituciones.

El estudio realizado por Le, Kim, y Lee (2015) muestra que una mejor gobernanza y calidad institucional promueven el desarrollo de los mercados financieros, especialmente, en las economías emergentes. Posteriormente, Muye y Muye (2017), utilizando las pruebas de cointegración de Pedroni y de causalidad de Granger, concluyen que la relación de cointegración a largo plazo indica que tanto la calidad institucional como las variables de globalización son factores importantes que influyen en el comportamiento a largo plazo del sector financiero, siendo el efecto más significativo en el mercado de valores que en el sector bancario de los siguientes países emergentes: Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS), y en México, Indonesia, Nigeria y Turquía (MINT).

### Evolución de los principales mercados de valores

El Mercado de Valores “también conocido con el nombre de “mercado de intermediación directa”, es el lugar de reunión de los mercados primario y secundario, donde empresas y Estado acuden a financiar sus actividades y servicios mediante la emisión de acciones y bonos, respectivamente.” (Court y Tarradellas, 2010, p.12).

Los antecedentes de las bolsas de Valores se remontan, según Rueda (2005) a la edad media, época en cual se intercambiaban mercancías. En las ferias medievales no se negociaban títulos de deuda ni patrimoniales. Se presume que el intercambio de mercancías en esos mercados muchas veces no era con dinero metálico, sino, mediante la entrega de un billete de intercambio. El vendedor de mercancías que recibía los billetes acudía a los bancos para canjearlos por dinero real.

El término bolsa surgió en la ciudad de Brujas en Bélgica, la familia Van Der Beurse tenía un edificio en Amberes, donde se producían reuniones de carácter mercantil, en su palacio se organizó un mercado de títulos valores. El apellido y escudo de la familia Beurse le dieron el nombre que actualmente se conoce como “bolsa”. Este término es traducido al francés como bourse, en alemán el vocablo börse, en italiano se usa borsa, y en inglés se conoce como Stock Exchange.

Según (Bujàn P., 2018) a mediados del siglo 13, los banqueros de Venecia comenzaron el comercio con títulos valores gubernamentales. En 1351 el gobierno de Venecia promulgó una ley que prohibía la difusión de rumores destinados a reducir el precio de los fondos del gobierno, posteriormente, durante el siglo 14 los banqueros de Pisa, Verona, Génova y Florencia, también comenzaron a negociar valores del gobierno. Esto fue posible porque se trataba de ciudades-estados independientes que no tenían monarquías y que eran gobernadas por un consejo de ciudadanos.

En 1460 se creó la Bolsa de Amberes, posteriormente, en 1570 se fundó la Bolsa de Londres, en 1595 la de Lyon en Francia. Estas bolsas de valores se consolidaron con el auge de las sociedades anónimas. En 1602 se constituyó la Bolsa de Ámsterdam tal como lo entendemos hoy en día, la misma que se convirtió en el mercado financiero más importante de la época gracias al movimiento económico generado por las colonias de ultramar. Los responsables empezaron a publicar un boletín informativo que se convirtió poco a poco en guía para ejecutar las órdenes de compra o venta.

Los holandeses más tarde crearon las sociedades de capital, que se caracterizaban por permitir a los accionistas ser propietarios de las empresas, participar en la toma de decisiones según el capital aportado y de las utilidades o pérdidas. En 1602, la empresa holandesa de las Indias Orientales emitió las primeras acciones en la Bolsa de Ámsterdam, siendo la primera compañía en emitir acciones y bonos.

La bolsa de valores de Ámsterdam mantuvo su hegemonía hasta inicios del siglo 19 en que se fundó la London Stock Exchange. Se dice que la Bolsa de Ámsterdam fue la primera en introducir el comercio continuo en el siglo 17. También fue la pionera en la venta al descubierto que consiste, por ejemplo, en vender acciones sin poseerlas, el comercio de opciones, de bonos, banca de negocios, fondos de inversión y

otros instrumentos especulativos.

En el continente americano la primera bolsa de valores fue la de Nueva York (New York Stock Exchange) sus antecedentes se remontan a 1792, cuando 24 corredores de Nueva York firmaron el acuerdo conocido como “Buttonwood Agreement” en él se establecían reglas para comercializar acciones. Siendo, actualmente, la más importante del mundo en número de empresas inscritas y en volumen monetario. En diciembre de 2006, se aprobó la fusión de la Bolsa de Valores de Nueva York con la Bolsa de Valores paneuropea (Euronext) (Villanueva, 2007).

La bolsa de valores de Nueva York se constituyó en 1816 con la finalidad de poder controlar la negociación de acciones que en aquella época se lo hacía en la acera de Wall Street, desde 1863 cambió su denominación a New York Stock Exchange (NYSE) nombre que conserva hasta la actualidad. En 1892 la NYSE establece la cámara de compensación. En 1896 el Wall Street Journal publica, por primera vez, el Dow Jones Industrial Average con un valor inicial de 40,16 y en 1906 este índice supera por primera ocasión los 100 puntos. En 1915 se establece el precio de mercado en dólares como bases de negociación y cotización. En 1918, después de la primera guerra mundial, la Bolsa de Valores de Nueva York se convierte en la principal bolsa del mundo dejando atrás a la Bolsa de Londres. El jueves 24 de octubre de 1929 llamado desde entonces “jueves negro” se produjo una de las más grandes caídas de la bolsa de Nueva York, la misma que provocó la peor recesión económica en Estados Unidos en el siglo XX.

### **Uso de tecnologías electrónicas en el Mercado de Valores**

La introducción de nuevas tecnologías electrónicas avanzadas favoreció un vertiginoso crecimiento del mercado de valores, debido a que se presentaron ventajas como menores costos de transacción, sencillez, transparencia y rapidez en las operaciones (Rueda, 2005). Las bolsas de tipo clásico como la de Nueva York que funcionaban con ruedas a viva voz se vieron forzadas a implementar también el sistema de rueda electrónica, en otros casos, como en el de la Bolsa de Londres se implementó en 1997 el sistema de rueda electrónica y se eliminó el sistema de rueda a viva voz, asumiendo el liderazgo tecnológico en el mercado de valores.

Según Bodie, Kane, y Marcus (2004) con anterioridad a 1971 todas las cotizaciones de emisiones en el mercado libre (OTC) para acciones se registraban manualmente y se publicaban todos los días. Los corredores mostraban su interés por contratar mediante las denominadas hojas rosas. Esta técnica era engorrosa e ineficaz ya que las cotizaciones publicadas dejaban de tener vigencia de un día para otro. En 1971, se creó el Sistema de Cotización Automatizado de la Asociación Nacional de Comercializadores de Valores NASDAQ, para ofrecer un sistema de información inmediata a través de un ordenador sobre los precios de compra y venta de las acciones que ofrecían los corredores.

El sistema, ahora llamado Mercado de Valores National Association of Securities Dealers Automated Quotation (NASDAQ), según Bodie, Kane, y Marcus (2004) está dividido en dos sectores, el Sistema de Mercado Nacional NASDAQ compuesto por empresas grandes y medianas y el sistema para el mercado de compañías pequeñas. Los valores del Sistema de Mercado Nacional deben cumplir con requisitos de cotización más exigentes y se negocian en un mercado más líquido. Para las empresas más pequeñas el NASDAQ mantiene un boletín OTC. En este mercado se realiza el mayor número de operaciones diarias en Estados Unidos. En marzo de 1998 se anunció la fusión de la Bolsa electrónica NASDAQ con la Bolsa de Valores Americana (AMEX) que se especializa en contratos de opciones a plazo

El mercado de valores NASDAQ se caracteriza por ser muy automatizado, no solo tiene rueda electrónica, es toda una bolsa automatizada silenciosa, electrónica ciento por ciento, sin un lugar físico establecido, sin la presencia física de los operadores, permanentemente en crecimiento. Adicionalmente, la fusión con la American Stock Exchange (AMEX), adquiere una importancia extraordinaria.

Para Rueda (2005) el avance tecnológico y el creciente volumen de transacciones han provocado que poco a poco se transformen los pisos convencionales de remates. La tecnología ha dado lugar al surgimiento de recintos operativos mixtos, la mayor parte de las negociaciones se realiza por medio de computadoras y en pequeña proporción a viva voz. En Ecuador, la bolsa de valores de Quito, eliminó el mecanismo de viva voz en marzo de 2017. Los casos de negociaciones electrónicas son frecuentes, por ejemplo, las bolsas

de Londres, Madrid, México, Hong Kong, Singapur, Vancouver, entre otras.

En la Bolsa de Valores de Nueva York, el comercio de acciones se realiza a través de tres mercados diferentes que dependen, principalmente, de la capitalización bursátil de la empresa emisora. El mercado primario, NYSE, es el principal lugar de cotización para las empresas grandes y medianas, estas compañías se benefician de la liquidez adicional de los creadores de mercados designados por la NYSE, proveedores de liquidez suplementarios, y en algunos casos, corredores de piso. El NYSE MKT está diseñado para apoyar a las compañías más jóvenes y de alto crecimiento que encajan en la categoría de pequeñas capitalizaciones bursátiles. El NYSE MKT al igual que el NYSE utiliza una plataforma de negociación completamente integrada. El tercer mercado en la Bolsa de Valores de Nueva York es NYSE Arca que opera con un centro de negociación totalmente electrónica que incluye más de 8.000 valores cotizados y productos negociados en bolsa a través de NYSE y NASDAQ.

La Bolsa de Valores de Nueva York a pesar de mantener su contratación en los pisos de remate (Parqués) se apoya en las más modernas tecnologías tanto para los operadores de valores como para la interconexión con otras bolsas, mediante el sistema Superdot, que garantiza la eficiencia y seguridad de las transacciones (Martín y Téllez, 2014).

En el resto del mundo, las formas de negociación evolucionan. Por ejemplo, en la Bolsa de Madrid desde el 2009 desaparecieron los corros de viva voz en donde se negociaban menos del 2% de las órdenes totales, en este año se realizó el traspaso de los valores de renta variable que cotizaban en los corros de viva voz a un nuevo corro electrónico con el objetivo de potenciar su liquidez, aumentar su transparencia y mejorar su accesibilidad (Bolsa de Madrid, s.f.). En esta bolsa se utiliza el Sistema de interconexión Bursátil Español (SIBE). Este sistema conecta a los mercados bursátiles de Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia, permitiendo que vía SIBE se negocien simultáneamente en las cuatro bolsas los títulos valores a un mismo precio.

Para Rueda (2005) los beneficios que representan la automatización o desaparición de los corros físicos son muchos, permite manejar mayor volumen operativo, se reducen los costos de transacción, incrementa la productividad operativa y permite que la información fluya en línea al instante. Los

sistemas de rueda electrónica permiten las mismas operaciones que se efectuaban con el sistema de rueda de viva voz tradicional. Los operadores, desde la comodidad de sus casas de valores, visualizan en los monitores la distribución de las diferentes acciones en corros electrónicos, posturas en firme, órdenes a precio de mercado o limitadas, cruces, pizarras de cotización y volúmenes negociados, índices, noticias y mensajes, zonas de alerta, advertencias sobre acciones suspendidas, entre otras.

## 2.2 Tendencias de los mercados de valores en el siglo XXI

Los primeros años del siglo XXI se han caracterizado por la fusión e integración de varias bolsas de valores latinoamericanas y europeas, por la crisis financiera internacional del 2008 y por la decisión del Reino Unido de abandonar la Unión Europea.

Según González (2010) los avances en las tecnologías de la comunicación e información, la incorporación de sistemas electrónicos de negociación, la armonización de normativas internacionales, y los cambios en la estructura de la propiedad de las bolsas de valores, han facilitado la competencia entre los mercados, la ampliación de su ámbito de acción, y los procesos de consolidación de infraestructuras, para hacer frente a un entorno competitivo global.

González (2010) distingue dos tipos de consolidación de infraestructuras: 1) Consolidación horizontal, en la que se produce la fusión de instituciones o sistemas que proveen los mismos servicios en diferentes mercados, y 2) consolidación vertical, que integra todos los procesos de la cadena de valor de la negociación, por ejemplo, la Bolsa Española (BME).

Para Romero (2013) la integración financiera permite que diferentes mercados de valores brinden a los inversionistas, tanto locales como extranjeros, oportunidades de inversión en un portafolio más amplio de activos financieros que comparten factores de riesgo en común, sin dar lugar a posibilidades de arbitraje. La integración financiera de los mercados de valores tiene principalmente los siguientes beneficios para los inversionistas: 1) Tener un portafolio más amplio de activos financieros; 2) disminución de costos transaccionales; 3) acceso a la misma tecnología. Sin embargo, el beneficio de diversificación es el más cuestionado ya que los factores de riesgo a los que

están expuestos los mercados se tienden a parecer en el tiempo.

### **Euronext**

La bolsa de valores Euronext con sede en Ámsterdam se formó en el año 2000 con la fusión de las bolsas de París, Ámsterdam y Bruselas a las que, posteriormente, se unieron otras bolsas europeas. Tiene representación en Francia, Holanda, Bélgica, Portugal y Reino Unido. Euronext utiliza el sistema de cotización electrónico llamado UTP (Plataforma de Negociación Universal) que dirige y ejecuta las órdenes de forma automática. Los inversores pueden introducir directamente sus órdenes sin requerir de los bróker. En el 2001, Euronext adquirió la Bolsa Internacional de Futuros Financieros y Opciones de Londres (LIFFE) y en el 2002 se fusionó con la Bolsa de Lisboa (Bodie, Kane, y Marcus, 2004).

Euronext es el primer mercado integrado europeo en donde se negocian acciones, bonos, fondos cotizados, warrants, materias primas, índices y derivados financieros con más de 1300 empresas enlistadas, 140 emisores internacionales, una capitalización bursátil combinada de 3 billones de euros, y más de 6.000 millones de euros negociados diariamente en títulos de renta variable al 2015 (Euronext, 2016).

El 4 de abril de 2007, se completó la fusión NYSE Group propietaria de la Bolsa de Valores de Nueva York y Euronext, la nueva firma se denominaría NYSE Euronext con sede en la ciudad de Nueva York con la intención de utilizar la combinación para formar la primera bolsa de valores global del mundo con un régimen continuo de negociación de acciones y derivados durante un tiempo de 21 horas.

En los años 2008 y 2009 la Deutsche Börse hizo dos intentos fallidos de fusión con NYSE Euronext, en el 2011 se confirmó que las negociaciones estaban avanzadas para la fusión entre las dos bolsas de valores, sin embargo, el 1 de febrero de 2012 el acuerdo fue bloqueado por la Comisión Europea aduciendo que la nueva empresa estaba dando lugar a un monopolio en el área de derivados financieros europeos negociados a nivel mundial. En el 2012 Euronext anunció la creación de Euronext London para ofrecer servicios de cotización en el Reino Unido. Finalmente, en junio del 2014 Intercontinental Exchange (ICE) adquirió NYSE Euronext, al mismo tiempo Euronext se separó de ICE.

### **La bolsa de valores española**

En el 2001 nace Bolsas y Mercados Españoles (BME), sociedad que integra los mercados secundarios y los sistemas de registro, compensación y liquidación de valores, en el 2003 la BME es ya propietaria del 100% del capital de las sociedades filiales Bolsa de Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia, en el 2004 los nuevos flujos de inversión negociados en la Bolsa española ascendieron a 39.500 millones de dólares, situándose en segundo lugar en el ranking mundial, solamente, después de la Bolsa de Nueva York. En el 2006, comienzan a cotizar los primeros fondos cotizados en la bolsa española con la incorporación de los primeros productos sobre el IBEX35 y sobre el Euro Stoxx50. En el 2009 desaparecieron en su totalidad las negociaciones a viva voz, las mismas que fueron reemplazadas con un nuevo corro electrónico (Bolsa de Madrid, s.f.).

### **El Mercado Integrado Latinoamericano (MILA)**

El Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) es el resultado del acuerdo firmado entre la Bolsa de Valores de Colombia, la Bolsa de Comercio de Santiago y la Bolsa de Valores de Lima, las cuales desde el 2009 iniciaron el proceso de creación de un mercado regional para la negociación de títulos de renta variable de los tres países. Hasta que el 30 de mayo de 2011 el MILA entró en operación para la negociación de acciones de las tres plazas bursátiles, simplemente a través de un intermediario local. En junio de 2014 se oficializó la incorporación de la Bolsa de Mexicana de Valores al MILA, realizando la primera transacción en este mercado en diciembre de 2014 (Mercado Integrado Latinoamericano MILA, 2016).

La integración de las bolsas de valores de los cuatro países tiene como objetivo desarrollar el mercado de capitales, otorgando a los inversionistas una mayor oferta de valores y emisores, en cambio a las empresas una gran fuente de financiamiento. La capitalización bursátil es igual a la multiplicación del precio de mercado de una acción por el número de acciones en circulación. La capitalización del mercado de las empresas que cotizan en el MILA en el 2016 fue de 789,36 billones de USD, cifra comparada con los 1784 billones negociados en la Bolsa de Sao Paulo en 2016 representa el 44.2%, se puede observar en la Tabla 1.

**Tabla 1. Capitalización Bursátil MILA**

No	Bolsa de Valores	País	Capitalización 2016 (MM USD)	Participación (%)
1	Bolsa Mexicana de Valores	México	351.687	44.55%
2	Bolsa de Comercio de Santiago	Chile	209.857	26.59%
3	Bolsa de Valores de Colombia	Colombia	103.770	13.15%
4	Bolsa de Valores de Lima	Perú	124.044	15.71%
Total			789.358	100.00 %

Fuente: Mercado Integrado Latinoamericano (2017)  
Elaboración propia

### El Latibex

El Latibex es un mercado bursátil que nació en diciembre de 1999 que permite negociar y liquidar valores latinoamericanos como cualquier otro valor cotizado en la bolsa española. Está regulado por la Ley de Mercado de Valores española y forma parte de las Bolsas y Mercados Españoles (BME). Este mercado facilita a los inversores europeos comprar y vender acciones de las principales empresas latinoamericanas en euros, utilizando la misma plataforma SIBE de la Bolsa española. Por otro lado, permite a las principales empresas latinoamericanas el acceso sencillo y eficiente al mercado de valores europeo.

La forma mediante la cual los inversores pueden acceder a Latibex, es a través de los mismos intermediarios y dealers de la Bolsa española. Además, el mercado cuenta con la participación directa de otros miembros de las bolsas latinoamericanas, expertos en los valores de su país de origen que hayan sido admitidos como miembros en este mercado. El índice FTSE Latibex all share recoge las cotizaciones de todas las empresas registradas en Latibex. Por otra parte el índice FTSE Latibex Top es el primer índice latinoamericano de renta variable negociable en euros.

Para que una empresa latinoamericana pueda cotizar en Latibex deberá cumplir con los siguientes requisitos: 1) Los títulos-valores estarán inscritos para negociación en una bolsa de valores latinoamericana, 2) la capitalización bursátil del emisor excederá los 300 millones de euros, y 3) las empresas se comprometerán a enviar la misma información exigida por los entes reguladores de los mercados de origen.

Al 28 de diciembre de 2016, el número de valores latinoamericanos que cotizaron en Latibex fue de 26 y el de entidades emisoras 20, la diferencia se debe a que algunos emisores tienen en circulación más de una serie de acciones. La distribución de emisores por país de origen se puede observar en la Tabla 2.

**Tabla 2. Número de Emisores Latinoamericanos**

No	País de origen	Número de emisores
1	Brasil	10
2	México	7
3	Argentina	2
4	Perú	1
Total		20

Fuente: LATIBEX (2016)  
Elaboración propia

### Crisis Financiera Internacional del 2008

La crisis financiera global originada en los créditos hipotecarios subprime concedidos en los Estados Unidos que se desencadenó en los años 2007 y 2008, empezó afectando a las instituciones financieras de crédito, más tarde se trasladó al mercado de valores tanto de Estados Unidos como de otros países de América, Europa y Asia.

La integración de los mercados financieros y comerciales ha incrementado el riesgo de contagio de crisis financieras, pudiendo una local convertirse en globalizada. En el período 2001-2002 Estados Unidos enfrentaba una recesión, entre otros factores, debido a una crisis de las empresas de tecnología y, por los eventos del 11 de septiembre del 2001.

A fin de evitar una recesión prolongada, la Reserva Federal de los Estados Unidos disminuyó progresivamente las tasas de interés hasta llegar al 1% en el 2003. Adicionalmente, se implementaron mecanismos para incrementar los créditos relajando las condiciones para otorgar un crédito, por ejemplo, no se exigía una entrada para un crédito hipotecario, o durante un tiempo sólo se cobraba intereses.

En este sentido, se volvió atractiva la compra de vivienda provocando un incremento de su precio en Estados Unidos. La actividad productiva crecía entre 2002 y 2006 a tasas anuales entre 3% y 4%, mientras los precios de las viviendas aumentaban a tasas anuales entre 15% y 20% en Estados Unidos y en diversos países

de la Unión Europea. Alvarez y Medialdea (2009). De esta manera se gestó una burbuja inmobiliaria caracterizada por una sobrevaloración de la vivienda que hizo sentir ricos a sus propietarios.

“Tanto la burbuja inmobiliaria como la dinámica de endeudamiento de las familias alcanzaron una dimensión exagerada. En esta espiral, las instituciones canalizaban el exceso de liquidez mediante la concesión masiva de créditos, incluyendo créditos hipotecarios a familias con pocos recursos y sin activos que podrían haber sido aportados como garantías” (Ferreira y Rodil, 2012, p.204).

En este contexto, los bancos vendían la cartera hipotecaria a otras instituciones financieras, generalmente, bancos de inversión y otros grandes bancos con importante participación en el mercado de capitales. De esta manera los créditos hipotecarios se titularizaron, transfiriéndose el riesgo a los inversores que adquirieron los títulos producto de la titularización. De esta manera los bancos adquirían liquidez, para así prestar nuevamente dichos recursos a cuenta de unos activos ficticios.

Al inicio de la burbuja inmobiliaria, la práctica de la titularización se limitaba a las hipotecas con bajo riesgo, más tarde se lo hizo también a partir de las hipotecas con alto riesgo mediante un instrumento financiero denominado Collateralized Debt Obligation (CDO) que ofrecía participaciones senior o preferenciales que tenían una calificación de riesgo “AAA” y las participaciones junior. Una gran cantidad de inversionistas institucionales adquirieron en forma masiva los CDOS utilizando apalancamiento financiero para elevar su rentabilidad. Para disminuir el riesgo asumido los inversores generaron un derivado financiero denominado Credit Default Swaps (CDS) que era un seguro financiero que permitía intercambiar el riesgo.

El boom inmobiliario se prolongó hasta el 2005, desde el año 2006 el precio de los inmuebles empezó a disminuir, hasta que en el año 2007 se precipitó la caída de precios, aumentando el nivel de cartera vencida de los préstamos motivada por un incremento de la tasa de interés que en el 2006 se había elevado al 5,75%, los valores que respaldaban las hipotecas subprime se convirtieron en pésimas inversiones. Llegando al fin de la titularización de las hipotecas de alto riesgo. La crisis del sistema bancario, llegó a contagiar al mercado de valores provocando una disminución del precio de todos los títulos valores.

Los bancos de inversión y otras instituciones financieras que habían comprado los títulos respaldados en las hipotecas subprime en muchos casos se declararon en quiebra, fueron intervenidos, o vendidos a otras instituciones. Las entidades financieras que sobrevivieron se contrajeron por lo que otorgaban menos crédito para las empresas y las familias. De esta manera, la crisis del sector financiero se trasladó al sector real de la economía, afectándose el crecimiento económico de EE.UU, provocando una crisis financiera internacional, en la que se vio envuelta principalmente la Unión Europea y los países emergentes.

Como resultado, el 21 de enero de 2008 y en el mes de octubre del mismo año se generalizó el pánico en casi todas las bolsas de valores del mundo. El 10 de octubre, por ejemplo, el IBEX 35 perdió 10 puntos, la bolsa de París registró un descenso del 7.7%, la de Milán 6,5%, la de Fráncfort un 7%, la de Londres cerca del 8% y la de Nueva York un 4%. Las bolsas de Moscú y Viena optaron por cerrar. Finalmente, para el 25 de octubre de 2008 el desplome de la bolsa es mundial, y se anuncia una recesión económica global.

### **2.3 Evolución del mercado de valores ecuatoriano.**

Según la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2015) el desarrollo del mercado de valores en Ecuador tiene como antecedente la Bolsa de Comercio creada en 1906. La creación de la Bolsa coincidió con el auge cacaotero, configurándose una economía agroexportadora influenciada positivamente por la apertura del canal de Panamá en 1904. Posteriormente, en 1935 se estableció en Guayaquil-Ecuador la denominada “Bolsa de Valores y Productos del Ecuador C.A” que tuvo una vida muy corta hasta junio de 1936. Al parecer las condiciones imperantes en la época imposibilitaron su desarrollo como la crisis cacaotera y la Gran Depresión que afectó a todos los países de América Latina.

En 1964 se creó la “Corporación de Valores-Corporación Financiera Nacional”, como una institución para el desarrollo industrial y para promover la creación de la bolsa de valores en Ecuador, sin embargo, no se concretó la creación debido a las condiciones económicas del país en ese momento como el deterioro de las exportaciones de banano. En 1969 se dispuso el establecimiento como compañías anónimas de las bolsas de valores las ciudades de Quito y Guayaquil,

coincidiendo con el incremento de la inversión extranjera en el sector petrolero ecuatoriano. “Hasta 1969, el capital externo había llegado sobre todo bajo la forma de créditos” (Acosta, 2006, p.118).

A principios de la década de 1990, surgieron un conjunto de propuestas económicas neoliberales conocidas como Consenso de Washington, vale la pena rescatar los siguientes componentes básicos de dicho recetario: 1) Privatización de las empresas públicas; 2) desregulación del mercado financiero y apertura de la cuenta de capitales; 3) apertura sin restricciones a la inversión extranjera directa. Con este recetario se buscaba establecer un entorno apropiado para garantizar la inserción de los países subdesarrollados en la globalización (Acosta, 2006). En este sentido el 26 de mayo de 1993, se expidió la primera Ley de Mercado de Valores en Ecuador.

En la primera Ley de Mercado de Valores se estableció que el Consejo Nacional de Valores y la Superintendencia de Compañías se encarguen de la supervisión y control del Mercado de Valores y que las bolsas de valores funcionen como corporaciones civiles sin fines de lucro. En 1998 se modificó la Ley añadiendo nuevos mecanismos como la titularización y los negocios fiduciarios.

Desde el 20 de enero de 2012, las Bolsas de Valores de Quito, Guayaquil y sus casas de valores miembros operan a través del Sistema Interconectado Único Bursátil (SIUB), teniendo cada bolsa una participación del 50%. REDEVAL es la empresa encargada de administrar este sistema. La unificación del sistema permite que exista un solo mercado más transparente que cuente con precios nacionales. De esta manera un título valor se oferta con un mismo precio en las dos Bolsas de Valores.

En el 2014, se aprobó la Ley Orgánica para el fortalecimiento y optimización del sector societario y bursátil en la que se estableció que las bolsas de valores debían ser sociedades, se introdujeron las figuras de oferta pública de adquisición (OPA), fondos cotizados y las casas de valores adquieren la categoría de banca de inversión. Posteriormente, en el mismo año 2014 se expidió el Código Orgánico Monetario y Financiero, en el cual se trasladó el control del área de seguros a la Superintendencia de Compañías, el Consejo Nacional de Valores fue reemplazado por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. Además, se cambió el nombre del Registro de Mercado de Valores por Catastro Público del Mercado de Valores.

Las instituciones y partícipes en el mercado de Valores ecuatoriano son: Las Bolsas de Valores de Quito y Guayaquil, las Casas de Valores que en otros países se llaman Bancos de Inversión, las calificadoras de Riesgo, las Administradoras de Fondos y fideicomisos, los Depósitos Centralizados de Compensación y Liquidación de Valores, la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, los inversionistas y los emisores de valores.

En Ecuador, en el periodo 2011-2016, la relación monto negociado con respecto al PIB osciló entre el 3,9% y 8,5%, estos valores son bajos si se comparan con otros países latinoamericanos, por ejemplo, en Chile es 79,2%, México con 35,2%, Colombia y Perú con 29,4%. Lo indicado se observa en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Montos negociados en el mercado de valores ecuatoriano

Año	Monto negociado (Millones de USD)	PIB nominal (Millones de USD)	Total Negociado/PIB
2011	3.768	79.277	4,8%
2012	3.753	87.925	4,3%
2013	3.721	94.776	3,9%
2014	7.544	100.626	7,5%
2015	5.047	100.917	5,1%
2016	8.334	98.614	8,5%

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2017)  
Elaboración propia

En Ecuador, la relación Capitalización Bursátil con respecto al PIB en el 2016 representó el 6,1%, este indicador es bajo comparado con otros países latinoamericanos que cotizan en el MILA o en la Bolsa Española, por ejemplo, según el Banco Mundial (2017) en el 2016 representó en Colombia el 36,8%, en Perú el 42,2%, entre otros. Como se puede observar en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Relación capitalización bursátil/PIB, países MILA Y LATIBEX

No	País	Capitalización Bursátil/PIB
1	Chile	86,0%
2	México	33,5%
3	Perú	42,2%
4	Colombia	36,8%
5	Brasil	42,2%
6	Argentina	11,7%
7	Ecuador	6,1%

Fuente: (Banco Mundial, 2017)  
Elaboración propia

Para empresas inscritas en el mercado de valores ecuatoriano el financiamiento en los mercados de capitales internacionales presenta barreras. Por ejemplo, en el segmento latinoamericano para valores de renta variable que cotizan en la Bolsa Española (LATIBEX), el requisito de capitalización bursátil mínimo de 300 millones de euros posibilitaría el ingreso máximo a 5 empresas ecuatorianas. Con respecto al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), el acceso de una empresa ecuatoriana está en función de que las bolsas de valores ecuatorianas se integren a este mercado.

### III. CONCLUSIONES

Una de las características de la globalización es la creciente integración entre los países, especialmente, en las áreas de finanzas, comercio, tecnología, comunicaciones, movilidad de personas y en el manejo de la economía. Sin embargo, el proceso de globalización, en los últimos años tiende a estancarse a partir de la crisis financiera global del 2008, por la salida del Reino Unido de la Unión Europea y por las políticas proteccionistas de los Estados Unidos de Norteamérica.

La globalización financiera gobernable es un proceso de integración internacional que se caracteriza por aumentar la circulación del capital financiero entre los países y por tener nuevas unidades funcionales a nivel planetario que fomente un crecimiento económico sostenible.

El apareamiento y desarrollo del mercado de valores a través del tiempo está ligado con hechos históricos y con las innovaciones tecnológicas, por ejemplo, su aparición en Europa se relaciona con la etapa de la globalización caracterizada, principalmente, por el descubrimiento de América. La hegemonía de la Bolsa de Valores de Londres en el siglo XIX, se relaciona con la revolución industrial en Gran Bretaña. En 1918, después de la primera guerra mundial, la Bolsa de Valores de Nueva York se convierte en la más influyente del mundo hasta la actualidad. Mientras que en Ecuador, el establecimiento de las Bolsas de Valores de Quito y Guayaquil está relacionado con el primer boom petrolero.

En un entorno competitivo y globalizado, las bolsas de valores en los primeros años del siglo XXI han optado por la fusión corporativa o por la integración transaccional. Por ejemplo, en Europa la bolsa de valores Euronext se formó en el año 2000 con la fusión de las bolsas de París, Ámsterdam, Bruselas, Portugal y con la adquisición de la Bolsa Internacional de Futuros

Financieros y Opciones de Londres. En Ecuador, en el 2012 las bolsas de valores de Quito y Guayaquil se integraron a través de la utilización de un solo sistema transaccional.

Las bolsas de valores pequeñas que, por lo general, pertenecen a países con menor desarrollo económico como es el caso de Ecuador, no se han beneficiado de la globalización del mercado de capitales, ya que en la actualidad no se encuentran integradas a otros mercados como el MILA o el LATIBEX (índice bursátil español), debido, principalmente, a que una cantidad pequeña de empresas cumplen con el requisito de capitalización bursátil mínima.

La crisis financiera global del 2008 que se originó en los créditos hipotecarios subprime concedidos en los Estados Unidos, empezó afectando a las instituciones financieras de crédito norteamericanas y, posteriormente, a los mercados de capitales de Estados Unidos como de otros países de América, Europa y Asia. En este sentido, el mercado de valores ecuatoriano no presentó mayor contagio por no estar integrado con los mercados de capitales de otros países, y porque no se negocian derivados financieros.

Se concluye que una globalización financiera gobernada influye positivamente en mercados de capitales interdependientes gracias a los adelantos en los campos de las tecnologías de la informática y telecomunicaciones. Por último, se plantea como una nueva línea de investigación el diseño de un modelo estadístico para expresar la influencia de la globalización financiera en los mercados de capitales latinoamericanos, utilizando dimensiones como las planteadas por Le, Kim y Lee, Law, Azman-Saini y Tan, Muye y Muye y Mishkin.

### IV. REFERENCIAS

- Acosta, A. (2006). *Breve historia económica del Ecuador* (Segunda ed.). Quito: Corporación Editora Nacional.
- Albi, E. (2005). La Globalización Económica como marco de las relaciones internacionales. *Nuevas tendencias en Economía y Fiscalidad Internacional*(825), 9-18. Obtenido de [http://www.revistasice.com/cache/pdf/ice\\_825\\_9-19\\_bf2ccb76ba84930b9a97c2eb76134cb9.pdf](http://www.revistasice.com/cache/pdf/ice_825_9-19_bf2ccb76ba84930b9a97c2eb76134cb9.pdf)
- Alvarez, N., & Medialdea, B. (2009). Financiación, crisis económica y socialización de las pérdidas. *Viento Sur*(100), 21-32.
- Amin, S. (2001). Globalización o apartheid a escala global. *Conferencia Mundial Contra el Racismo*

- de Durban, (págs. 1-19). Obtenido de [https://www.nodo50.org/cscsa/agenda2001/samir\\_amin-durban-09-01.pdf](https://www.nodo50.org/cscsa/agenda2001/samir_amin-durban-09-01.pdf)
- Banco Mundial. (2017). Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/CM.MKT.LCAP.GD.ZS?view=chart>
- Banco Mundial. (2017). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/CM.MKT.LCAP.GD.ZS?view=chart>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2004). *Principios de inversiones*. Madrid: España.
- Bolsa de Madrid. (s.f.). <http://www.bolsamadrid.es/htm/esp/BMadrid/historia/histoo25.aspx>.
- Bolsa de Valores de Quito. (2006). *Guía del Inversionista Bursátil*. Quito: Medium Multimedia.
- Bolsa de Valores de Quito. (2017). Obtenido de <http://www.bolsadequito.info/estadisticas/informacion-estadistica/>
- Buján P., A. (29 de 06 de 2018). [www.encyclopediafinanciera.com](http://www.encyclopediafinanciera.com). Obtenido de <https://www.encyclopediafinanciera.com/mercados-financieros/valores/historia-de-los-mercados-de-valores.htm>
- Castells, M. (1999). *Globalización, Identidad y Estado en América Latina*. Obtenido de <http://desarrollohumano.cl/idh/download/Idyest.pdf>
- Climent, F., & Meneu, V. (s.f.). *La Globalización de los Mercados Financieros Internacionales*. Obtenido de [http://www.uv.es/fcliment/Actualidad\\_Financiera.pdf](http://www.uv.es/fcliment/Actualidad_Financiera.pdf)
- Comisión Mundial sobre la Dimensión Social de la globalización. (2004). *Por una globalización justa: Crear oportunidades para todos*. Ginebra: Suiza.
- Court, E., & Tarradellas, J. (2010). *Mercado de Capitales*. México: Pearson.
- Dollar, D. (2005). *Puede la globalización beneficiar a todo el mundo?* Bogotá: Banco Mundial y Alfaomega.
- Enciclopedia financiera. (s.f.). <http://www.encyclopediafinanciera.com/>.
- Euronext. (2016). <https://www.euronext.com/en/news/euronext-announces-volumes-november-2016>.
- Ferreira, V., & Rodil, O. (2012). La crisis financiera global en perspectiva: Génesis y factores determinantes. *Revista de Economía Mundial*(31), 199-226. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/866/86623416008.pdf>
- González, J. (2010). <http://www.cnmv.es/docportal/publicaciones/monografias/monografian39web.pdf>.
- González, S., & Macareñas, J. (1999). La globalización de los mercados financieros. *Revista Universidad Complutense de Madrid*(172), 15-35. Obtenido de [http://www.gacetafinanciera.com/MKK\\_Internals/GLOBALIZFINAN.pdf](http://www.gacetafinanciera.com/MKK_Internals/GLOBALIZFINAN.pdf)
- Iglesias, E. (2016). Los desafíos de las nuevas caras de la globalización. *Economía y Desarrollo*, 20-31. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842016000100002&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842016000100002&script=sci_arttext&tIng=pt)
- Krugman, P. (1992). *Geografía y Comercio*. Barcelona, España: Antoni Bosh.
- LATIBEX. (2016). Obtenido de <http://www.latibex.com/esp/home.htm>
- Law, S. H., Azman-Saini, W., & Tan, H. B. (2014). Economic Globalization and Financial Development in East Asia: A Panel Cointegration and Causality Analysis. *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(1), 210-225. doi: 10.2753/REE1540-496X500112
- Le, T.-H., Kim, J., & Lee, M. (2015). Institutional Quality, Trade Openness, and Financial Sector Development in Asia: An Empirical Investigation. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(5), 1047-1059. doi:https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1103138
- Martín, J., & Téllez, C. (2014). *Finanzas Internacionales*. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Mercado Integrado Latinoamericano. (2017). Obtenido de <http://www.mercadomila.com/home/resultados>
- Mercado Integrado Latinoamericano MILA. (2016). <http://www.mercadomila.com/home/resena>.
- Mishkin, F. (2009). Globalization and final development. *Journal of Development Economics*, 89(2), 164-169. doi:https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2007.11.004
- Mochón, F. (2006). Globalización: Retos de cara al futuro. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?jsessionid=14A9080A05C1B7925C9F48D4BDAECoC5.dialnet01?codigo=2271820>
- Muye, M., & Muye, Y. (2017). Testing for causality among globalization, institution and financial development: Further evidence form three economic blocs. *Borsa Istanbul Review*, 17(2), 117-132. doi:https://doi.org/10.1016/j.bir.2016.10.001
- Plastino, Á. (2016). Módulo de Globalización del Doctorado en Ciencias de la Administración UNLP.
- Reyes, G. (2001). Teoría de la globalización: Bases fundamentales. *Revista Crítica de Ciencias Sociales y*

- Jurídicas*, 2(1), 43-53. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5029712.pdf>
- Romero, Y. (2013). Integración de mercados accionarios latinoamericanos: Análisis de factores de riesgo común. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 6(6), 29-38. Obtenido de <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/ibf/riafin/riaf-v6n6-2013/RIAF-V6N6-2013-3.pdf>
- Rueda, A. (2005). *Para entender la bolsa*. México: Thomson.
- Sáez, M. (1998). Globalización Financiera: Crisis Mundial e Impacto sobre América Latina. *Economía y política*(4), 11-28. Obtenido de [http://www.fes-ecuador.org/fileadmin/user\\_upload/pdf/indice\\_libros-economia-n4-0316.pdf](http://www.fes-ecuador.org/fileadmin/user_upload/pdf/indice_libros-economia-n4-0316.pdf)
- Sassen, S. (2003). Localizando ciudades en circuitos globales. *Eure*, 29(88), 5-27. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/eure/v29n88/arto1.pdf>
- Stiglitz, J. (2002). *Globalization and Its Discontents*. London: Allen Lane.
- Sunkel, O. (1995). *El crecimiento desde dentro*. Un enfoque neoestructuralista para América Latina. Fondo de Cultura Económica.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2015). *Guía Estudiantil del Mercado de Valores*. Obtenido de <http://www.supercias.gob.ec/portal/>
- Villanueva, A. (2007). Mercados financieros: una aproximación a la Bolsa de Valores de Lima. *Contabilidad y Negocios*, 2(3), 23-33. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2816/281621764004.pdf>

# Aproximación al pensamiento crítico de la visión Taylorista: Caso fábrica Imbabura

Alberto, Oña-Serrano<sup>1</sup>; Kléber, Mejía-Guzmán<sup>2</sup>; Marlon, Ríos-Pozo<sup>3</sup>;  
Grace, Plaza-Tubón<sup>4\*</sup>

## Resumen

El objetivo de este estudio es presentar perspectivas teóricas antagónicas del Taylorismo y su aplicación en la que otrora fue el ícono de la producción textil de la provincia de Imbabura en Ecuador. En este contexto, la investigación busca conectar los momentos históricos, sociales y productivos de la dinámica organizacional de la Fábrica Imbabura con la teoría de la administración científica taylorista. Este estudio se destaca por la ambivalencia teórica que se pone de manifiesto entre articulación de posiciones a favor y en contra del taylorismo, consecuentemente esta confrontación posicional produce un ejercicio de reflexión crítica en el contexto espacial de la Fábrica Imbabura. Para articular el estudio se recurrió a una revisión de literatura sobre Administración Científica centrada en el Taylorismo, en artículos revisado por pares en las bases de datos Web of Science y DOAJ. Además, se recurrió a fuentes adicionales de información, como literatura gris y libros de texto para obtener más elementos que pueda nutrir el ensayo. La contribución del ensayo se refleja un aporte al campo de la perspectiva del pensamiento crítico del taylorismo en el contexto de un caso en particular.

**Palabras Clave:** Administración, fábrica Imbabura, producción, taylorismo.

## Approach to the critical thinking of the Taylorist vision: Imbabura factory case

### Abstract

The objective of this study is to present antagonistic theoretical perspectives of Taylorism and its application in what was once the icon of textile production in the province of Imbabura in Ecuador. In this context, the research seeks to connect the historical, social and productive moments of the organizational dynamics of the Imbabura Factory with the theory of Taylorist scientific administration. This study is highlighted by the theoretical ambivalence that is evident between articulation of positions in favor and against Taylorism, consequently this positional confrontation produces an exercise of critical reflection in the spatial context of the Imbabura Factory. To articulate the study, a review of the Scientific Administration literature focused on Taylorism, in peer-reviewed articles in the databases of Web of Science and DOAJ, was used. In addition, additional sources of information were used, such as gray literature and textbooks to obtain more elements that could support the essay. The contribution of the essay reflects a contribution to the field of perspective of the critical thinking of Taylorism in the context of a particular case.

**Keywords:** Imbabura factory, management, production, taylorism.

**Recibido:** 13 de noviembre de 2017  
**Aceptado:** 31 de agosto de 2018

<sup>1</sup>Docente de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Pichincha, Ecuador; [xavier.ona@epn.edu.ec](mailto:xavier.ona@epn.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0001-5807-3104>

<sup>2</sup>Docente de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Pichincha, Ecuador; [klever.mejia@epn.edu.ec](mailto:klever.mejia@epn.edu.ec)

<sup>3</sup>Gerente General de Secobraex Servicio de Cobranza Externa; [mriospozo@yahoo.com](mailto:mriospozo@yahoo.com); <https://orcid.org/0000-0003-2561-8272>

<sup>4</sup>Personal de apoyo académico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Pichincha, Ecuador; [andrea.plaza@epn.edu.ec](mailto:andrea.plaza@epn.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0002-6223-8175>

\*Autor para correspondencia: [andrea.plaza@epn.edu.ec](mailto:andrea.plaza@epn.edu.ec)

## I. INTRODUCCIÓN

La administración científica de Taylor, ocurrió en una época en la que el capitalismo se caracterizó por la preponderancia de los grandes monopolios. Dichas empresas, como ayuda de los estados nacionales compartían el mundo y los mercados de acuerdo con su fuerza competitiva y su capacidad de acaparar los mercados. La obtención de ventajas competitivas se lo hacía por medio de la aplicación de la ciencia a la producción de forma intencional y sistemática (Prado y Guedes Pinto, 2014).

Los medios de producción funcionan como una herramienta que facilita el trabajo del ser humano, son complementarios, accesorios y útiles a éste; sin embargo, cuando las ideas y prácticas derivadas de la Teoría Taylorista, que se ubica en el ámbito de la llamada administración clásica, se aplican indiscriminadamente, surte un efecto criticable respecto a la visión microscópica del ser humano, ya que se pierde su calidad como tal y puede hasta violar la dignidad humana (Mayol Marcó, 2013).

La historia de la Fábrica Imbabura, muestra justamente a la teoría Taylorista, en una concepción clásica de la administración, dejando en manifiesto cómo un modelo exitoso de negocio, se transformó en el declive más grande de esta factoría, produciéndose huelgas de hambre por parte de los obreros quienes reclamaban la reducción de horas de trabajo y un salario digno, es decir la reincorporación de algunos derechos que los creían arrebatados.

El objetivo del presente estudio es analizar la Teoría Taylorista y establecer un debate teórico que permita no solo entender esta teoría, sino también desde el pensamiento crítico, formarse una opinión sobre el rol y la interacción que debe tener el ser humano y su trabajo, en el proceso productivo de las organizaciones.

Para el mencionado debate teórico, se realizó una revisión de literatura sobre la Administración Científica centrada en el Taylorismo, en artículos revisados por pares de las plataformas Web of Science y DOAJ. En relación a la primera plataforma, se generó una búsqueda en todas las bases de datos, a continuación, se seleccionó el período de tiempo entre los años 2000 al 2018. Posteriormente, el término de búsqueda en inglés fue Taylorism, además se determinó el dominio de investigación las Ciencias Sociales. Con estas consideraciones, el resultado

obtenido fue de 46 artículos. Posteriormente, se realizó un filtro de las temáticas de investigación más cercanas al estudio, es decir: Management (8\*), History of philosophy of science (4\*), Sociology (2\*), Multidisciplinary sciences (1\*). Se obtuvieron 15 artículos.

En lo que respecta a DOAJ, se realizó la búsqueda por palabras clave en inglés, esto es, Taylorism y Scientific Management. Posteriormente, se seleccionó el tipo de publicación relacionado con artículos de investigación; además los dominios de investigación estuvieron ligados a toda la base de DOAJ (ciencias sociales, sociología, negocios, etc.). Con estos insumos se obtuvo como resultado preliminar 33 artículos. Finalmente, se aplicó un filtro ligado a Social sciences (8\*), *Sociology general* (5\*), *Business* (5\*) y *Labor* (2\*). El resultado fueron 20 artículos. Cabe mencionar que no se generó ninguna restricción de tiempo en la búsqueda.

En lo que respecta a las fuentes adicionales de información, se utilizaron tanto literatura gris como libros de texto para obtener más elementos que pueda nutrir el estudio.

La investigación considera, en un primer momento, explicar la relación existente entre la Teoría Taylorista y el caso de estudio, seguidamente analiza cómo se produce esta interacción entre la teoría clásica de la administración y los hechos suscitados en la Fábrica Imbabura, para en una tercera parte intentar establecer una discusión teórica entre la Teoría Taylorista y varios autores que la critican. Finalmente, se exponen los resultados alcanzados en la investigación.

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

#### 1.1. Contextualización de la dinámica organizacional de la Fábrica Imbabura

Hablar de la Fábrica Imbabura es referirse a la historia de una de las primeras industrias textiles del país y su contribución al desarrollo del Cantón Antonio Ante, de la provincia de Imbabura. La producción abastecía los mercados de las principales ciudades de Ecuador como Quito y Guayaquil, y se exportaba a Europa y al país vecino de Colombia (Benalcázar, 2017).

Los españoles Francisco y Antonio Dalmau, migrantes de Cataluña llegan al Ecuador e inician la construcción de la Fábrica Imbabura en 1924,

empezando las operaciones en 1926. En 1913, inauguran en las ciudades de Ambato (“La Industrial Algodonera”) y Riobamba (“El Prado”) las primeras fábricas textiles de la época (Posso, 2008). La Fábrica Imbabura se ubicó en el caserío de Lourdes, del cantón Ibarra, debido a la cercanía a la estación del tren, las características de buenos trabajadores de las personas del sector y por la distancia a zonas de producción de algodón de excelente calidad como los Valles del Chota y Chaltura (Posso, 2008).

La Textil Imbabura desde sus inicios ganó renombre en el país por la calidad y cantidad producida de telas e hilos, llegando a contar con 1200 obreros para abastecer la demanda nacional

e internacional. (Posso, 2008). La importancia e influencia que tenía la fábrica en el sector, se reflejó en situaciones sociales, culturales, políticas y económicas (Posso, 2008). Se destacan, por ejemplo, la adecuación de la plaza central de Atuntaqui, el apoyo a la fundación de la Escuela de los Hermanos Cristianos, la creación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “Tex Atuntaqui”, la realización de espectáculos musicales y representaciones dramáticas, entre otras acciones. Uno de los aspectos a resaltar es la creación de la radio “La Voz del Obrero”, utilizada como un medio para informar del trabajo de la Fábrica a la comunidad (ver Figura 1).



**Figura 1.** Fábrica Imbabura, Complejo Cultural.  
**Fuente:** (Fábrica Imbabura- Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2015)

En la estructura fabril, existió una planta eléctrica, alimentada con las aguas del río Ambi que pasaba cerca de las instalaciones y, se aprovechaba el agua caliente que salía de los calderos, para distribuirla a las Villas que se habían construido con estilo europeo y en forma de mini ciudadelas, utilizadas por el personal técnico de la Fábrica (Posso, 2008).

Según los archivos de la fábrica Imbabura, las dificultades administrativas aparecen en 1948, ya que se produce la primera huelga de hambre de los obreros, como forma de presión para reducir las horas de trabajo y salarios dignos; esta paralización tuvo una duración de 44 días y fallecieron dos obreros. Para 1963 luego de las administraciones de Luis Humberto Espinosa (1929-

1962) y de Araujo Luna, llega a la fábrica Imbabura el español José Villageliu, quien hizo cambios por la presencia de nuevas fábricas textiles en la ciudad de Quito como la Internacional, la cual construyó un complejo con máquinas modernas para la época, logrando una reducción en sus costos de producción. Ante esta realidad, Villageliu tomó decisiones como reducir la calidad de los insumos de las telas e hilos para poder ser competitivo en precios. Comenzaron a bajar sus ventas y por lo tanto una reducción en su producción, lo cual afectó al recurso humano (obreros) quienes fueron despedidos. Para ese momento los sueldos eran menores a los estándares de la época y de la industria (ver Figura 2).



Figura 2. Fundación del "Sindicato Textil Fábrica Imbabura".

Fuente: (Fábrica Imbabura- Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2015)

En el año de 1964 los problemas eran más significativos generando mayor tensión entre los trabajadores y Jose Villageliu. Muchos obreros se reunieron en la estación del tren que se encontraba a 100 metros de la fábrica (Solano Espinosa, 2015), a lo que se sumó parte de la población, para luego de una conducta generada por la psicología de masas (citado por Posso, 2008, de Ruiz, 2010), ingresan a las oficinas administrativas, agreden y sacan a golpes al gerente hasta la línea férrea, la muchedumbre enardecida le dispara y mata en la plaza central de Atuntaqui.

Los problemas se profundizan en 1965, la fábrica deja de producir en 1966. En este año toman la administración empresarios del sector, quienes tuvieron

problemas de endeudamiento especialmente con el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. En 1997 se cierra la producción y deja de funcionar, pasando los activos a ser administrados por el IESS (Posso, 2008).

Actualmente la Fábrica Imbabura funciona como museo y centro de convenciones y eventos, esta transformación se realizó a partir del año 2007 cuando el Gobierno Municipal de Antonio Ante solicitó al IESS la entrega de las instalaciones, con la finalidad de convertirlas en un atractivo turístico de la provincia de Imbabura, como una forma de reconocimiento a su historia y contribución en el desarrollo de la industria textil de Atuntaqui (ver Figura 3).



Figura 3. La fábrica Imbabura, ícono textil de Atuntaqui

Fuente: (Campos, 2015)

### 1.2. La administración científica en la fábrica Imbabura

La concepción, estructura y funcionamiento de la fábrica, responde a las ideas imperantes de la época, especialmente las de Frederick Taylor. La economía y la ingeniería son las ideas centrales que orientan el pensamiento de Taylor, quien basado en su creencia de que las aplicaciones de métodos de investigación mejorarían la práctica de la gestión, desarrolló ideas en torno a la gestión científica y sus principios. También recomendó ubicar conforme las capacidades y habilidades a los empleados e implementar métodos de supervisión y esquemas de incentivos (Hatch y Cunliffe, 2013).

El Taylorismo tiene menos de un siglo de antigüedad y se resumía en el libro *Principles of Scientific Management*, publicada en 1911. Obra en la que se describía el análisis sistémico y objetivo del trabajo y cómo hacer el trabajo mejor, más rápido, más barato y de la mejor manera (Guidotti, 2011). El paradigma inspirador fue el de las ciencias positivistas con sustento en las ciencias físico-naturales.

Con los fundamentos expresados, surgen los preceptos y postulados de la "ciencia" de la Administración, que se estructura siguiendo el funcionamiento mecánico, olvidándose de la naturaleza eminentemente social del trabajo societario y su dinámica como espacio generador y reproductor de hechos y fenómenos diversos. Taylor centra sus ideas en nuevos esquemas de subdivisión de las tareas, repartición y control del trabajo, lo que se conoce como "organización científica del trabajo" (Murillo, 2007).

Como se manifestó, el funcionamiento de la fábrica, responde a las ideas imperantes, consecuencia de la modernidad y la revolución industrial, caracterizadas por el incremento de la eficiencia y la productividad, la división y especialización del trabajo, la optimización del tiempo. En estas circunstancias, Taylor incorpora en las organizaciones el uso de la ciencia administrativa. Los aportes de este autor junto con Smith, Fayol y Weber, constituyen el paradigma clásico de la organización (Naranjo, 2010). Cabe mencionar que, Cohen (2012) sostiene que antes de las ideas de Taylor, el trabajo se concebía de manera empírica y espontánea. La administración científica

de Taylor perfeccionó un cuerpo de conocimientos, preceptos, métodos y técnicas. Actividades que se distinguen radicalmente de sus predecesores. Así mismo, Pinto (2012) sostiene que, la producción a escala solamente se pudo realizar a través de la convergencia de la división técnica de funciones y las tareas de los procesos de trabajo desarrollado por el sistema Taylorista.

Sin embargo, Prado y Guedes Pinto (2014) sostienen que el Taylorismo convirtió al trabajador en una pieza del sistema de máquinas, en apéndices de los sistemas máquinas para que los trabajadores funcionen efectivamente. En estas circunstancias, la producción se organizó bajo un esquema burocrático y jerárquico porque se buscaba establecer un control externo que abarque los modos de trabajar. El sistema Taylorista aplicó de manera radical el principio mecánico a la producción determinados bajo la lógica de la rutina. De la misma manera, Vizeu (2010) manifiesta que la adopción de los principios Tayloristas en las fábricas de norteamérica generó una gran revuelta por parte de los obreros, afectados por esta doctrina como mecanismo para trabajar más.

En palabras de Taylor el obrero "simula su trabajo" lo que perjudica la producción y los intereses. Esta holgazanería o simulación provienen de dos causas: del instinto y la tendencia natural de los hombres a despreocuparse y buscar la comodidad, lo que podría denominarse holgazanería innata; y, de las relaciones con otros obreros, que podría ser denominada holgazanería sistemática. Aktouf y Suárez (2012), ante estas circunstancias, plantea el estudio científico de las condiciones de trabajo, la cooperación estrecha e íntima entre la dirección y los obreros, y el rendimiento máximo de cada hombre y de cada máquina.

La administración científica Taylorista se sustenta en cuatro principios: 1) El reemplazo de los antiguos métodos empíricos por la ciencia, 2) Selección científica del obrero (El hombre correcto en el puesto correcto), 3) Cooperación cordial de los dirigentes y los obreros, y 4) Distribución equitativa del trabajo y la responsabilidad entre la administración y los obreros (Murillo, 2007; Aktouf y Suárez, 2012).

El modelo gerencial Taylorista se diferencia de los sistemas de administración vigentes por

ser la única forma de obtener la iniciativa de los trabajadores, además permitía controlar el trabajo y al trabajador (Carvalho de Sousa y Batista dos Santos, 2017). Por medio del sistema Taylorista, los gerentes podían usar la ciencia del trabajo para obtener mejoras en los métodos de producción y la aplicación del método científico a la administración del proceso productivo (Bruce, 2016).

Los directivos conocen las técnicas de trabajo y el saber hacer y los obreros solo están para ejecutarlas. Aquí hay una clara separación entre quienes piensan y quienes ejecutan (Murillo, 2007). El jefe concibe, piensa, prevé y ordena, mientras que los sucesivos eslabones de la jerarquía están para transmitir, obedecer y hacer obedecer. Del mismo modo, Vizeu (2010) menciona que el “principio de separación entre pensar y ejecutar el trabajo refleja la división social y económica impetrada en la era moderna por el capitalismo...” (p.791). En este sentido, De Montmollin (1975) manifiesta que las personas que diseñan el plan y preparan el trabajo no son las mismas que las ejecutan.

En esta lógica de eficacia el empleado es pasivo, al cual sólo se le pide la ejecución de lo que se le dicta. Las ideas de Taylor se complementan cuando introdujo un sistema de remuneraciones por unidades fabricadas, se preocupó de los problemas de cálculos de costes, de un sistema de informes, la solución de problemas técnicos de producción, el diseño de herramientas y nuevas máquinas y procedimientos (Murillo, 2007). Sin embargo, no analizó los aspectos sociales del trabajo y de la producción (Murillo, 2007)

Los pilares que sostienen el pensamiento de la administración clásica, aún dominante, son la disciplina, el orden, la obediencia, la jerarquía, las diferencias de estatus, la separación de los roles de concepción y realización, el individualismo y la convergencia de objetivos, la fe en una administración científica basada en herramientas sofisticadas, la visión de un empleado al que no es necesario consultar ni está dispuesto a participar más allá de ciertos límites, ni expresa sus puntos de vista, ni comparte sus decisiones, informaciones, resultados y recursos, la falta de preparación y de calificación de los obreros, considerados siempre como un costo y mantenidos en estatus de obediencia y sumisión (Aktouf y Suárez, 2012). Así mismo,

Souza y Da Costa (2013) afirman que en la sociedad disciplinaria de la lógica taylorista, se destaca: la obtención de mayor eficiencia productiva; el ejercicio sutil del poder; la disminución de resistencias y el adiestramiento de los cuerpos; la mirada jerárquica, sanción normalizadora y evaluación; y finalmente la generación de un saber.

Por otra parte, la literatura académica de investigación en administración y sociología, supone que la administración científica o el taylorismo eran extremadamente defectuosos o, dicho de otra manera, la fuente por excelencia anti-obrera. Así mismo, se describe al taylorismo como una serie de técnicas que permitían a los empleadores y directivos generar los mecanismos para aumentar el control sobre el trabajo y los trabajadores, especialmente a través de la descalificación y degradación (Kelly, 2016). En este mismo sentido, Lauer Schachter (2016) afirma que las ideas del Taylorismo siempre generaron controversia, hasta finales del siglo XX, los estudiosos todavía debatían acerca del papel que desempeñaba la técnica del estudio de tiempos en las organizaciones.

Un análisis interesante que debería tomarse en cuenta para contribuir a la crítica del Taylorismo son las ideas desarrolladas por el filósofo francés Michael Foucault. En este contexto, se destacan las posturas de Moulin & Mello (2013) acerca del abordaje del sistema Taylorista, tales como las manifestaciones del poder. Para Foucault el poder disciplinar emerge en la sociedad occidental en los siglos XVII y XVIII evidenciando prácticas sociales direccionadas al cuerpo y al control en sus relaciones, en su aprendizaje, en su aprovechamiento, en su producción y en volverlos dóciles; por esto los hombres deben ser vigilados, entrenados, utilizados y hasta castigados.

En esta perspectiva, la Administración Científica de Taylor al crear las técnicas de racionalización del trabajo, vuelve a los cuerpos de los trabajadores más útiles y productivos por medio de los estudios de tiempos y movimientos; por lo tanto, Taylor no está descubriendo nada nuevo, sino que es una nueva forma de poder que se articula con el poder disciplinar, que controla los cuerpos y los hombres en las fábricas. Es decir, no hay la posibilidad de dejar que el operario actúe con libertad (Moulin & Mello, 2013). En estas condiciones, se considera que

para la sociedad moderna el cuerpo útil, productivo y sumiso es primordial para las organizaciones (Procopiuk Walter, Gómez Winkler, & Crubellate, 2013). Al referirse al poder como las relaciones y prácticas sociales en las cuales este se ejerce, en el Taylorismo se va configurando un conjunto de verdades que colocan al operario o trabajador en condición de objeto en las relaciones establecidas. Es una concepción de la gestión de la fábrica exclusivamente centrada en la dominación y la represión (Procopiuk Walter, Gómez Winkler, & Crubellate, 2013).

En resumen, el Taylorismo puede considerarse como un sistema de organización de trabajo, estructurado con base en la separación de funciones, especialización de tareas, control de tiempos y movimientos y remuneración por desempeño (de Morais y Moura, 2017). El sistema de Taylor ha facilitado a los directivos un “...nuevo medio de control: individualizar, separar, descomponer, cronometrar y, finalmente, imponer un contenido de trabajo en el que el empleado no es más que una reserva de energía intercambiable a voluntad” (Aktouf y Suárez, 2012). Las mismas técnicas y herramientas utilizadas hoy en día, como la gestión por competencias y desempeño. Técnicas que buscan medir y clasificar al trabajador para volverlo dócil y productivo (Souza y Da Costa, 2013).

En la visión tayloriana el empleado es un factor de producción que debe “dar su máximo”, y el modelo mecánico se encuentra en la búsqueda del “modo de funcionamiento” de la “máquina humana”; el empleado continúa siendo la herramienta que se usa o que se teleguía (Aktouf y Suárez, 2012). La administración clásica, tradicional u ortodoxa, se enraíza en la lógica de estos modelos cuya eficacia es sinónimo de obediencia (Aktouf y Suárez, 2012). En las ideas y prácticas de Taylor la mecanización, los métodos y la tecnología tienen un alto grado de organización, su sistema cognitivo y de actuación es funcional, el espacio de relación dueños-trabajadores es fugaz y...sólo productiva y económica y el tiempo está dictado por el cronómetro (Naranjo, 2010). Tampoco considera el entendimiento, la responsabilidad y satisfacción individual, grupal y social (Salgado y Abad, 2015).

La gran mayoría de libros de administración están escritos para responder a las preguntas:

“cómo” o “cuánto”, pero casi nunca las de “por qué” o “para quién”. Ante esto es imperativo cuestionarse a fondo e intentar comprender en qué medida nuestra manera de concebir y manejar los objetivos económicos debe ser corregida, incorporando las preocupaciones globales más fundamentales, más ecológicas, más sociales y más humanas (Aktouf y Suárez, 2012).

Hay que pensar en principios alternativos de organización diferentes a la forma empresarial funcionalista, con una dinámica y lógica distinta al mercado, el lucro, la eficiencia, la productividad y el dinero por el dinero, en una dialéctica donde prime el diálogo, la reflexión y el respeto por la historia (Salgado y Abad, 2015). Es fundamental que se tome conciencia de un pensamiento crítico sobre la gestión de las organizaciones y las diferentes herramientas que se aplican, con prioridad en la búsqueda del bienestar tanto individual como colectivo (Naranjo, 2010). En esta perspectiva el trabajo debe ser tratado como espacio de emancipación del ser humano, la autoridad decisoria como espacio social deliberativo, y la racionalidad substantiva como el principio orientador del sistema social (Salgado y Abad, 2015).

### **1.3. Pensamiento crítico del taylorismo en la fábrica Imbabura**

A la luz de los antecedentes expuestos anteriormente es casi innegable establecer un puente entre la aplicación de la administración científica de Taylor y la fábrica Imbabura. En este contexto se van a exponer una serie de postulados críticos que permitan relacionar la aplicación del taylorismo en la fábrica Imbabura.

Para efectos de este estudio se toman como punto de partida algunos postulados del propio Taylor. En esta línea, Murillo (2007), menciona la advertencia de la utilización inadecuada de la administración científica relacionada con el fracaso y desastre si está acompañada de un espíritu equivocado por parte de quienes la utilicen.

Además, los elementos de la administración científica al no estar acompañados de una verdadera filosofía de la administración pueden generar, en muchos casos, efectos desastrosos (Murillo, 2007).

En esta misma línea, Hatch (2013) aclara que en la época en la que emergió la administración

científica de Taylor, muchos trabajadores e incluso empleadores la habían considerado peligrosa y subversiva. Se pensaba que esta teoría arruinaría las relaciones entre la administración y los trabajadores, amenazando el capitalismo en la forma como Marx lo había predicho.

Por otro lado, como lo plantea Aktouf (1998), la administración científica entregó a los dirigentes los medios, que eran insospechados, para hacer que el trabajador común realizará más trabajo productivo. Además, en la misma línea crítica, Aktouf (1998) menciona que los dirigentes aprovechaban del sistema para obtener el máximo rendimiento de los obreros sin llegar a mejorar sus condiciones laborales ligadas a su salario, capacitación o promoción.

En este mismo sentido, Marcuse (1983) expresa que:

La productividad más alta del trabajo puede utilizarse para la perpetuación del trabajo, la industrialización más efectiva puede servir para la restricción y la manipulación de las necesidades. Al llegar a este punto, la dominación —disfrazada de opulencia y libertad— se extiende a todas las esferas de la existencia pública y privada, integra toda oposición auténtica, absorbe todas las alternativas (p. 48).

Cabe mencionar que en el análisis que presenta Aktouf (1998) de la administración científica de Taylor, también descubre otras contradicciones entre sus planteamientos y la ejecución de actividades del trabajador, en este sentido se pueden citar, las paradojas encontradas en las virtudes del trabajo en equipo, la necesidad de promover el espíritu de equipo, la realización razonable de las tareas. Además, señala que entregó a los administradores un temible método de control sobre el trabajador por medio de la individualización, separación, desagregación, medición, etc., y (Rao, 1960) de limitar a los trabajadores la capacidad para desarrollar tanto la iniciativa individual como la reflexión.

Otro aporte que contribuye a la visión crítica del taylorismo es el que se manifiesta Hatch (2013), en el sentido que los posmodernistas críticos no consideran que los postulados tayloristas hayan contribuido a generar organizaciones más racionales por medio de la eficiencia, sino que encontraron el mecanismo apropiado para justificar el poder de los

capitalistas y gerentes que disfrutaban actualmente.

La visión crítica del taylorismo también podría ser abordada desde la visión de Guerreiro Ramos (citado por Salgado y Abad, 2015), quien propone la revisión de la teoría social y administrativa a la luz de tres modelos del ser humano: el hombre operacional, el hombre reactivo y el hombre parentético. En este contexto, (Salgado y Abad, 2015) desde la perspectiva de la teoría administrativa de Taylor el ser humano se considera como un hombre operacional, el recurso que debe ser maximizado para la producción, un hombre movido por las recompensas materiales e independiente de los demás.

A manera de síntesis, como un punto intermedio entre el hombre operacional y el hombre parentético se encuentra el hombre reactivo, ese hombre que es influenciado por estímulos, que se ajusta al contexto laboral pero aún no se encuentra emancipado.

Finalmente, se presenta el hombre parentético, ese hombre que se encuentra entre paréntesis, que está consciente de su realidad pero que se encuentra en capacidad de reflexionar sobre su entorno.

Como colofón de reflexión crítica de este apartado, se cita el pensamiento de X (1983) expuesto en el Hombre Unidimensional:

*“Una ausencia de libertad cómoda, suave, razonable y democrática, señal del progreso técnico, prevalece en la civilización industrial avanzada. ¿Qué podría ser, realmente más racional que la supresión de la individualidad en el proceso de mecanización de actuaciones socialmente necesarias, aunque dolorosas; que la concentración de empresas individuales en corporaciones más eficaces y productivas; que la regulación de la libre competencia entre sujetos económicos desigualmente provistos [...] (p. 31)?”*

## 2. Resultados

La fábrica Imbabura o Industrial Algodonera, guarda toda una riqueza histórica por su influencia económica, social, cultural y productiva (Espinosa, 2013). Su funcionamiento cambió la dinámica y labores del Cantón Antonio Ante. Las actividades fabriles arrancaban con el sonido de una sirena, como una imitación de las fábricas de todo el mundo, transformando el algodón en telas, distribuidas

fundamentalmente en Quito y Guayaquil (Solano Espinosa, 2015). Su mayor producción y apogeo fue entre 1929-1962, lo que se refleja en los dos turnos de trabajo, “...en los índices más bajos de desempleo” (Solano Espinosa, 2015), el empleo de 1200 obreros, la práctica de deporte y actividades culturales y artísticas.

Con el cambio de administrador, a partir de 1963 las telas disminuyeron su calidad, se perdió paulatinamente mercado, quedó solo el turno del día con cuatro horas de trabajo; y, las consecuentes manifestaciones de malestar y disminución significativa de los salarios por debajo del promedio de la época. En 1964 empezaron problemas entre la administración, los trabajadores y la población, llegando al cierre de la fábrica. En 1965 por problemas obrero-patronales los accionistas cerraron las operaciones. En 1966 se reiniciaron las labores con otra administración sin alcanzar los niveles de producción anteriores y se acumularon deudas principalmente con el Seguro Social (Espinosa, 2013). A partir de 2001 es patrimonio cultural y actualmente un museo.

La historia laboral de la Fábrica Imbabura, muestra una estrecha relación con los principios del Taylorismo, pues evidencia la lucha de clases y el enfrentamiento de la clase obrera con la burguesa; quienes, en su afán de obtener los mayores réditos en la producción de textiles, obviaron entre otras cosas la calidad de la materia prima y cosificaron al ser humano como un medio de producción.

En ese sentido, “la organización científica del trabajo”, basada en una estructura funcionalista y mecanizada, provocó que los obreros de la Fábrica Imbabura laboren en condiciones precarias, llenas de controles excesivos y salarios subvalorados, con el fin de lograr una pseudo optimización de la producción. Pero qué pasa cuando el “ser”, eminentemente social, constructor de espacios colectivos de trabajo y; generador y productor de hechos y fenómenos diversos, acumula en su interior inconformidad y desmotivación; como se observa en este caso, aplicando la administración científica de Taylor, desencadena actos que rompen con el paradigma de obediencia, disciplina, y jerarquía, propios de la teoría clásica de la administración y; por el contrario, se liberan actos de violencia y caos social.

Con esto no se quiere dar a entender, que la actuación del ser social en una organización, se deba

a la improvisación o la actuación empírico-práctica o, a su subjetividad; por el contrario, hay que buscar y potenciar aquella iniciativa individual, de aquel hombre parentético, que consciente de su realidad reflexiona sobre su entorno y, de esta manera contribuye con la organización como parte de un todo. Es necesario cambiar o mejorar nuestras ideas y formas de dirigir.

### 3. Discusión de resultados

La aplicación de la Administración Científica en el esquema productivo impulsó condiciones laborales que buscaron el perfeccionamiento del bagaje de conocimientos, métodos y técnicas relacionadas con la producción. En estas condiciones, se pudieron obtener resultados favorables porque se estructuraron las condiciones para maximizar los procesos, gracias a la división técnica del trabajo, jerarquización organizacional, monitoreo del trabajador y sus actividades, salarios en función del desempeño laboral.

No obstante, a pesar de los resultados obtenidos por el sistema Taylorista en los procesos productivos, se deja de lado el análisis de las implicaciones en los obreros, es decir, las afectaciones como consecuencias de la aplicación de la Administración Científica. Los obreros estuvieron sometidos a un esquema en el que participaron solamente en la ejecución, ya que eran considerados como obedientes y sumisos. De la misma manera, esta “domesticación laboral” llevó al acoplamiento del obrero-máquina, donde el ser humano es visto como una extensión de la gran maquinaria productiva, instaurándose la rutina y repetición de tareas, que facilitaban el control y la vigilancia del trabajador so pretexto la eficiencia productiva.

Por otra parte, el ejercicio de la Administración Científica, devela una clara ruptura social del trabajo, la exclusión de la satisfacción individual y colectiva deriva en efectos negativos porque la esencia de la organización se fundamenta en la producción material y no en la valoración intrínseca del obrero.

Es necesario destacar que el análisis de la aplicación de los principios de la Administración Científica en las organizaciones actuales, a través de una investigación empírica, podría ayudar a detectar el grado de influencia o el legado de la gestión Taylorista. Es decir, se podría conocer la evolución de estos principios y tener un acercamiento a las nuevas manifestaciones teóricas que se presentan con otras denominaciones, pero que podrían contener la misma receta.

**Tabla 1.** Perspectivas teóricas del Taylorismo

Posiciones a favor		Posiciones en contra	
1	La administración científica permitió ubicar a los obreros de acuerdo a las capacidades y habilidades, además de generar métodos de supervisión e incentivos	1	En la práctica mecanicista, convirtió al trabajador en una extensión del sistema de máquinas, tan cambiante como cualquier pieza
2	El sistema Taylorista generó un análisis sistémico y objetivo del trabajo, es decir enfocados en la eficiencia.	2	La producción se organizó bajo un esquema de control burocrático y jerárquico, a fin de establecer un control efectivo en los modos de trabajar.
3	El esquema de gestión científica tomó como base las ciencias positivistas con sustento en las ciencias físico-naturales.	3	El sistema Taylorista aplicó de manera radical el principio mecánico a la producción, lo que derivó en la rutina y repetición de las formas de trabajo
4	La gestión científica determinó la organización del trabajo, es decir subdivisión de tareas, repartición y control de trabajo.	4	La adopción de los principios Tayloristas en las fábricas de Norteamérica, generó una gran revuelta de los obreros, afectados por esta doctrina de trabajo
5	La administración científica incorporó el uso de la ciencia administrativa, antes de este sistema el trabajo se concebía de manera empírica y espontánea.	5	La visión de un trabajador al que no es necesario consultar ni está dispuesto a participar más allá de ciertos límites, ni expresa sus puntos de vista, ni comparte sus decisiones, informaciones, resultados y recursos, su falta de preparación, considerado como costo, obediente y sumiso
6	Las técnicas, conocimientos, preceptos y métodos ligados a la gestión fueron perfeccionados por la gestión Taylorista.	6	Obtención de mayor eficiencia productiva, por el adiestramiento de los cuerpos y disminución de las resistencias; y el control de tiempos y las tareas
7	La producción a escala se hizo realidad gracias a la división técnica del trabajo.	7	No hay científicidad en sus principios, sino una mejor organización de la explotación obrera. Estas ideas son vistas por los obreros como opositores extremadamente defectuosos o, dicho de otra manera, la fuente por excelencia anti-obrera.
8	El sistema Taylorista determinó las condiciones de trabajo, cooperación estrecha dirección-obreros y rendimiento máximo de producción (hombre-máquina) de manera científica.	8	Sus prácticas están direccionadas al control del cuerpo y las relaciones en el trabajo, y de volverlos dóciles y sumisos.
9	La administración científica se concibió como la única forma de obtener control sobre el trabajo y el trabajador.	9	Los mecanismos de vigilancia, control y castigo son perfeccionados.
10	Los métodos de producción y los procesos productivos podían beneficiarse de la aplicación de un esquema jerárquico	10	Es una manifestación diversa del poder que disciplina y controla los cuerpos y las actividades en las fábricas.
11	La fragmentación de la planificación y ejecución del trabajo estaba determinado en el Sistema Taylorista	11	Para el proceso productivo de las organizaciones el cuerpo domesticado es primordial
12	La remuneraciones de los obreros estaba en función de su desempeño, además abordó los problemas de costes y sistemas de informes	12	Las condiciones en el espacio de trabajo colocan al operario en condición de objeto del proceso productivo
13	La aplicación de métodos de investigación buscaban mejorar la práctica de la gestión	13	El sistema taylorista busca: individualizar, separar, descomponer, cronometrar e imponer un contenido de trabajo, por lo que el obrero no es más que una reserva de energía y músculo
		14	Las técnicas y herramientas como la gestión por competencias y desempeños, siguen utilizándose hoy en día, las que buscan medir y clasificar al trabajador para volverlo dócil y productivo
		15	Los métodos y la tecnología contribuyen a un alto grado de organización funcional, donde la relación dueños-trabajadores es frágil y fugaz, y solo productiva y económica
		16	No toma en cuenta la satisfacción individual, grupal y social, así como los reconocimientos no monetarios
		17	La práctica de los principios de la "administración científica" al no estar acompañada de un trato humano de los trabajadores, puede generar, en muchos casos, efectos negativos y desastrosos
		18	Los postulados tayloristas hayan contribuido a generar organizaciones más racionales por medio de la eficiencia, y han encontrado el mecanismo apropiado para justificar y manifestar el poder del capital
		19	El ser humano es un recursos operacional que debe ser maximizado para la producción, ya que se motiva por las recompensas materiales
		20	El obrero "simula su trabajo" lo que perjudica la producción y los intereses
		21	El Taylorismo se basó en un funcionamiento mecánico, dejando de lado la naturaleza social del trabajo.

**Nota.** Información obtenida en el estudio

### III. CONCLUSIONES

A la luz de la Administración Científica planteada por Taylor, se puede determinar que se articularon una serie de métodos y técnicas que impulsaron la eficiencia productiva organizacional, que se estima aún siguen vigentes, bajo otros modelos y denominaciones, asistidos por conexiones tecnológicas, sociales, económicas y culturales. Sin embargo, esta gestión científica tayloriana, se desconecta de la parte humana y social, ex profeso, en la perspectiva de integrar al trabajador en un sistema mecánico, orientado a moldear sus actividades laborales que los vuelve dóciles y sumisos, para un “mayor y mejor aprovechamiento” de su fuerza laboral.

### IV. REFERENCIAS

- Aktouf, O., (1998). *La Administración entre la tradición y la renovación*. (Univalle, Ed.) (Primera ed). Colombia: Impresores Ltda.
- Aktouf, O., y Suárez, T. (2012). *Administración Tradición, revisión y renovación*. (M. E. Zahar Arellano, Ed.) (Primera ed). México: Pearson Education. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Benalcázar, W. (2017). La Fábrica textil Imbabura continúa marcando al cantón Antonio Ante. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/tendencias/cultura/fabrica-textil-imbabura-continua-marcando.html>
- Bruce, K. (2016) "Management science, planning, and demand management", *Journal of Management History*, 22(2), 171-198. <https://doi.org/10.1108/JMH-10-2015-0203>
- Cohen, Y. (2012). O século de Taylor, Lênin e Freud. *Tempo Social*, 24(2), 211–232. <https://doi.org/10.1590/S0103-20702012000200011>
- Montmollin, M. (1975). Taylorism and Anti-Taylorism. *International Studies of Management and Organization*, 5(1974), 4–16. <https://doi.org/10.1080/00208825.1975.11656181>
- Morais, J., y Moura, D. (2017). Do Taylorismo/Fordismo À Acumulação Flexível: Implicações Dos Regimes De Acumulação Para O Mundo Do Trabalho. *Revista Labor*, 1(17), 62-72. Recuperado de <http://www.periodicos.ufc.br/labor/article/view/19299>
- Campos, F. (28 de 06 de 2015). [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec). Recuperado el 07 de 2018, de [www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-fabrica-imbabura-icone-textil-de-atuntaqui](http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-fabrica-imbabura-icone-textil-de-atuntaqui)
- Carvalho de Sousa, J., y Batista dos Santos, A. C. (2017). A psicodinâmica do trabalho nas fases do capitalismo : análise comparativa do taylorismo-fordismo e do toyotismo nos contextos do capitalismo burocrático e do capitalismo flexível. *Rev. Ciênc. Admin*, 23(1), 186–216. <https://doi.org/dx.doi.org/10.5020/2318-0722.23.1.186-216>
- Espinosa Posso, S. (2013). *Fábrica Textil Imbabura* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5798/T-PUCE-5954%284%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Guidotti, T. L. (2011). Taylorism, the aging workforce, and the biopsychosocial model. *Archives of Environmental and Occupational Health*, 66(4), 191–192. <https://doi.org/10.1080/19338244.2011.622166>
- Hatch, M. J., y Cunliffe, A. L. (2013). *Organization Theory* (Third edit). Oxford: Oxford University Press.
- Kelly, D. (2016). Perceptions of Taylorism and a Marxist scientific manager, *Journal of Management*, 22( 3), 298-319, <https://doi.org/10.1108/JMH-11-2015-0205>
- Schachter, H. L. (2018). Labor at the Taylor Society: Scientific management and a proactive approach to increase diversity for effective problem solving. *Journal of Management History*, 24(1), 7–19. <https://doi.org/10.1108/JMH-06-2017-0031>
- Marcuse, H., y Marcuse, H. (1983). *El hombre unidimensional*. Ariel. Buenos Aires: Planeta Argentina.
- Mayol Marcó, D. D. (2013). Taylor, Cien Años Después. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 19(2), 195–209. Retrieved from [www.redalyc.org/articulo.oa?id=36430103010](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36430103010)
- Murillo, G. (2007). *Teorías clásicas de la organización y el management*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Naranjo, E. (2010). Caracterización de la gestión en las empresas públicas. *Revista Politécnica*, 18–28. Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4351>
- Pinto, Geraldo Augusto. (2012). De Demiurgo A Operário: Uma Análise Gramsciana Do

- Trabalho Sob O Taylorismo/ Fordismo. *Si Somos Americanos*, 12(2), 133-151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-09482012000200006>
- Posso Yépez, M. A. (2008). Fábrica Textil Imbabura La Historia! Y los Acontecimientos más relevantes de Antonio Ante. *Gobierno Local de Antonio Ante y Pontificia Universidad Católica*
- Prado, E. F. S., y Guedes Pinto, P. J. (2014). Subsunção do trabalho imaterial ao capital. *Caderno CRH*, 27(70), 61-74. <https://doi.org/10.1590/S0103-49792014000100005>
- Procopiuk Walter, B. E., Gómez Winkler, C. A., & Crubellate, J. M. (2013). O ideário taylorista, a gestão da subjetividade e o poder pastoral. *Cadernos EBAP.EBR*, 11(1), 16-29. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512013000100003>
- Rao, M. (1960). SCIENTIFIC MANAGEMENT IN RETROSPECT. *The Indian Journal of Political Science*, 21(1), 9-24.
- Solano Espinosa, E. (2015, August 16). La Fábrica Imbabura cuenta la historia textilera. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-fabrica-imbabura-cuenta-la-historia-textilera>
- Souza, E. M. de, y Costa, A. M. da. (2013). Usos e significados do conhecimento histórico em estudos organizacionais: uma (re)leitura do taylorismo sob a perspectiva do poder disciplinar. *Cadernos EBAP.EBR*, 11(1), 01-15. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512013000100002>
- Salgado, F. A. A. (2015). Utopía como imaginación organizacional en el pensamiento crítico de Guerreiro-Ramos. *Cadernos Ebap.Br*, 13(2), 220-236. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/cebape/v13n2/1679-3951-cebape-13-02-00220.pdf>
- Vizeu, F. (2010). ( Re ) contando a Velha História : Reflexões sobre a Gênese do Management The Old Story ( Re ) told : Reflections about Management Genesis. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(5), 780-797.

#### Ilustraciones

- Fig. 1: Fábrica Imbabura-Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2015). Recuperado de <https://tinyurl.com/y79ncctf>
- Fig. 2: Fábrica Imbabura-Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2015). Recuperado de <https://tinyurl.com/yburv7s5>

## **Incidencia de cáncer de piel en población de Machala, Ecuador.**

Adriana, Lam-Vivanco<sup>1\*</sup>; Flor, Espinoza-Carrión<sup>2</sup>; Jovanny, Santos-Luna<sup>3</sup>; Carlos, García-González<sup>4</sup>

### **Resumen**

La acción de agentes genotóxicos, como es el caso de la radiación UV, está en mayor incidencia sobre la tierra como producto a la reducción de la capa de ozono, dando como resultado la producción de mutaciones sobre ADN, Es un estudio, retrospectiva-descriptivo, con el objetivo determinar la incidencia de cáncer de piel mediante un análisis expedientes clínicos evaluados con biopsias de neoplasia cutáneas malignas en el periodo 2009- 2015, con variables de edad, sexo, tipo de neoplasia. Con un total de 1262 pacientes atendidos en centro de salud privada, de la ciudad de Machala, se obtuvieron los datos 58%(709) masculinos y 42%(553) mujeres, se encontró un índice de 28.09% en sexo masculino y 32% según sexo femenino, en el año 2015 donde se observa un crecimiento de la población en el periodo 2009-2015. El grupo etario con alta incidencia según el género masculino: es 65-69 años lo que representa 15,0754% y en los pacientes de sexo femenino con un rango de edad: 50-54 años es de 16.95% , se demostró que una de las ocupaciones con mayor incidencia de cáncer de piel se encuentra en los profesores en género masculino 29,31%(34 ) y femenino 25.4%(32), presentando C. Basocelular 58.29%(116 ) masculinos y 71.75%(127) femenino, atendidos en consultorio de atención privada, en la ciudad de Machala en el año 2015.

**Palabras Clave:** Cáncer, genotípicos, mutaciones, piel, radiación UV.

## **Incidence of lean cancer in the population of Machala, Ecuador.**

### **Abstract**

The action of genotoxic agents; such as, UV radiation , has a greater incidence on land as a result of the reduction of the ozone layer, resulting on mutations on DNA. In a retrospective-descriptive study to determine the incidence of skin cancer through clinical analysis records which were evaluated with biopsies of neoplasia skin malignant in the period 2009-2015 , with variables of age, sex, type of neoplasia. With a total of 1262 patients cared for in private health centers, in Machala City, the results included 58,18% (709) male and 42% (553) women. It was found a rate of 28.09% present in males and 32% on female sex, by the year 2015, showing a growth of the population from 2009 to 2015. The group age with a high incidence according to the gender male: is 65-69 years which represents 15, 0754% (30), female patients with a range of age: 50-54 years is 16.95% (30). It was showed that male teachers had the greatest incidence 29,31% (34) and women 25.4% (32), presenting C. Basal cell 58.29% (116) in men and 71.75% (127)in women, cared at private health centers, in Machala city in 2015.

**Keywords:** Cancer, genotyping, mutations, radiation UV, skin.

**Recibido:** 18 d enero de 2018  
**Aceptado:** 13 de agosto de 2018

<sup>1\*</sup>Docente Auxiliar Titular de la Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; [alam@utmachala.edu.ec](mailto:alam@utmachala.edu.ec);  
<https://orcid.org/0000-0003-1779-7469>

<sup>2</sup>Docente Auxiliar Titular de la Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; [fmespinoza@utmachala.edu.ec](mailto:fmespinoza@utmachala.edu.ec);  
<https://orcid.org/0000-0001-7886-8051>

<sup>3</sup>Docente Titular de la Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; [jsantos@utmachala.edu.ec](mailto:jsantos@utmachala.edu.ec);  
<https://orcid.org/0000-0001-6179-106X>

<sup>4</sup>Docente Auxiliar Titular de la Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; [cgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:cgarcia@utmachala.edu.ec);

\*Autor para correspondencia: [alam@utmachala.edu.ec](mailto:alam@utmachala.edu.ec)

## I. INTRODUCCIÓN

La transformación de una célula normal a tumoral es un proceso multifactorial que es el resultado de la interacción entre factores genéticos del paciente, (Chaves, 2016) ante esta situación ha representado uno de los retos más importantes en cuestión de la salud, permitiendo plantearnos como objetivo, la determinación de la incidencia de Cáncer de Piel de la Provincia de El Oro mediante recopilación de análisis patológicos, las investigaciones científicas en el campo de la biología celular, por los diferentes de proceso de mutaciones genético que sufre la célula al momento de la exposición al sol, el cáncer de piel y el envejecimiento, además de compartir mecanismos etiopatogénicos comunes, son mecanismo propiamente asociados por el principal factor externo es la exposición solar (Hernández, 2016). (Schmidt C. W., 2013).

### Marco de Referencial

Los rayos ultravioleta (UVA) envejecen a las células de la piel y pueden dañar el ácido desoxirribonucleico (ADN) de estas células. Estos rayos están asociados al daño de la piel a largo plazo tal como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer. La mayoría de las camas bronceadoras emiten grandes cantidades de UVA (radiación ultravioleta A) que según se ha descubierto aumentan el riesgo de cáncer de piel. Los rayos UVB tienen un poco más de energía que los rayos UVA. (Gonzalez Maribel- Pumariiega, 2009). Estos rayos pueden dañar directamente al ADN (ácidos desoxirribosa) de las células de la piel, y son los rayos principales que causan quemaduras de sol. Asimismo, se cree que causan la mayoría de los cánceres de piel.

Los rayos UVC (radiación ultravioleta C.) tienen más energía que otros tipos de rayos UV, pero no penetran nuestra atmósfera y no están en la luz solar. No son normalmente una causa de cáncer de piel. Tanto los rayos UVA como los UVB pueden dañar la piel y causan cáncer de piel. Los rayos UVB son causantes más potentes de al menos ciertos cánceres de piel, pero hasta donde se sabe, ningún rayo UV es seguro. (Rousen, 2016). La exposición prolongada a la UVB (radiación ultravioleta B) es responsable del cáncer de piel dado que penetra superficialmente en la piel afectando la epidermis en donde daña directamente el ADN celular. Por su parte, la UVA penetra más profundamente, afectando la dermis, destruyendo

las fibras elásticas, colágenas y condicionando envejecimiento, inmunosupresión, reacciones fotoalérgicas, reacciones fototóxicas debidas a medicamentos y generando radicales libres que dañan el ADN celular actuando de manera sinérgica con la UVB (Sordo, 2013) (Vázquez- Romero, 2016).

El melanoma es un tumor maligno originado a partir de los melanocitos epidérmicos. Los melanocitos son células que durante el desarrollo embrionario migraron desde la cresta neural hasta diversos tejidos de origen ectodérmico que produce la melanina por este motivo este tumor suele desarrollarse en la piel o en localizaciones como los epitelios de la mucosa (Guerrero, 2011).

Los tumores de piel representan el tipo más frecuente de neoplasias humanas. Prácticamente el 99% de ellos corresponden a tumores de piel no-melanoma, carcinoma basocelular (CBC) y espinocelular (CEC); el melanoma maligno representa un porcentaje muy pequeño, que sin embargo dada su agresividad es el responsable de la mayoría de los fallecimientos ocasionados por cáncer de piel (Dornelas, 2009).

En la comprensión de los diferentes tipos de cáncer, están relacionadas con el mal funcionamiento de las enzimas conocidas como cinasas o quinasas, que regulan todos los procesos importantes en el interior de las células (Smolka & Cussioli, 2016), Las cinasas resultan esenciales en este proceso de contención de daños, el estrés en estas células conduce a la activación de una enzima, llamada ATR (ataxia telangiectasia and rad3 related) que desencadena la muerte celular programada. Con este conocimiento, los científicos en los últimos años se sorprendieron al encontrar mutaciones recurrentes que afectan a POT1 (protection of telomeres) en varios cánceres humanos, como la leucemia y el melanoma. (Denchi, 2016). La proteína P53, un conocido gen supresor de tumores, es un astuto cómplice, pero cuando está mutado, anula la respuesta protectora de muerte celular iniciada por ATR. Entonces, sin que POT1 forme una tapa de protección, los cromosomas se funden juntos y se reordena el ADN, llevando a la acumulación de incluso más mutaciones. Estas células mutantes proliferan y se convierten en tumores agresivos (Denchi, 2016).

El daño al ADN de la célula provocado por dicha exposición desarrolla la incapacidad para repararlo además la luz ultravioleta puede producir alteraciones en genes de supresión tumoral, especialmente p53, que

prevendría la muerte de las células dañadas, ayudando su propagación. (Lobos, 2011).

Una de las principal reacciones bioquímicas redox, causadas por la exposición a radiaciones ionizantes, rayos ultravioletas, contaminación ambiental, humo de cigarro, drogas, entre otras; pueden producirse una serie de especies químicas (moléculas o radicales libres) (Turrens J. , 2016), que causan mutaciones genéticas, en las cuales dañan el ADN de la célula, en el cáncer piel se produce la mutación genética de dímeros de pirimidina.

La producción de dímeros de pirimidina supone, posiblemente, la principal fuente de daño en el ADN generado por la radiación UV. “es una premutación que puede inducir mutación genética que, si se produce en un sitio clave, altera los mecanismos de proliferación celular y de reparación del ADN” (Sanchez M. , 2016).

Estos dímeros provocan una torsión rígida en el ADN lo que ocasiona problemas cuando la célula necesita replicarlo. La ADN polimerasa tiene problemas para leer el dímero, porque éste no ajusta bien en su sitio activo. Los dímeros “TT” (Timina-Timina) mostrados aquí no son los más problemáticos ya que usualmente se encuentran correctamente apareados con la adenina durante el proceso de replicación del ADN. Pero los dímeros CC no se comportan tan bien. La ADN polimerasa suele aparearse incorrectamente la citosina con la adenina en lugar de la guanina, causando una mutación. Si eso ocurre en uno de los genes importantes que controlan el crecimiento de las células como el gen de la Src tirosina (tirosina quinasa sarcoma) quinasa o el “supresor de tumores p53” la mutación puede desembocar en cáncer. (Sanchez M. , 2016)

Cuando las células se exponen a la radiación UV está penetra en las células en forma de fotones que altera las uniones de timinina de una misma cadena provocándoles que se unan entre sí mediante enlaces covalentes los cuales son muy difíciles de romper, pero algunas células son capaces de corregir esta unión con la ayuda de una enzima llamada fotoliasa que actúa con la ayuda de la luz como fuente de energía y así poder romper los enlaces covalentes El mecanismo indirecto de reparación de los dímeros de pirimidina por excelencia es el de reparación por escisión de nucleótidos (NER). (Gonzalez-Púmariega, Verhnes Tamayo, & Sánchez-Lamar, 2009)

Se ha relacionado con mutaciones del oncogen

N-ras, del p53, así como otras alteraciones en los cromosomas 1,6 y 9. Un gen supreso CDKN2A ha sido localizado en el 9p21, en pacientes con melanoma familiar. En actualidad se hacen estudios citogenéticas y moleculares que algún día ayudaran a contar con una vacuna, permitiendo tener una medicina preventiva (Vidrio, 2003).

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Machala, Provincia El Oro, se realizó un estudio exploratoria, retrospectiva-descriptiva de los expedientes clínicos evaluados, con diagnóstico de cáncer de piel del período 2009- 2015 se realizó un estudio prospectivo-descriptivo con los pacientes que asisten a la consulta dermatológico en una casa salud privada, se analizaron las características clínicas de los casos y el tipo de neoplasia, mediante la realización del análisis patológico de las biopsias extraídas a cada paciente.

### Toma y procesamiento de Muestras:

Después de realizar la cirugía de la extracción del tumor, la muestra debe colocarse en un recipiente con formal, permitiendo que cumpla con la función de fijar la muestra, conservar las proteínas y mantiene la estructura del tejido igual como si estuviera en el cuerpo.

Una vez que lleguen la muestra en laboratorio se procede a cortar en fragmentos de uno o dos milímetros de espesor este tejido, se procede a colócala en una máquina que se llama procesador de tejidos que contiene alcohol, formol, xilol y parafina.

El formol lo que hace secar y fijar la muestra, los alcoholes que por lo general son al 100% concentrado entre más puro sea la muestra mejor son los resultados, la función del alcohol es deshidratar el tejido. Después pasa al xilol que prepara al tejido para la parafina que entra en los espacios que dejó la deshidratación, la parafina mantiene la forma, una vez que la parafina ocupado su lugar se procede a hacer unos bloques ya procesado, se lo ingresa en unas cajitas lo rodeamos de parafina nuevamente, se deja enfriar

Estando en un casete de inclusión, se lo ingresa a una máquina denominadas micrótopo, se retiró una cinta de tejido con un espesor de 3 a 4 micras cuando ya paso este proceso la apariencia es de color blanco, de

ahí procedemos a la tinción, se tiñe con hematoxilina y eosina una vez teñido obtenemos una placa para su observación, en el microscopio.

El análisis y procesamiento de datos se realizó con la aplicación de estadística descriptiva por medio del programa informático; Origin, Statgraphics Plus Versión 5.0. La hipótesis: presumiblemente se trata de una alta incidencia de pacientes con cáncer de piel, por una mutación genética producida por acción de los rayos ultravioleta, se convierte en una situación pesquisable.

## 2. Resultados

En los 709 datos clínicos, recopilados en el periodo 2009-2015 en el cantón Machala, presentó un predominio en los de género masculino 199 (28.9%) en el año que corresponde 2015 como se observa en la Figura 1 y Tabla 1.



Figura 1. Tasa de Incidencia de Cáncer de Piel según género masculino en el periodo 2009-2015  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Análisis de Pareto de la incidencia de caso de Cáncer de Piel según sexo: masculino periodo 2009-2015

Class Label	Rank	Count	Weigth	Porcent
2009	7	1	30	4,23
2010	5	1	80	11,2
2011	6	1	70	9,87
2012	4	1	95	13,4
2013	3	1	100	14,19
2014	2	1	135	19,04
2015	1	1	199	28,07
Total		7	709	

Fuente: Elaboración propia

El grupo etario con mayor prevalencia fue de 65-69 años 30 (15,08%) en el año 2015 como se puede observar en el análisis de Pareto en la Figura 2.

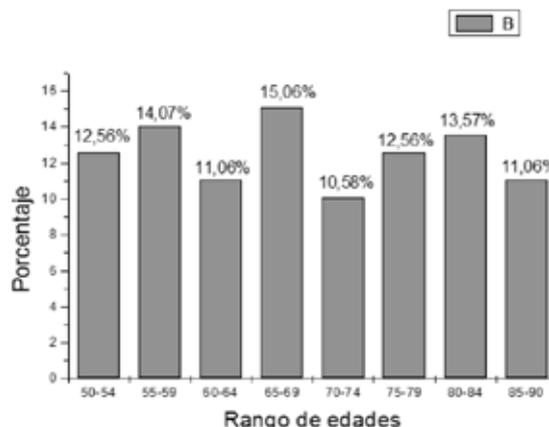


Figura 2. Tasa de Cáncer de Piel según género masculino y rango de edad en el año 2015

Fuente: Elaboración propia

La población en el género femenino estuvo constituida por los 553 casos, en los cuales presentó un predominio en los de sexo femenino 177 (32%) en año que corresponde 2015 del periodo de estudio 2009-2015, como se observa en la Figura 3, Tabla 2 y en el análisis de Pareto.

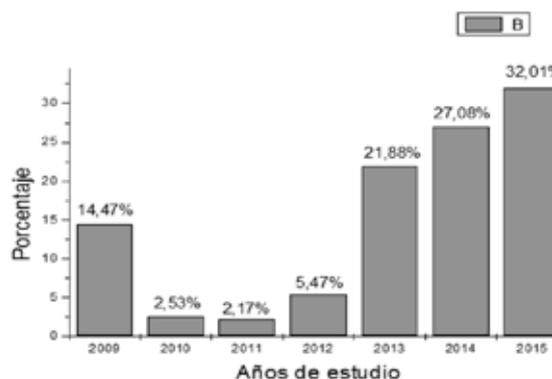


Figura 3. Tasa de Incidencia de Cáncer de Piel según género femenino.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Análisis de Pareto de la incidencia de caso de Cáncer de Piel según género: femenino periodo 2009-2015

Class Label	Rank	Count	Weigth	Porcent
2009	4	1	80	14,47
2010	6	1	14	2,53
2011	7	1	12	2,17
2012	5	1	29	5,47
2013	2	1	121	21,88
2014	3	1	120	27,07
2015	1	1	177	32,01
Total		7	553	

Fuente: Elaboración propia

El rango de edad con mayor incidencia de cáncer de piel en el género femenino: es 56-54 años con una puntuación de 30, lo que representa 16,95% del total., como se observa en el análisis de Pareto ilustrado en la Figura 4.

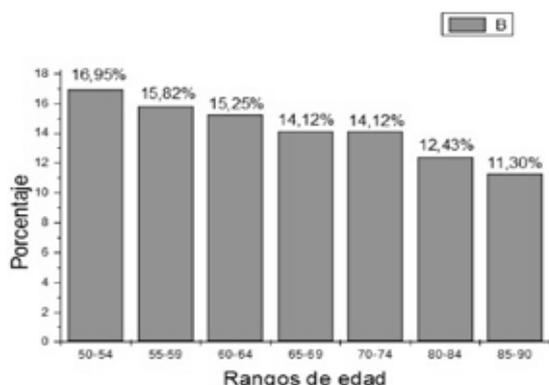


Figura 4. Tasa de Cáncer de Piel según género femenino y rango de edad en el año 2015  
Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 refleja la frecuencia de ocurrencia de los cuatro valores únicos de tipo de neoplasia en el Cáncer de Piel en el año 2015, según género masculino, se demostró que existencia mayor prevalencia en C. Basocelular con una puntuación de 116, que representa el 58,2915% de la total de 199, como se observa en la Figura 5.

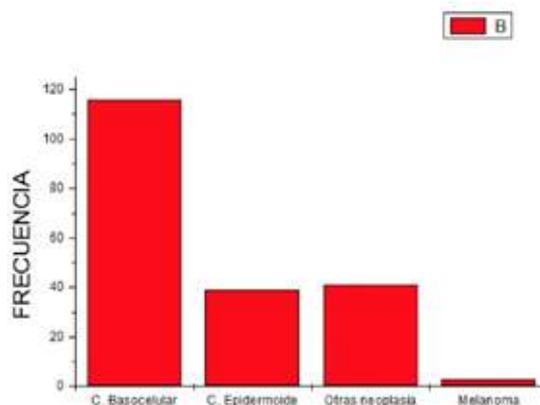


Figura 5. Cáncer de Piel según su tipo de neoplasia, según género masculino en el año 2015  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Cáncer de Piel según su tipo de neoplasia, según género masculino en el año 2015

Pareto Chart with Cumulative Frequencies							
Class Label	Rank	Count	Weight	Weighted Score	Cun. Score	Cun. Percent	Cun. Percent
C. Basocelular	1	116	116	116	116	58,29	58,29
C. Epidermoide	2	32	32	32	148	18,08	76,37
Otras Neoplasia	3	16	16	16	164	8,04	84,41
Melanoma	4	2	2	2	166	1,13	85,54
Total		166		166			100,00

Fuente: Elaboración propia

Se comprueba que la ocupación del 29,31% de la población que corresponde a los profesores, sin embargo el de menor índice se observa en la ocupaciones tienen un porcentaje de 8,69% que equivale a un paciente jubilados, los cuales tiene un tipo de Neoplasia de

Carcinoma Basocelular, como se observa los porcentaje de cada uno de los tipos de Cáncer de Piel con la frecuencia de incidencia de los pacientes en las ocupaciones, en la Figura 6. En la Tabla 4. Observamos el muestreo de los tipos de Cáncer Piel con las ocupaciones de los pacientes.

Tabla 4. Pacientes con cáncer de piel según su ocupación, en el género masculino en el año 2015

Ocupación	C. Basocelular	C. Epidermoide	Otros Neoplasia	Melanoma
CHOFER	24	12	10	1
JUBILADO	10	6		
COMERCIANTE	24	1	19	1
PROFESOR	34	12	11	
OBREROS	24	8	1	1

Fuente: Elaboración propia

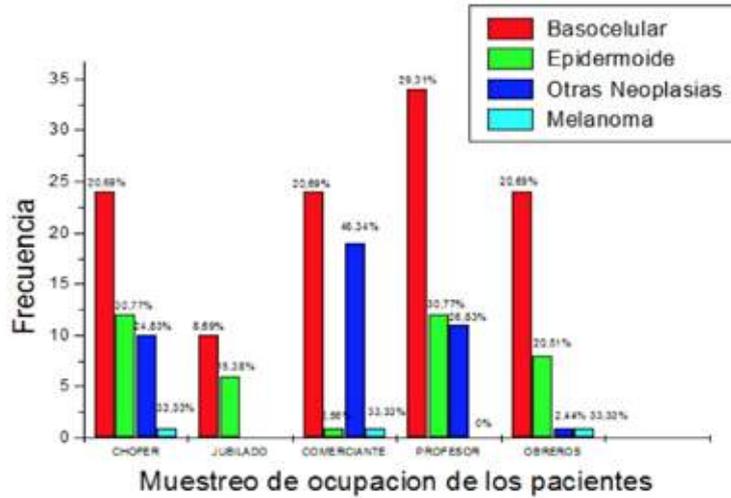


Figura 6. Pacientes con cáncer de piel según su ocupación, en el género masculino en el año 2015

Fuente: Elaboración propia

Esta Tabla 5, muestra la frecuencia de ocurrencia de los 4 valores únicos de tipo de neoplasia en el Cáncer de Piel en el año 2015, según género

masculino, se demostró que C. Basocelular con una puntuación de 127, que representa el 71,75% de la total de 199, como se observa en la Figura 7.

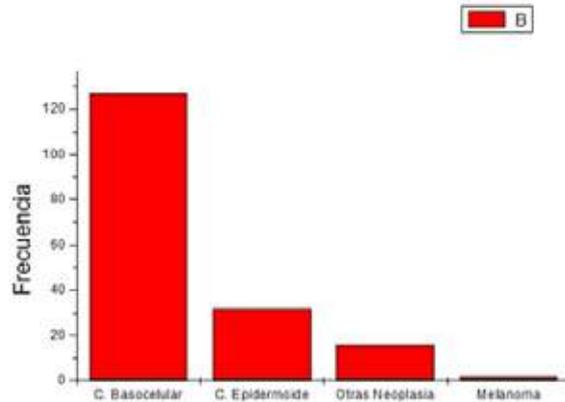


Figura 7. Cáncer de Piel según su tipo de neoplasia, según género femenino en el año 2015

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Cáncer de Piel según su tipo de neoplasia, según género femenino en el año 2015

Pareto Chart with Cumulative Frequencies

Class Label	Rank	Count	Weight	Weighted Score	Cum. Score	Percent	Cum. Percent
C. Basocelular	1	127	127	127	127	71,75	71,75
C. Epidermoide	2	32	32	32	159	18,08	89,83
Otras Neoplasias	3	16	16	16	175	9,04	98,87
Melanoma	4	2	2	2	177	1,13	100,00
Total		4	177				

Fuente: Elaboración propia

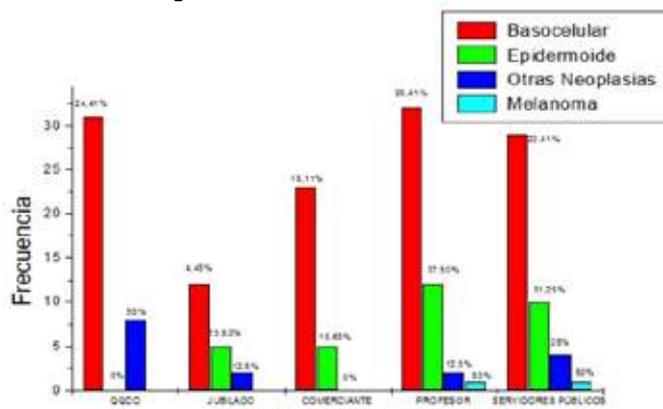
Mediante el análisis de una tabla de contingencia de la ocupación se obtuvo resultados que el 25,4%(32) de la población que corresponde a los profesores, se observa que muy cercana a esta incidencia se encuentra las pacientes con ocupación QQDD

con un porcentaje de 42,41% (31), la población de menor incidencia con un porcentaje de 4,45% (12) corresponde a la ocupación de jubilados. Figura 9. En la Tabla 6. Observamos el muestreo de los tipos de Cáncer Piel con las ocupaciones de los pacientes.

**Tabla 6.** Pacientes con cáncer de piel según su ocupación, en el género femenino en el año 2015

Ocupación	C. Basocelular	C. Epidermoide	Otros Neoplasia	Melanoma
QQDD	31		8	
JUBILADO	12	5	2	
COMERCIANTE	23	5		
PROFESOR	32	12	2	1
SERVIDORES PÚBLICOS	29	10	4	1

**Figura 8.** Pacientes con cáncer de piel según su ocupación, en el género femenino en el año 2015



Fuente: Elaboración propia

El cáncer de piel no melanoma incluye el carcinoma baso celular y el carcinoma espinocelular. Los factores de riesgo incluyen la exposición a los rayos ultravioleta, los fototipos 1 y 2, tener el cabello y ojos claros, la ascendencia europea y el vivir en áreas tropicales. La patogénesis, entre las cuales están la apoptosis, las alteraciones del gen p53, las especies reactivas del oxígeno, virus de papiloma humano, la inmunosupresión externa.

En investigaciones realizadas se pudo observar una incidencia de carcinoma basocelular es el más común produce invasión local con destrucción y daño tisular. Es de crecimiento lento y tiene poco riesgo de producir metástasis. Se divide en nodular (60%), superficial (25%), micro nodular (15%) y morfeiforme infiltrativo (2%). Carcinoma escamocelular se inicia con una lesión precursora también considerado carcinoma in situ que solo compromete la epidermis. (Mejía A. M., 2013).

### III. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos concluimos que

1262 casos clínicos con diagnóstico de cáncer de Piel se obtuvieron los datos de 58 % ( 709) masculinos y 42% (553) mujeres en un periodo de estudio 2009-2015, en los meses de enero a diciembre.

El análisis de Pareto nos arrojó que el año con mayor incidencia es el 2015 con un porcentaje 28.09%( 199), en el género masculino, en el rango de edad 65-69 años con un alto porcentaje de 15,08%, con una ocupación de profesores 29,31%(34), y la prevalencia de C. Basocelular 116 (58,29%).

En el 2015, se encontró con mayor incidencia de cáncer 32% (177) en el género femenino, en un rango de edad 50-54 años con un 16.95%, se observó un aumento de C. Basocelular con el 71,55%(127), en los pacientes con la ocupación de profesores con el 25.4%(32).

Se recomienda realizar dermatoscopia, se puede utilizar los criterios para el diagnóstico clínico: [A: Asimetría (si se divide el lunar por la mitad, una mitad es distinta de la otra), B: Borde irregular (tiene entradas y salidas o está mal definido y es difícil seguirlo con la

vista), C: Color variado (no uniforme), D: Diámetro mayor de 6 mm. (o crece rápidamente)], E: (Evolución) Sirve para que la población se realice el autoexamen y acuda al médico tempranamente en caso de identificar lesiones sospechosas. (Sordo, 2013).

#### IV. REFERENCIAS

- A, A. S. (2016). Cáncer de piel : epidemiología y variedades histológicas , estudio de cinco años en el noreste de México . *Dermatología Revista Mexicana*, 60(2), 106-113. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2016/rmd162c.pdf>
- Ávila, D. Y. (noviembre 2015). Enfermedades genéticas de piel . *Revista Electronica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 40(11). Recuperado de <http://revzoilomarinellosld.cu/index.php/zmv/article/view/363>
- Chaves, S. V. (2016). Etiología y epidemiología del cancer en costa rica . *Revista Medica de Costa Rica y Centroamerica*, LXXIII (618), 33-36. Recuperado de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/618/arto6.pdf>
- Cuevas, M. (2016). Frecuencia de cancer de piel en un centro de dinostico histopatologico en la ciudad de Durango, Durango, Mexico. *Dermatología Revista Mexicana*, 60(1), 11-17. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=64387>
- Dagatti, M. S. (2011). Habitos halimentarios y riesgo de cancer de piel no melanoma . *Revista Chilerna de Nutrición*, 38(1), 15-21. doi: 10.4067/S0717-75182011000100002
- Denchi, L. (27 de Mayo de 2016). ¿Por qué las células mutan y dan lugar a tumores agresivos? Infosalud. Recuperado de <http://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-celulas-mutan-dan-lugar-tumores-agresivos-20160527073131.html>
- Díaz, Y. R. (2014). Cancer de piel no melanoma : de la patologia a la tutela . *Revista Universidad de salud*, 16(2), 234-245. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v16n2/v16n2a11.pdf>
- Dornelas, M. T. (2009). Expression of cell proliferation and apoptosis biomarkers in skin spinocellular carcinoma and actinic keratose. *Anais Brasileiros de Dermatología*, 84(5), 469-475. doi: 10.1590/S0365-05962009000500004
- Gameros, P. C. (2016). El cancer de piel, un problema actual. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 59(2), 6-14. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v59n2/2448-4865-facmed-59-02-6.pdf>
- Gonzalez Maribel- Pumariaga, V. M.-L. (2009). La Radiacion ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencia para la Salud Humana. *Theoria*, 18(2), 69-80. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29917006006>
- Goodsell, D. (2011). Dimeros de Timina. *URUGUAY EDUCA*. Recuperado de [http://www.uruguayeduca.edu.uy/sites/default/files/2017-11/D%C3%ADmeros%20de%20timina\\_1.pdf](http://www.uruguayeduca.edu.uy/sites/default/files/2017-11/D%C3%ADmeros%20de%20timina_1.pdf)
- Guerrero, M. H. (2011). Manejo clinico-quirurgico del melanoma en el hospital Edgardo Martinns. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 36.
- Sordo, C. G. & Guitierrez, C. S. (2013). Cancer de piel y radiación solar: experiencia peruana en la prevención y detección temprana del cáncer de piel melanoma. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 30(1), 113-117. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342013000100021](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342013000100021)
- Hernández, G. S. (2016). Estudio de los patrones de exposición solar en relación con el cáncer cutáneo (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, España.
- Lobos, P. (2011). Cancer de piel no-melanoma. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(6), 737-748. doi: 10.1016/S0716-8640(11)70486-2
- Lopez, A. M. (2016). incidencia de tumores malignos en pacientes adultos, diagnosticados por primera vez en el hospital instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores al servicio de los poderes del estado de puebla en el año 2014. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 15(2), 59-65. doi: 10.1016/j.gamo.2016.02.005
- Mejia, A. M. (2013). Biología e inmunopatogénesis del carcinoma espinocelular y el basocelular. . *Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 159-168.
- Oller, V. (2012). Cancer por contaminacion quimimca del agua de consumo humano en menors de 19 años : una revision sistematica. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 32(6), 435-443. Recuperado de <https://www.scielosp.org/pdf/rpssp/2012.v32n6/435-443/es>
- Pardo, C. (2015). Casos nuevos de cancer en el instituto de cancerologia, Colombia, 2002. *Revista Colombiana de Cancerología*, 7(3), 4-19. Recuperado de <https://>

- [www.researchgate.net/publication/238738719\\_CASOS\\_NUEVOS\\_DE\\_CANCER\\_EN\\_EL\\_INSTITUTO\\_NACIONAL\\_DE\\_CANCEROLOGIA\\_COLOMBIA\\_2002](http://www.researchgate.net/publication/238738719_CASOS_NUEVOS_DE_CANCER_EN_EL_INSTITUTO_NACIONAL_DE_CANCEROLOGIA_COLOMBIA_2002)
- Rousen, G. (2016). Prevención y detección temprana del cancer de piel. *American Cancer Society*. Recuperado de <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana.html>
- Sanchez, M. (2015). La evidencia científica revela que el sol actúa con premeditación y nocturnidad. *Diario Médico*. Recuperado de <https://www.diariomedico.com/especialidades/dermatologia/la-evidencia-cientifica-revela-que-el-sol-actua-con-premeditacion-y-nocturnidad.html>
- Schmidt, C. W. (2013). Las radiaciones ultravioleta y el cancer de piel: la ciencia detras de las restricciones de edad para las camas de bronceado. *Salud Pública de México*, 55(1), 96-103. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=So036-36342013000100014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So036-36342013000100014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Smolka, B. M., & Cussiol, R. J. (2016). Phosphoproteomics Reveals Distinct Modes of Mec1/ATR Signaling during DNA Replication. *Molecular Cell*, 57(6), 1124-1132. doi: 10.1016/j.molcel.2015.01.043
- Turrens J. . (2016). Intracelulares de especies oxidantes en condiciones normales y patológicas. Antioxidantes y calidad de vida. Estrés oxidativo y antioxidantes: de las ciencias básicas a la medicina aplicada. *Scielo*.
- Vázquez- Romero, J. (2016). Reparación del ADN: un asuntos de vida..y de Premios Nobel. *Educación Química*, 27(2), 93-96. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X16000033>
- Vidrio, R. (2003). Cancer de piel. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 46(4), 166-171. Recuperado de [http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=14408&id\\_seccion=1029&id\\_ejemplar=1476&id\\_revista=87](http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=14408&id_seccion=1029&id_ejemplar=1476&id_revista=87)

# Calidad de vida de adolescentes embarazadas atendidas en el hospital de la Junta de Beneficencia de Guayaquil

Cesar Valcárcel<sup>1</sup>, Mányuri Jatziri<sup>2</sup>, Jorge Borbor<sup>3</sup>, Yasel Santiesteban<sup>4</sup>

## Resumen

El embarazo en la adolescencia es un problema vigente en los sistemas de salud del mundo. En Ecuador 2 de cada 10 partos son de adolescentes siendo el país con mayor índice en la región. La calidad de vida durante el embarazo implica el esfuerzo para que el proceso de gestación, suponga la menor afectación de la autonomía. Se realizó un estudio descriptivo, transversal el cual caracterizó indicadores de calidad de vida de un grupo de adolescentes embarazadas atendidas en el Hospital Gineco-Obstétrico Enrique C. Sotomayor que pertenece a la Junta de Beneficencia de Guayaquil. Se aplicó el Cuestionario de Calidad de Vida en Población Infantil y Adolescente Kindl, y una entrevista semi-estructurada con preguntas centradas en las seis dimensiones del cuestionario. Las adolescentes refieren tener fuerza y energía en el proceso de gestación, el aburrimento durante esta etapa fue lo más frecuente en cuanto al bienestar emocional, aunque describen sentimientos de soledad, miedo e inseguridad que aparecieron en algunos momentos. Inadecuadas relaciones familiares, una autoestima matizada por una adecuada actitud para afrontar el futuro, se aprecia identificación con sus coetáneos, en la escuela muestran temor por bajas notas. En el embarazo se aprecian estados de tristeza y confianza por haber mantenido una conducta de afrontamiento adecuada

**Palabras Clave:** Adolescencia, bienestar, calidad de vida, embarazo.

## Quality of life of pregnant teens assisted in Junta de Beneficencia de Guayaquil Hospital

### Abstract

Adolescent pregnancy is a current problem in health systems around the world. In Ecuador, 2 of every 10 deliveries are of adolescents, being the country with the highest index in the region. The quality of life during pregnancy implies the effort so that the gestation process, involves the least impairment of autonomy. A descriptive, cross-sectional study was carried out which characterized indicators of quality of life of a group of pregnant adolescents attended at the Gynecological and Obstetric Enrique C. Sotomayor Hospital, belonging to the Charity Board of Guayaquil. The Quality of Life Questionnaire on the Kindl Child and Adolescent Population, Spanish adaptation, and a semi-structured interview with questions centered on the six dimensions of the questionnaire were applied. Adolescents report having strength and energy in the process of pregnancy during this stage was the most frequent in terms of emotional well-being, although they describe feelings of loneliness, fear and insecurity that appeared in some moments. Inadequate family relationships, a self-esteem nuanced by an adequate attitude to face the future, identification is appreciated with their peers, at school they show fear of low grades. States of sadness and confidence in pregnancy are appreciated for having maintained an appropriate coping behavior.

**Keywords:** adolescence; pregnancy; quality of life; well-being.

**Recibido:** 2 de febrero de 2018

**Aceptado:** 24 de Julio de 2018

<sup>1</sup>Docente Universitario de la Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador; cesarvalcarcel@hotmail.es; <https://orcid.org/0000-0001-8001-8267>

<sup>2</sup>Licenciada en Psicología de la Universidad de Morelia, México; yuripsicologa@yahoo.com.mx; <https://orcid.org/0000-0002-5056-3835>

<sup>3</sup>Docente de la Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; jborbor40@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7371-7972>

<sup>4</sup>Master en Psicología de la Salud e Investigador de la Universidad de Ciencias Médicas de la Habana; ysantiesteban@inspi.gob.ec; <https://orcid.org/0000-0003-2566-4789>

\*Autor para correspondencia: cesarvalcarcel@hotmail.es

## I. INTRODUCCIÓN

El embarazo en la adolescencia es un problema vigente en los sistemas de salud alrededor del mundo. Según la OMS (2014) cada año unas 16 millones de adolescentes de 15 a 19 años, y aproximadamente 1 millón menores de 15 años dan a luz, la mayoría en países de ingresos bajos y medianos.

Las adolescentes embarazadas en nuestra región provienen en su mayoría de contextos con alta desigualdad social, pobreza, insuficiente educación sexual, disfuncionalidad y violencia familiar, inequidades en el acceso a servicios de salud sexual reproductiva y víctimas de abuso sexual, entre otras. Además de lo anterior estas adolescentes se caracterizan por presentar baja escolaridad, consumo de alcohol y otras drogas, inicio temprano de las relaciones sexuales, no uso de métodos de planificación familiar, carencias de recursos personológicos, desconocimiento sobre sexualidad, baja autoestima, deserción escolar y alteración lógica del proyecto de vida (Mendoza et al, 2016), Zambrano-Villalba (2017)

En América Latina y el Caribe, cuatro de cada cinco embarazos de madres adolescentes no son planeados; es decir, solo uno ha sido buscado conscientemente. Esta cifra no solo revela la situación en la que se encuentran las niñas y adolescentes en la región (se estiman en 54'694.000 entre los 10 y los 19 años), sino que también son la muestra de una de las más graves desigualdades que hay en América Latina UNFPA (2017).

Ecuador no se aleja de esta realidad. Según el Ministerio de Salud Pública en el país 2 de cada 10 partos son de adolescentes y 4 de cada 10 mujeres tuvieron su primer hijo en la adolescencia, siendo el país con mayor índice de embarazos adolescentes en la región andina y la ciudad de Guayaquil la más afectada con un total de 15802, INEC (2010).

Un constructo el cual es obligado abordar cuando afrontamos este fenómeno, sin duda, es la calidad de vida. En la literatura científica se han presentado diversas acepciones del concepto como las referidas a las condiciones materiales de vida; otras se limitan a la percepción individual y satisfacción con la vida; una tercera postura plantea la combinación entre las condiciones de

vida y la satisfacción con la vida; un cuarto grupo de estudios científicos considera la calidad de vida como la confluencia entre condiciones de vida y satisfacción con la vida fuertemente influenciadas por los procesos cognitivos que intervienen en su evaluación y, un último grupo, entiende la calidad de vida como la suma entre las condiciones de vida, la satisfacción con la vida y el sistema de valores en el que se vive (Urzúa y Caqueo-Urizar 2012). La World Health Organization Quality Of Life (1995) define la calidad de vida como “la percepción individual de la posición en la vida, en el contexto de la cultura y sistema de valores en el cual se vive y su relación con las metas, expectativas, estándares e intereses”, confirmando de esta manera la vulnerabilidad de la categoría al ser dependiente de eventos externos.

Específicamente en el estudio de la calidad de vida, la ausencia de una delimitación etaria concreta ha conducido a que se apliquen indistintamente conceptos genéricos para todos los grupos, desconociendo que durante la adolescencia se presentan grandes cambios físicos, psicológicos y en las relaciones sociales que son determinantes en la percepción de la calidad de vida (Skevington, 2014).

Las categorías específicas de la calidad de vida del adolescente se agrupan en tres dominios: las exclusivas del individuo, como la autoeficacia, la autoestima, la autonomía, las capacidades de adaptación, el liderazgo y la construcción de la identidad; las que dependen de un microsistema, como la relación con los pares, la relación con los padres, la espiritualidad, las actividades escolares y recreativas; y las que dependen de un macrosistema, como la perspectiva de género, la elección ocupacional y las oportunidades de crecimiento y desarrollo (Gutiérrez, L, Arias, 2015).

La calidad de vida durante el embarazo implica el esfuerzo para que el proceso de gestación, el trabajo de parto y la transición a la maternidad supongan la menor alteración posible en la autonomía real de las mujeres y entrañe las menores variaciones en sus vidas habituales Guarino (2010). En la adolescente, el embarazo obliga a la reestructuración de las funciones de los miembros de la familia, pues se crean nuevas necesidades en torno a este binomio, lo cual

requiere la movilización del sistema para encontrar homeostasis familiar ante el posible rechazo, la sorpresa y la frustración Rangel (2004).

La calidad de vida de la adolescente estará determinada por un cúmulo de atributos externos e internos; dentro de los factores externos podemos resaltar por mencionar algunos, la situación económica, el acceso a servicios de salud, acceso a la vivienda, un correcto nivel de seguridad y bienestar social, así como el nivel de educación y cultura al que la adolescente tenga acceso, por otra parte, dentro de los aspectos internos, es de suma importancia la circunstancia del embarazo, si fue una concepción libre de violencia y coerción, la génesis del deseo inconsciente de tener un hijo, el desarrollo psicosexual de la niña a la mujer y el anudamiento histórico con su madre, así como la calidad y mantenimiento de sus vínculos tanto con la pareja como con su familia de origen.

Maldonado (2011) plantea, que es importante considerar que la salud mental durante el embarazo, está influida por diversos factores. Hay problemas inherentes, como el que sea un embarazo no planeado o no deseado, durante la adolescencia en el embarazo se puede presentar miedo a cuidar al bebé y un enfrentamiento de los requisitos del embarazo. Por otra parte se pueden presentar problemas interpersonales, como un precario cuidado prenatal, violencia doméstica, abuso, falta de redes de apoyo, etc. También la salud mental durante el embarazo se puede ver influida por trastornos mentales, como duelos no resueltos, trastornos del ánimo, trastornos de ansiedad, trastornos de alimentación, trastornos de la personalidad o psicosis. Junto con lo anterior, también se deben considerar las complicaciones durante el embarazo, las actitudes frente al embarazo, el estrés prenatal y el uso de sustancias

Este estudio se llevó a cabo en el emblemático y hoy desaparecido Hospital Gineco-Obstétrico Enrique C. Sotomayor fundado en 1948 en la ciudad de Guayaquil, el cual constituía el centro hospitalario que más embarazadas atendía por año en el país con un promedio de 80 partos diarios.

Datos no publicados reflejan que cerca de los 29.000 partos que se daban por año, el 30% de ellos pertenecían a madres adolescentes, la cifra más alta del país. En el servicio de psicología del Hospital se

recibían adolescentes embarazadas que provenían de fuera del perímetro urbano, que tenían como características provenir de hogares disfuncionales y una percepción negativa de su entorno. Estas adolescentes referían problemas relacionados a la economía además de baja satisfacción con el ambiente actual donde se desarrolla. Con respecto a la percepción de su relación con la salud las adolescentes refieren tener vivencias de acceso a la oferta de los servicios de salud, pero ausencia de conductas saludables y escasas alternativas para la ocupación óptima del tiempo libre. En lo concerniente a las relaciones sociales expresan insatisfacción ante la actitud por parte de su familia aunque sienten apoyo de parte de sus pares. En lo personal las adolescentes declaran retraimiento social, bajo bienestar por sucesos que en algún momento generaron satisfacción, abandono hacia su imagen propia, modificación en su auto-concepto y problemas con su autoestima.

En el contexto de lo presentado, el servicio de Psicología del Hospital Gineco-Obstétrico Enrique C. Sotomayor se propuso caracterizar la calidad de vida de un grupo de adolescentes embarazadas que asistían a dicho centro de salud y residentes en la ciudad de Guayaquil.

## II. DESARROLLO

### 1. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal el cual caracterizó la calidad de vida de un grupo de adolescentes embarazadas atendidas en el servicio de Psicología del Hospital Gineco-Obstétrico Enrique C. Sotomayor. Estas adolescentes se encontraban en el primer trimestre de embarazo y asistían a la al departamento de Psicología en el primer trimestre del año 2016. Previa autorización de los padres se les realizó una evaluación de la calidad de vida tomando como instrumento el Cuestionario de Calidad de Vida en Población Infantil y Adolescente Revisado Kindl. Se utilizó la adaptación Española del cuestionario desarrollada por Rajmil *et al* en 2004. Los componentes abarcan dimensiones como bienestar físico, bienestar emocional, autoestima, familia, amistades y lo relacionado al colegio, todas las anteriores son mostradas en una escala tipo Likert de cinco categorías. Como requisito fundamental para que las adolescentes fueran estudiadas se pidió el

consentimiento informado de sus padres o tutores. Se utilizó una entrevista semiestructurada con preguntas relacionadas a las seis dimensiones del test de calidad de vida, con la libertad de que el entrevistador pueda hacer otras preguntas o tratar temáticas que le parezcan oportunas.

**2. Resultados**

Como se puede apreciar en la Figura 1, existe un pensamiento acerca del bienestar físico relacionado a una habitual presencia de sintomatología propia del proceso de embarazo con una presencia importante de fuerza y energía.



Figura 1. Bienestar Físico

En lo concerniente al bienestar emocional en las adolescentes, se puede observar el tema del aburrimiento durante esta etapa como lo más frecuente aunque no se puede descartar la presencia de sentimientos de soledad, miedo e

inseguridad que aparecieron en algunos momentos en estas adolescentes Figura 2. En la entrevista semiestructurada mencionaron que las condiciones del contexto en las cuales se han desarrollado, generaron los sentimientos mencionados.



Figura 2. Bienestar Emocional

En relación a la autoestima se observa en la Figura 3, que la mayoría refirió tener casi siempre muy buenas ideas. Sentirse orgullosa, gustarse y sentirse bien con ellas mismas apareció en menor medida. En la entrevista semiestructurada concuerdan que el proceso

de embarazo les ha hecho pensar la vida de forma diferente y que a pesar del mal funcionamiento familiar ellas mismas han tenido que sobreponerse y aprender de sus errores.



Figura 3. Autoestima

En la temática familiar se puede apreciar inadecuadas relaciones de las adolescentes con sus padres, matizados por peleas constantes y disgusto con el ambiente familiar. En la entrevista semiestructurada mencionaron que los padres no

asignan tiempo para interactuar con las adolescentes, sus madres prefieren la imposición de labores en el hogar sobre la comunicación e indican que existe preferencia con las figuras del sexo masculino de la familia. Figura 4.



Figura 4. Familia

En lo relacionado a sus amistades, se puede observar en la Figura 5 un alto nivel de adherencia, y un elevado grado de identidad e interacción frecuente con ellas. La comunicación con sus pares es más importante y profunda que con sus padres, esto lo mencionaron en la entrevista. Lo anterior se

manifiesta por los grados de identidad y similitud de prioridades con el grupo de pares dada la semejanza de necesidades y sensaciones, con un peso importante de la aceptación, con tolerancia a las diferencias leves propias de la edad.



Figura 5. Amigos

En la Figura 6 se refleja la temática académica. En ella se aprecia un marcado temor por la presencia de bajas notas acompañado por un interés medio hacia el proceso educativo y casi

nulo por su proyecto de vida académico. En la entrevista semiestructurada se hace mención a la ausencia de motivación para la participación en el proceso educativo.



Figura 6. Colegio

Respecto al embarazo se aprecia estados de tristeza y a la par confianza por haber mantenido una conducta de afrontamiento adecuado al proceso. Se destaca además los problemas de manejo de los padres hacia la adolescente

embarazada. En la entrevista se menciona que hubo el deseo de interrumpir el embarazo una vez enteradas de la situación principalmente por temor a la reacción familiar, ver Figura 7.



Figura 7. Embarazo

### 3. Discusión de resultados

El estudio realizado permitió caracterizar la calidad de vida de un grupo de adolescentes embarazadas que asistían al Hospital Materno Enrique C. Sotomayor en el año 2016. Otro aspecto importante a destacar es la utilización del test Kindl en su adaptación Española y las dimensiones de calidad de vida que se estudian en el mismo, las cuales resultan novedosas en el abordaje de la calidad de vida en este grupo estudiado.

En el caso de la primera dimensión tratada en el test, el bienestar físico, se muestra muy relacionado a la poca presencia de sintomatología resultante del propio proceso de embarazo. Lo anterior fue confirmado mediante la entrevista semiestructurada. Las embarazadas refieren que la disposición de los servicios de salud le provee una sensación de seguridad una vez que son atendidos sus requerimientos. Se aprecia que se ha entendido la idea que la ausencia de síntomas, provee una sensación de bienestar físico. Estos resultados son diferentes de los mencionados por Mendoza (2001), el cual refiere que en la primera mitad del embarazo son comunes la anemia, las infecciones urinarias y los abortos espontáneos; en la segunda: la hipertensión arterial, las hemorragias, la insuficiente ganancia de peso, asociada a una deficiente nutrición; síntomas de parto anticipado, rotura prematura de membranas y otros. La ausencia de sintomatología importante en estas embarazadas es un fenómeno que puede relacionarse con la adecuada adherencia a los servicios de salud, pues mantienen un constante y adecuado control.

El bienestar emocional también fue evaluado. Se puede observar el tema del aburrimiento durante esta etapa como lo más frecuente aunque no se puede descartar la presencia de sentimientos de soledad, miedo e inseguridad que aparecieron en algunos momentos en estas adolescentes. Lo encontrado coincide con los estudios de Nizzoli (2007) el cual alega que... "una joven embarazada comúnmente suele sentir una gran variedad de emociones como culpa, duda, tristeza o miedo...". Otro estudio muestra que... "la maternidad no programada casi siempre genera tensión, pues la capacidad biológica y psicológica de la joven se ve fuertemente amenazada"... (Martínez et al

2009). La respuesta a esta tensión puede producir desesperación, miedo, dolor, culpa, ira, pena y angustia, y podría llegar a la depresión. La realidad de este grupo de adolescentes embarazadas es que no presentan graves situaciones emocionales lo cual no resulta ser lo común en este grupo y más si se encuentran en el primer trimestre de embarazo.

Un adecuado funcionamiento familiar pudiera ser una fuente de generación de bienestar emocional en estas adolescentes. Sin embargo si se observa la dimensión familiar se puede apreciar una prevalencia de inadecuadas relaciones entre los integrantes, presencia de discusiones, sensación de displacer y tristeza en general en el hogar. Estos resultados muestran que la situación en el hogar de las adolescentes embarazadas en su mayoría no es favorable. Una dimensión del test aplicado que salta a la vista es la autoestima. Si observamos el comportamiento de la misma podemos concluir que pudiera estar relacionada con la sensación de bienestar emocional presentada por las adolescentes.

El embarazo de una adolescente promueve un complejo proceso de transformación personal que contiene la elaboración de su identidad, la edificación de las bases para el proyecto de vida integral, las relaciones con la sociedad y, por lo tanto, la adecuación de las relaciones familiares y el reconocimiento de las alternativas y prohibiciones que la sociedad le ofrece. Los riesgos son mayores si la adolescente no recibe apoyo de la pareja y de las familias, incluso cuando se obliga a la unión forzada, se detiene la ampliación de sus experiencias sociales y el desarrollo de destrezas y autonomía (Meneghello y Martínez, 2000)16. Todo lo anterior constituye factores de riesgo para el desarrollo de una autoestima inadecuada. Sin embargo, y citando a (Ceballos et al 2011) y (Reeder et al 1995) se puede decir que el desarrollo psicosocial comprende una de las principales tareas del ser humano, consistente en construir una identidad propia, además de regular internamente la autoestima, la cual se asocia a las necesidades emocionales satisfechas; las adolescentes que presentan carencias afectivas intentarían sentirse valoradas a través de la maternidad. En el caso de las adolescentes del estudio presentan una autoestima matizada por una adecuada actitud

para enfrentar el futuro lo que resulta positivo para las condiciones especiales de sus embarazos.

Otra temática fundamental y muy importante que contribuye al bienestar emocional, es la relacionada a la relación positiva de las embarazadas con sus pares. Dada la aparición de un suceso para-normativo como lo es la gestación, en esta etapa del desarrollo, reciben de sus amigos el soporte emocional y no el señalamiento acusatorio que cuentan recibir de sus familiares. Los grupos de amigos, han sido definidos consistentemente como contextos en los que predomina la confianza, la ayuda mutua y, en general, el afecto (Mitzel, 2005). La familia en esa etapa ha dejado de ser el espacio privilegiado para confirmar las habilidades y autoestima adolescente, lo que genera para las figuras parentales el difícil desafío de lograr la capacidad de mantener y expresar, en estas nuevas condiciones, la aceptación de sus hijos adolescentes, lo que es siempre fundamental para su desarrollo. La sexualidad adolescente se vive fundamentalmente fuera de la familia y los nuevos roles son ensayados y comprobados en grupos de pares y ámbitos de la sociedad más amplia. Esto conforma nuevas condiciones para el desarrollo social que contribuyen a la diferenciación del grupo familiar y a la autonomía (Moreira, 2005).

La dimensión escolar resultó como se esperaba en este grupo. Se aprecia una marcada ambivalencia en lo relacionado a la aceptación de actividades dentro del ámbito escolar y en la ausencia de interés por el futuro aunque el resultado final que es la calificación si les interesó. La evidencia muestra que el embarazo temprano incrementa las dificultades para manejar situaciones tanto cotidianas como eventuales y vinculadas con el desarrollo escolar y futuro laboral (Villalobos-Hernández et al, 2015) y (Jumping-Eagle et al, 2008). Un estudio realizado en Chile muestra que la mayoría de las adolescentes que desertaron durante el embarazo, tenían aspiraciones educacionales futuras, 86,9% versus 67,5% en el grupo de las adolescentes que desertó previo al embarazo ( $p < 0,01$ ). De ellas, el 40,7% y el 41,4% respectivamente, aspiraba lograr un título técnico profesional. En el caso del presente estudio las adolescentes perciben como nulo su proyecto de vida académico, aunque aún continuaban matriculadas en sus centros escolares,

algunas de ellas no asistían a clase hacia algún tiempo (Molina et al, 2004)

En general la percepción sobre el embarazo de las adolescentes estudiadas se caracteriza por tener tristeza sobre todo alrededor de la noticia y los problemas de tratamiento de la situación por parte de los padres, fueron los resultados más negativos. Se observa una tendencia positiva en la autopercepción de manejo del embarazo y lo relacionado a la salud obtuvo mayoría que expresaba un afrontamiento adecuado. Existen investigaciones que han establecido el impacto que algunas variables de personalidad como la sensibilidad emocional, y el afrontamiento al embarazo, tenían sobre la salud global y calidad de vida de las gestantes (Guarino, L, 2010) y (Guarino, L et al 2012). El estudio anterior se relaciona con el caso de estas adolescentes embarazadas las cuales muestran un bienestar emocional y una autoestima bastante adecuada por lo cual se visualiza un afrontamiento apropiado de la situación de embarazo en la adolescencia. Finalmente, en reportes previos ya se había establecido el impacto que algunas variables de personalidad como la sensibilidad emocional, el estilo emocional, la inhibición emocional y el afrontamiento al embarazo, tenían sobre la salud global y calidad de vida de las gestantes. En los mismos estudios se encontró que una mayor afectividad negativa representada por una alta sensibilidad egocéntrica, mayor tendencia a la inhibición emocional y mayor adopción de formas disfuncionales de afrontamiento se relacionaban directamente con mayor deterioro físico y psicológico y peor calidad de vida percibida.

### III. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se logró caracterizar algunos indicadores de la calidad de vida de las adolescentes embarazadas. Las mismas mantienen un estado físico favorable en el proceso de gestación, el bienestar emocional se caracterizó por la presencia de aburrimiento, aunque se describen sentimientos de soledad, miedo e inseguridad que aparecieron en algunos momentos. Las relaciones familiares se perciben de forma negativa caracterizadas por peleas constantes y disgusto con el ambiente que

se genera alrededor de ellas. La autoestima se caracterizó por una adecuada actitud para afrontar el futuro, las relaciones con sus pares se muestran positivas con un elevado nivel de identificación, en el área escolar se observó un nulo proyecto de vida académico aunque si una preocupación por malas calificaciones. Por último. En la percepción del embarazo se muestran estados de tristeza pero a la vez confianza por haber mantenido una conducta de afrontamiento adecuada.

#### IV. REFERENCIAS

- Carmen, Zambrano-Villalba (2017). Violencia intrafamiliar y relaciones interpersonales en los escolares. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), 111–117. Recuperado de <file:///C:/Users/R-Ciencia%20Unemi/Downloads/Dialnet-ViolenciaIntrafamiliarYRelacionesInterpersonalesEn-6151214.pdf>
- Ceballos Ospino, Guillermo Augusto, Camargo Goenaga, Karelys, Jiménez Sánchez, Idanis, & Requena Mendoza, Karen. (2011). Nivel de autoestima en adolescentes embarazadas en la comuna 5 de Santa Marta (Colombia). *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, 3(1), 29-38. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/psicologia/article/view/10611>
- Guarino, L (2010). Sensibilidad emocional, afrontamiento, salud y calidad de vida percibida durante el embarazo. *Psicología y Salud*, 20(2), 179-188. Recuperado de <https://www.uv.mx/psicysalud/psicysalud-20-2/20-2/Leticia-Guarino.pdf>
- Guarino, L., Scremín, F. & Borrás, S. (2012). Diferencias individuales como predictoras de la salud y calidad de vida percibida en embarazadas. *Pensamiento Psicológico*, 10(2), 135-148. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-89612012000200012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-89612012000200012)
- Gutiérrez, L., Arias J, (2015). Concepto de calidad de vida en la adolescencia: una revisión crítica de la literatura. *Revista CES Psicología*, 8(1): 155-158. Recuperado de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/psicologia/article/view/3031>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (2010). Semana de la Prevención del Embarazo en Adolescentes. Ministerio de Salud Pública. Recuperado de <http://www.salud.gob.ec/semana-de-la-prevencion-del-embarazo-en-adolescentes/>
- Jumping-Eagle, J., Sheeder, J., Kelly, L., Stevens-Simon, C, (2008). Association of conventional goals and perceptions of pregnancy with female teenagers' pregnancy avoidance behavior and attitudes. *Perspect Sex Reprod Health*; 40(2), 74-80. Doi: 10.1363/4007408
- Maldonado M, (2011). *Salud Mental Perinatal*, Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud OPS.
- Martínez, P., Waysel, R, (2009). Depresión en Adolescente Embarazadas. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(2), 261-274. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29211992004>
- Mendoza J (2001). Métodos anticonceptivos. Actualidades y perspectivas para el nuevo milenio, La Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica.
- Mendoza, L., Benítez D., Peñaranda, Claudia, B (2016). Actividad sexual temprana y embarazo en la adolescencia: estado del arte. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 81(3), 243–253. Doi: 10.4067/S0717-75262016000300012
- Meneghello, R. y Martínez, G. (2000). *Psiquiatría y psicología de la infancia y adolescencia*, Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana S.A.
- Mietzel, G, (2005). *Claves de la Psicología Evolutiva*, Alemania: Herder Editorial
- Molina, M., Ferrada, C., Pérez, R., Cid, L., Casanueva, V., y García, A. (2004). Embarazo en la adolescencia y su relación con la deserción escolar. *Revista Médica de Chile*, 132(1), 65-70. Doi: 10.4067/S0034-98872004000100010
- Moreira, V., Sánchez, A, y Mirón, L. (2010). El grupo de amigos en la adolescencia Relación entre afecto, conflicto y conducta desviada. *Boletín de Psicología*, No 100. Recuperado de <https://www.uv.es/seoane/boletin/previos/N100-1.pdf>
- Nizzoli, F. (2007). *El libro del embarazo* (1era. edición). Argentina: Editorial Albatros Saci
- Organización Mundial de la Salud (2014). El

- embarazo en la adolescencia. Nota descriptiva N° 364. Acceso: 29-10-2017. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs364/es/>
- Rajmil, L., Serra-Sutton, V., Fernández-López, J., Berra, S., Aymerich, M., Cieza, A., Ferrer, M., Bullinger, M. & Ravens Sieberer, U. (2004). Versión española del cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud en población infantil y de adolescentes: el KINDL. *Anales de Pediatría*, 60(6), 514-521. Doi: 10.1016/S1695-4033(04)78320-4
- Rangel, J., Valerio, L., Patiño, J., García, M., (2004). Funcionalidad familiar en la adolescente embarazada. *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 47(1), 24-27. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2004/un041g.pdf>
- Reeder, Sh., Martín, L., y Koniak, D. (1995). *Enfermería materno-infantil. (17va. Edición)*, USA: McGraw-Hill.
- Skevington, S., Dehner, S., Gillison, F., McGrath, E., & Lovell, C. (2014). How appropriate is the WHOQOL-BREF for assessing the quality of life of adolescents? *Psychol Health*, 29(3), 297-317. Doi: 10.1080/08870446.2013.845668
- The WHOQOL Group, (1995) The World Health Organization Quality of life assessment (WHOQOL): Position paper from the world health organization. *Social Science and Medicine*, 41(10), 1403-1409. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8560308>
- UNFPA (2017). Estado de la Población Mundial ‘Mundos aparte: la salud y los derechos reproductivos en tiempos de desigualdad’. Recuperado de <https://www.unfpa.org/es/swop>
- Urzúa, M., y Caqueo-Urizar, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Revista Terapia Psicológica*, 30(1), 61-71. Doi: 10.4067/S0718-48082012000100006
- Villalobos-Hernández, A., Campero, L., Suárez-López, L., Atienzo, E., Estrada F., De la Vara-Salazar E, (2015). Embarazo adolescente y rezago educativo: análisis de una encuesta nacional en México. *Salud Pública de México*, 57(2), 135-143. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342015000200008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342015000200008)

# Simulación para Estimación de Muertes por Cáncer de Pulmón por Contaminación Ambiental de PM<sub>2.5</sub>

Gloria, Arcos-Medina<sup>1\*</sup>; Freddy, Armijos-Arcos<sup>2</sup>; Alejandra, Oñate<sup>3</sup>; Danilo, Pástor<sup>4</sup>; Rubén, Jerves-Cobo<sup>5</sup>

## Resumen

El objetivo de este estudio es estimar el número de muertes por cáncer de pulmón provocadas por la contaminación ambiental debida a la exposición de las personas a material particulado fino menor a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>). Para cumplir con este fin, se realizó un estudio con enfoque deductivo en el que se efectuaron simulaciones del modelo de evaluación de la morbilidad ambiental desarrollado por la Organización Mundial de la Salud. Se evaluó la exposición de la población a la contaminación por PM<sub>2.5</sub>, basado en datos monitoreados en 12 estaciones de calidad de aire del Distrito Metropolitano de Quito en los grupos de población expuestas a PM<sub>2.5</sub>, y la incidencia en la salud, estimada en la tasa de mortalidad en la población. Para el período de análisis 1990-2020 el total de muertes por neoplasias pulmonares es de 3058 ± 24 de los cuales 523 ± 32 se asociarían con las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>; equivalente al 17.1%, CI=95% [15.9%-18.3%] y un Riesgo Relativo de 1.2046 [1.0688, 1.394]. Estos resultados fueron obtenidos a través de un software desarrollado para el efecto. En conclusión, los valores obtenidos en la presente simulación se encuentran dentro del intervalo de confianza en relación a otros estudios similares.

**Palabras Clave:** Contaminación del aire; Morbilidad; Modelo; Neoplasias pulmonares, Simulación.

## Simulation to estimate deaths from lung cancer due to environmental contamination of PM<sub>2.5</sub>

### Abstract

The objective of this study is to simulate the estimation of the number of deaths from lung cancer caused by environmental pollution due to human exposure to fine particulate matter less than 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>). To achieve this goal, the study was conducted with deductive approach. A simulation environmental model to assess morbidity developed by the World Health Organization was applied, based on population exposure to PM<sub>2.5</sub> pollutant. This was done with data obtained from 12 air quality stations of the Metropolitan District of Quito and the population groups exposed to PM<sub>2.5</sub>, determining the impact on health. The final simulation was calculated using the death rate in the population. For the period 1990-2020, the total number of deaths due to lung neoplasms was 3058 ± 24. The number of these deaths associated to PM<sub>2.5</sub> pollution was 523 ± 32, which supposes a Relative Risk of 523 ± 32, equivalent to 17.1%, CI=95% [15.9%-18.3%]. These results were obtained through software developed for this purpose. In conclusion, the values obtained in the present simulation are within the confidence interval of other similar studies.

**Keywords:** Air pollution; lung neo-plasms; morbidity; model; simulation

**Recibido:** 20 de junio de 2018

**Aceptado:** 22 de julio de 2018

<sup>1</sup>Docente e Investigadora de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador; garcos@esPOCH.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-4601-0768>

<sup>2</sup>Ingeniero Ambiental en Laboratorio de Calidad de Aire y Ruido, Cuenca, Azuay, Ecuador; f.armijos.arcos@gmail.com

<sup>3</sup>Docente e Investigadora de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador; monate@esPOCH.edu.ec

<sup>4</sup>Docente e Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador; dpastor@esPOCH.edu.ec

<sup>5</sup>Docente e Investigador de la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Azuay, Ecuador; rjerves@ups.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-7141-2390>

\*Autor para correspondencia: garcos@esPOCH.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

El material particulado respirable está presente en la atmósfera en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) pudiéndose dividir según su tamaño, en dos grupos principales: el primero, los de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) ( $1 \mu\text{m}$  corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM<sub>10</sub> y el segundo, a la fracción respirable más pequeña denominada PM<sub>2,5</sub>; las que están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano

El cáncer de pulmón, así como enfermedades cardiopulmonares y cardiovasculares han sido asociadas con la contaminación del aire ambiente (World Health Organization, 2004). Por otra parte, los estudios que consideran específicamente la relación de la mortalidad asociada al cáncer del pulmón y el material particulado fino de diámetro aerodinámico menor a  $2.5 \mu\text{m}$  PM<sub>2.5</sub> reportan asociaciones positivas (C. A. Pope III, Bates, & Raizenne, 1995; C. Pope III et al., 2002; Beelen et al., 2008; Lipsett et al., 2011; Lepeule, Laden, Dockery, & Schwartz, 2012), y es clasificado dentro del Grupo 1 de agentes causantes del cáncer (Loomis et al., 2013). En Quito - Ecuador, a través de la actual Subsecretaría de Ambiente se ha venido monitoreando la calidad del aire por más de 12 años, incluyendo parámetros como dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), ozono troposférico (O<sub>3</sub>), partículas sedimentables, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, además de parámetros meteorológicos, información que ha sido sistematizada, verificada y controlada (Secretaría de Ambiente. Municipio de Quito, 2015). De igual forma, el Instituto Nacional de Estadística y Censos lleva un registro continuo de las defunciones así como sus causas a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censos - Ecuador, 2015).

A pesar de la fuerte relación entre la contaminación ambiental con el número de casos de cáncer de pulmón, y de contar con información confiable a nivel de la conurbanización de Quito, no se han realizado estudios que ayuden a observar esta relación en la zona. Por ello, este estudio estimará mediante un modelo estadístico el número de muertes por cáncer de pulmón provocado por la contaminación ambiental

de PM<sub>2.5</sub> en la conurbanización de Quito.

Los resultados del estudio están basados en la realización de: a) un análisis de estimación en función de la distribución empírica del Riesgo Relativo (RR) y la tasa de mortalidad, b) un análisis de correlación; y c) un análisis de sensibilidad de los datos recopilados. Parámetros que han sido aplicados al modelo de afecciones por contaminación del aire dado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## II. DESARROLLO

### 1. Materiales y Métodos

Este estudio tiene un enfoque deductivo, en el que se realizaron simulaciones del modelo de evaluación de la morbilidad ambiental desarrollado por la OMS (World Health Organization, 2004), cuyo objetivo es determinar el número de muertes por cáncer de pulmón (Neoplasias malignas de la tráquea, bronquios y pulmón) provocadas por la contaminación ambiental debida a la exposición de las personas al PM<sub>2.5</sub>.

El ámbito geográfico al que se suscribe el presente estudio es a la conurbación de Quito, compuesta por la zona urbana de los cantones Quito, Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha, en Ecuador.

El desarrollo del estudio estuvo basado en 4 pasos: 1) Determinación del modelo aplicado, 2) Preparación de datos, 3) Simulación del modelo y 4) Análisis de Resultados, éste último detallado en la sección respectiva.

#### 1.1. Determinación del Modelo Aplicado

Basándonos en el modelo aplicado por la OMS, para la evaluación cuantitativa del impacto en la salud a causa de la contaminación ambiental del aire usando las mediciones de PM<sub>2.5</sub> en una ciudad o una región, es necesario considerar los siguientes componentes:

- Una evaluación de los niveles de inmisión de material particulado (PM), utilizando datos monitoreados o estimaciones<sup>1</sup>
- Una determinación del tamaño de los grupos de población expuestas a los diferentes niveles de PM
- El tipo de afectación a la salud que sea de interés en el estudio y la incidencia de la misma estimada en la tasa de mortalidad en la población
- Relación entre las concentraciones de PM en el ambiente y los efectos en la salud que han sido seleccionados; lo que permite determinar la fracción atribuible (AFs) (World Health Organization,

<sup>1</sup>No todas las redes de monitoreo de calidad de aire miden las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, sino que miden las de PM<sub>10</sub>. En esos casos es necesario incluir una constante de relación entre PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

2004), valores que son usados para estimar el número de casos de mortalidad por enfermedades respiratorias imputadas a exposiciones largas a PM.

Diversas tareas componen el análisis estadístico del modelo computacional, esta investigación se ha centrado en la aplicación de la técnica LHS/PRCC, que es utilizada en el análisis de incertidumbre para explorar todos los parámetros de un modelo con un número mínimo de simulaciones de computadora (Sally Blower & Medley, 1992); implica la combinación de dos técnicas estadísticas, Latin Hypercube Sampling (LHS), que fue introducido por primera vez por (McKay, Beckman, & Conover, 1979) y desarrollado por (Iman & Helton, 1988); y el coeficiente de correlación de rango parcial (PRCC). El objetivo del análisis de sensibilidad LHS/PRCC es identificar los parámetros clave cuyas incertidumbres contribuyen a la predicción de la imprecisión y ordenar estos parámetros de acuerdo a su importancia en la contribución de esta imprecisión. Los pasos para aplicar esta técnica han sido adaptados de (SM Blower & Dowlatabadi, 1994) y se indican a continuación.

## II. DESARROLLO

### 1. Materiales y Métodos

Este estudio tiene un enfoque deductivo, en el que se realizaron simulaciones del modelo de evaluación de la morbilidad ambiental desarrollado por la OMS (World Health Organization, 2004), cuyo objetivo es determinar el número de muertes por cáncer de pulmón (Neoplasias malignas de la tráquea, bronquios y pulmón) provocadas por la contaminación ambiental debida a la exposición de las personas al PM<sub>2.5</sub>.

El ámbito geográfico al que se suscribe el presente estudio es a la conurbación de Quito, compuesta por la zona urbana de los cantones Quito, Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha, en Ecuador.

El desarrollo del estudio estuvo basado en 4 pasos: 1) Determinación del modelo aplicado, 2) Preparación de datos, 3) Simulación del modelo y 4) Análisis de Resultados, éste último detallado en la sección respectiva.

#### 1.1. Determinación del Modelo Aplicado

Basándonos en el modelo aplicado por la OMS, para la evaluación cuantitativa del impacto en la salud a causa de la contaminación ambiental del aire usando

las mediciones de PM<sub>2.5</sub> en una ciudad o una región, es necesario considerar los siguientes componentes:

- Una evaluación de los niveles de inmisión de material particulado (PM), utilizando datos monitoreados o estimaciones
- Una determinación del tamaño de los grupos de población expuestas a los diferentes niveles de PM
- El tipo de afectación a la salud que sea de interés en el estudio y la incidencia de la misma estimada en la tasa de mortalidad en la población
- Relación entre las concentraciones de PM en el ambiente y los efectos en la salud que han sido seleccionados; lo que permite determinar la fracción atribuible (AFs) (World Health Organization, 2004), valores que son usados para estimar el número de casos de mortalidad por enfermedades respiratorias imputadas a exposiciones largas a PM.

Diversas tareas componen el análisis estadístico del modelo computacional, esta investigación se ha centrado en la aplicación de la técnica LHS/PRCC, que es utilizada en el análisis de incertidumbre para explorar todos los parámetros de un modelo con un número mínimo de simulaciones de computadora (Sally Blower & Medley, 1992); implica la combinación de dos técnicas estadísticas, Latin Hypercube Sampling (LHS), que fue introducido por primera vez por (McKay, Beckman, & Conover, 1979) y desarrollado por (Iman & Helton, 1988); y el coeficiente de correlación de rango parcial (PRCC). El objetivo del análisis de sensibilidad LHS/PRCC es identificar los parámetros clave cuyas incertidumbres contribuyen a la predicción de la imprecisión y ordenar estos parámetros de acuerdo a su importancia en la contribución de esta imprecisión. Los pasos para aplicar esta técnica han sido adaptados de (SM Blower & Dowlatabadi, 1994) y se indican a continuación.

#### Selección de las variables de estudio

El cálculo aplicado para la determinación del número de muertes por cáncer de pulmón atribuibles al PM<sub>2.5</sub> estima el Riesgo Relativo (RR), mediante el cual se obtiene AF y el Número de Muertes imputadas al factor analizado (E).

Las variables de entrada, así como las fuentes de datos para la determinación de las distribuciones de probabilidad se describen en la Tabla 1.

La Tabla 2 presenta las fórmulas para el cálculo de las variables de salida que conforman el modelo propuesto.

**Tabla 1.** Descripción de las variables del modelo

Variable	Descripción	Fuente
PM <sub>10</sub>	Concentración media anual de PM <sub>10</sub> .	(Secretaría de Ambiente. Municipio de Quito, 2015)
PM <sub>2.5</sub> (X)	Concentración anual media de PM <sub>2.5</sub>	(Secretaría de Ambiente. Municipio de Quito, 2015)
Relación (PM <sub>10</sub> / PM <sub>2.5</sub> )	Relación entre concentración de PM <sub>2.5</sub> y PM <sub>10</sub>	Calculado a partir de estaciones con mediciones de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>
PM <sub>2.5cf</sub> (X <sub>0</sub> )	Concentración de PM <sub>2.5</sub> contrafactual	(Krewski et al., 2009)
B	Parámetro del modelo que asume que el crecimiento del RR se produce en escala exponencial acorde a la exposición de PM	(World Health Organization, 2004)
P	Población expuesta al factor de riesgo. Este es obtenido de estadísticas, censos y otras fuentes.	(Instituto Nacional de Estadística y Censos -Ecuador, 2014), (Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo - Ecuador & Secretaría Nacional de Información- Ecuador, 2014)
M	Número de muertes por cáncer de pulmón.	(Instituto Nacional de Estadística y Censos - Ecuador, 2015)
TM <sub>cp</sub>	Tasa de muertes por cáncer de tráquea, bronquios y pulmón.	Calculado a partir de variables P y M

**Tabla 2.** Fórmulas del modelo

Variable	Descripción	Ecuación
Riesgo Relativo RR	Proporción entre el riesgo de la población expuesta a un factor de riesgo con respecto a una no expuesta.	$\left(\frac{X + 1}{X_0 + 1}\right)^\beta$
Fracción Atribuible AF	(%) Fracción de la carga de morbilidad atribuible al factor de riesgo	$RR - \frac{1}{RR}$
TM <sub>cp</sub> PM <sub>2.5</sub>	Número de muertes por cáncer de pulmón a causa de la contaminación del aire por PM2.5.	AF*TM

**1.2. Preparación de datos**

En esta sección se definió la función de distribución de

probabilidad para los datos de entrada.

**Material Particulado**

**Tabla 3.** Disponibilidad de Información para la Variable Material Particulado

ID	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
BEL	■	■	■	■	■	■	■	○	■	○	○
CAM	○	○	○	○	■	■	■	■	■	○	
CAR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	■
CEN	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
COT	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○
GUA									x	x	x
JIP	■	■	■	■	■	x	x	x			
LCH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○
TAB				x	x	x	x	x	x		
TUM									x	x	x
TUR	○										
SNT											■

x PM<sub>2.5</sub> (Estaciones Automáticas)  
 ○ PM<sub>10</sub> (Hi-Vol y Estaciones Automáticas)  
 ■ PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>

La Tabla 3 muestra la disponibilidad de información analizada, por cada año, tanto para PM<sub>2.5</sub> como para PM<sub>10</sub>, de 12 estaciones de calidad de aire del Distrito Metropolitano de Quito (Secretaría de Ambiente. Municipio de Quito, 2015). La Figura 1 muestra la ubicación de estas estaciones en relación con la conurbanización de Quito.

Debido a que no todas las estaciones monitorean PM<sub>2.5</sub> sino únicamente PM<sub>10</sub> es necesario determinar la relación de concentración de PM<sub>2.5</sub> respecto a PM<sub>10</sub>; para ello se utilizaron las mediciones diarias que han sido tomadas al mismo tiempo. La caja de datos por cada una de las estaciones se muestra en la Figura 2.

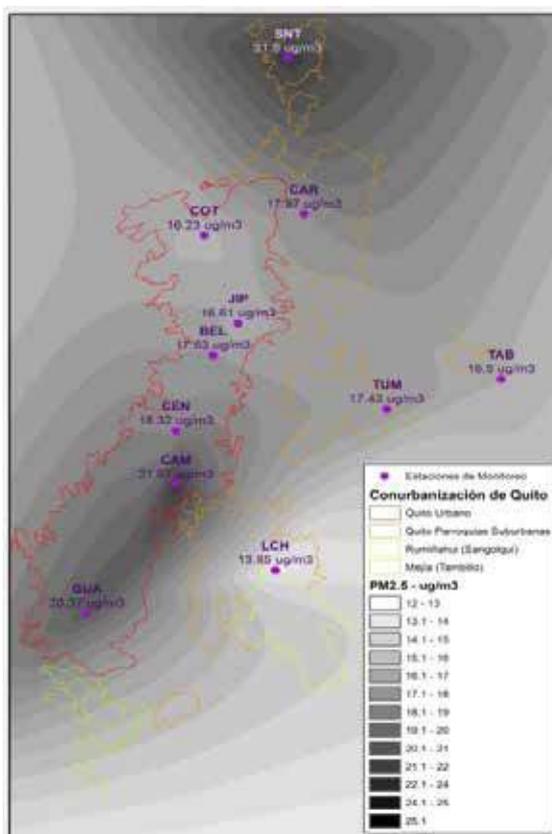


Figura 1. Ubicación de las estaciones de calidad de aire en relación con la conurbanización de Quito

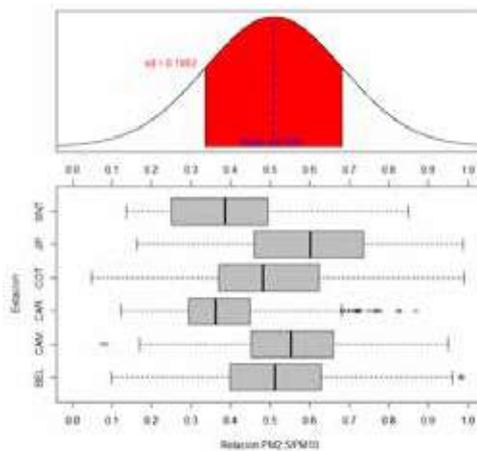


Figura 2. Ratio PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> por estación

Aunque la relación de los valores  $PM_{2.5}/PM_{10}$  de las estaciones CAR ( $0.379 \pm 0.122$ ) y SNT ( $0.388 \pm 0.156$ ) están por debajo de los valores esperados de 0.51 a 0.90 (Putaud et al., 2010) no son extraños, por citar un valor, 0.35 fue reportado en regiones áridas (Ostro, Hurley, & Lipsett, 1999). A pesar de ello, para el cálculo de la relación  $PM_{2.5}/PM_{10}$  de Quito, no se toma en cuenta la estación SNT, pues el período de datos es corto y se realizaron bajo circunstancias específicas (control de minería en la zona), por lo que refleja condiciones puntuales y no la generalidad del área de estudio. El valor obtenido se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Características de la Variable Relación  $PM_{2.5}/PM_{10}$

Variable	Distribución	Coefficientes
Relación	Normal	media = 0.509
$PM_{2.5}/PM_{10}$		sd = 0.1734

Con el valor obtenido se establece un solo grupo de datos de  $PM_{2.5}$ , realizándose para cada estación el cálculo acorde a lo establecido por la Comisión Especial de Estadística Ambiental (Comisión Especial de Estadística Ambiental Ecuador, 2006) como se observa en el Apéndice. Resultando que no existe ninguna relación de aumento ni de decremento con el pasar de los años para el área de análisis, por lo tanto el promedio de  $PM_{2.5}$  se distribuye para todos los años de manera normal, obteniendo como coeficiente el que se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Características de la Variable  $PM_{2.5}$

Variable	Distribución	Coefficientes
$PM_{2.5}(X)$	Normal	u = 17.76 ug/m3 sd = 1.208

En la Tabla 6, para la determinación del contrafactual,  $PM_{2.5}cf$ , es decir, el nivel de inmisión de  $PM_{2.5}$  en el cual no exista contaminación antrópica y calculado en lugares que no poseen contaminación o han sido mínimamente impactadas por las fuentes de contaminación. Para la Sociedad Americana del Cáncer, la población de control se define como aquella que está expuesta a una concentración mínima observada de 5.8 ug/m3 y el valor del 5to. percentil de 8.8 ug/m3, distribuidas de manera uniforme (Krewski et al., 2009).

**Tabla 6.** Características del Contrafactual,  $PM_{2.5}cf$

Variable	Distribución	Coefficientes
$PM_{2.5}cf(Xo)$	Uniforme	Mínimo = 5.8 ug/m3 Máximo = 8.8 ug/m3

### Tasa de Mortalidad

El número de muertes por neoplasia maligna de la tráquea, bronquios y pulmón fueron determinados a partir de las bases de datos de defunción disponibles desde el año de 1990 a 2014, para aquellos casos reportados como zona de residencia los cantones de Mejía, Rumiñahui y Quito de la Provincia de Pichincha, bajo los códigos CIE-9 162 (Período 1990-1996) CIE-10 C33 y C34 (Período 1997-2014); por lo considera 1990 como el año de inicio para la simulación.

Para la determinación de la población se utilizaron como base los censos de población y vivienda de 1990, 2001 y 2010, realizándose para los períodos intermedios una retroproyección a nivel parroquial donde la tasa de crecimiento intercensal se calculó acorde a la ecuación (1):

$$T_{IC} = \frac{10^{\log(Pob1/Pob2)}}{Pob1 - Pob2} - 1 \quad (1)$$

Para el período 2010-2020 se utilizaron las proyecciones referenciales a nivel cantonal-parroquial obtenidas de (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Ecuador & Secretaría Nacional de Información- Ecuador, 2014); por lo tanto se considera el año 2020 como límite para la realización de la simulación, año en el que está planificada la realización de un nuevo censo.

La tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón por cada cien mil habitantes se muestra en la Figura 3, para el área de estudio (rojo) y la tasa nacional (azul). Obsérvese la tendencia creciente de la tasa de mortalidad (línea azul punteada).

De esta forma, la tendencia de la tasa de mortalidad es de tipo lineal, con las características presentadas en la Tabla 7.

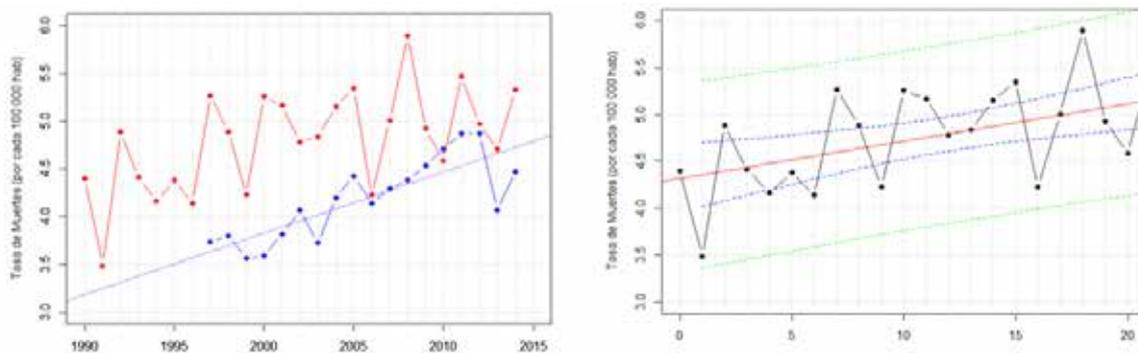


Figura 3. Tasa de mortalidad por neoplasias pulmonares a nivel nacional y del área de estudio.

Tabla 7. Características de ecuación lineal de la tasa de muertes.

Variable	Distribución	Coefficientes
TM <sub>CP</sub>	Lineal	a = 4.318
	TMCP = a+b*	sd = 0.176
	(Año - 1990)	b = 0.0396
		sd = 0.0126

### Parámetro Beta – Crecimiento Exponencial

La OMS (World Health Organization, 2004), determinó que para la función de concentración-respuesta tanto el modelo lineal como el log-lineal se ajustan para concentraciones de PM2.5 entre 10 a 30 ug/m3. Este estudio aplica el modelo log-lineal, considerando que los estudios de (C. A. Pope III et al., 1995; C. Pope III et al., 2002) recomiendan la utilización de este método.

Debido a que los niveles de RR obtenidos no se ajustan de manera adecuada para concentraciones altas de PM2.5 (Burnett et al., 2014), principalmente asignadas a fumadores activos que van desde 500 ug/m3 por al menos un cigarrillo al día (calculado a partir de 18-36 mg PM2.5 por 3 o menos cigarrillos al día y una tasa de respiración de 18 m3/día) (C. Pope III et al., 2002) y concentraciones interiores que van desde 204 ug/m3 para varones a 337 ug/m3 para mujeres (Smith et al., 2014). El parámetro beta elegido no toma en cuenta estas distinciones y se recomienda su uso solo para concentraciones menores a 50 ug/m3. De allí el valor del coeficiente Beta usado, ver en la Tabla8:

Tabla 8. Características del Coeficiente Beta usado

Variable	Distribución	Coefficientes
B	Normal	Media = 0.2322
		sd = 0.0748

### Cálculo del número de simulaciones

Se generó una muestra de 1000 simulaciones (N) para el método de muestreo latino hiper-cúbico (LHS) para las variables que no cuentan con datos oficiales en ese período de tiempo.

### Generación de la Matriz LHS

Para la generación de la matriz LHS por cada año se simularon o no, acorde con la disponibilidad de datos, las variables presentadas en la Tabla 9 para la combinación de parámetros.

Tabla 9. Variables simuladas del modelo

Variable	Periodo de tiempo			
	1990-2004	2005-2014	2015	2015-2020
PM2.5	SI	NO	NO	SI
Xo	SI	SI	SI	SI
TM	NO	NO	SI	SI
Beta	SI	SI	SI	SI

El método LHS supone que el muestreo se realiza de forma independiente para cada parámetro. El muestreo se realiza mediante la selección aleatoria de los valores de cada función de densidad probable (pdf). Se genera una matriz (que llamamos la matriz LHS) que consta de N filas para el número de simulaciones (tamaño de la muestra) y de k columnas correspondientes al número de parámetros (SM Blower & Dowlatabadi, 1994; Chalom, Mandai, & Prado, 2013). Por lo tanto, son simuladas N soluciones del modelo, utilizando cada combinación de valores de parámetros (cada fila de la matriz LHS).

### 1.3. Simulación del modelo

Los estudios de incertidumbre, sensibilidad e importancia sobre las variables de los modelos computacionales permiten realizar un análisis del

comportamiento del modelo frente a la variación de las variables de entrada. Esto permite caracterizar la incertidumbre de la respuesta, hacer un estudio de la sensibilidad del modelo a la variación de las variables de entrada y realizar una clasificación de la importancia de éstas en base a la sensibilidad. Con los datos generados en la matriz de salida de LHS se realiza la simulación del modelo para los años 1990 – 2020.

La simulación del modelo fue realizada mediante un software desarrollado en Matlab 2015, en el que se implementaron funciones para calcular las variables de entrada y salida del modelo, así como sus respectivas gráficas.

## 2. Resultados

### Función de Distribución Empírica

Acorde a la Figura 4 se observa que RR se ajusta a la distribución normal el valor del percentil 50 de RR es de 1.2046 con un CI=95%, percentiles 2.5 y 97.5 de [1.0688, 1.394]. Esto se re-fleja en el valor de la Tasa de Muertes de Cáncer de pulmón causadas por los niveles de inmisión de PM<sub>2.5</sub>, donde de igual manera se observa la distribución normal de la variable, con un valor del percentil 50 de 0.8266 muertes por cada 100 000 habitantes, y el intervalo de confianza al 95% de [0.3080 – 1.455], ver Figura 4.

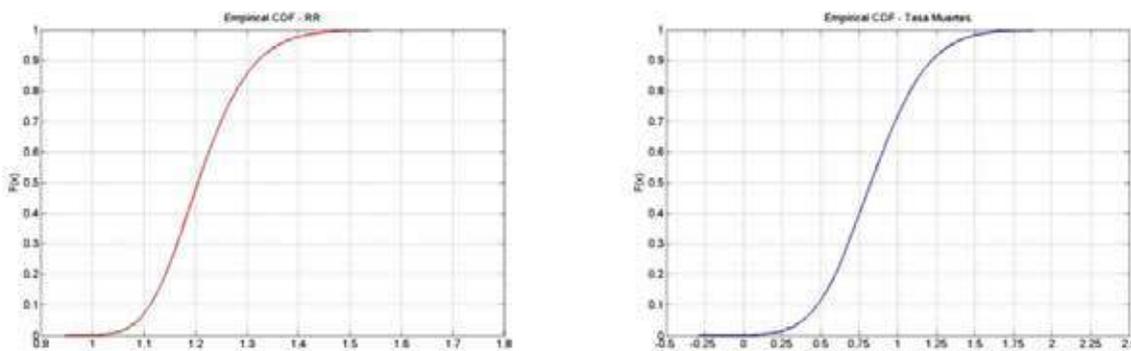


Figura 4. Función de distribución acumulativa del parámetro RR y de la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón asociadas al PM<sub>2.5</sub>

### Tasa de mortalidad y Número de Muertes por PM<sub>2.5</sub>

La Figura 5 se muestra los resultados de la simulación del modelo y se puede apreciar la tasa de muertes por cáncer de pulmón provocadas por la exposición a PM<sub>2.5</sub> y la diferencia con la tasa general de muertes

por cáncer de pulmón. Se puede observar la tendencia del crecimiento de la cantidad de la tasa de muertes por cáncer de pulmón provocadas por la exposición a PM<sub>2.5</sub> hasta el año 2020, tomando en cuenta que en la formulación de la tasa de mortalidad no se sujeta al crecimiento poblacional.

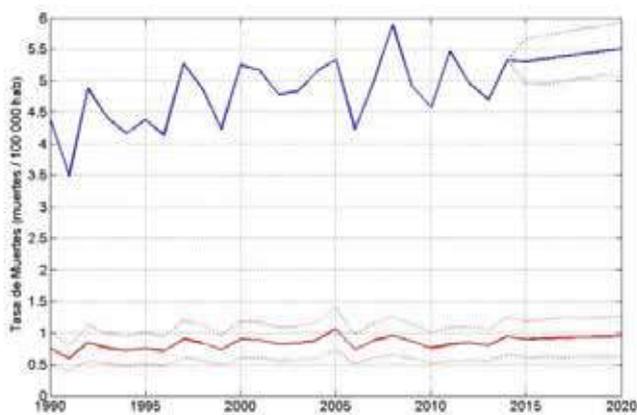


Figura 5. Tasa de Muertes por Cáncer de Pulmón (azul) y Tasa de muertes por Cáncer de Pulmón causadas por PM<sub>2.5</sub> (rojo)

Con las tasas obtenidas se procede a calcular el número de muertes por cáncer de pulmón que se asocian a la contaminación ambiental por PM<sub>2.5</sub> acorde al modelo propuesto por la OMS, las mismas que se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Número de muertes asociadas al PM<sub>2.5</sub>

<i>Año</i>	<i>Totales</i>		<i>Asociadas al PM</i>	
			<b>2.5</b>	
990	59.0	± 0.0	10.1	± 3.3
1991	48.0	± 0.0	8.2	± 2.7
1992	69.0	± 0.0	11.8	± 3.8
1993	64.0	± 0.0	11.0	± 3.6
1994	62.0	± 0.0	10.6	± 3.4
1995	67.0	± 0.0	11.5	± 3.7
1996	65.0	± 0.0	11.1	± 3.7
1997	85.0	± 0.0	14.5	± 4.8
1998	81.0	± 0.0	13.8	± 4.4
1999	72.0	± 0.0	12.3	± 4.1
2000	92.0	± 0.0	15.7	± 5.1
2001	93.0	± 0.0	15.9	± 5.2
2002	88.0	± 0.0	15.0	± 4.9
2003	91.0	± 0.0	15.6	± 5.2
2004	99.0	± 0.0	16.9	± 5.4
2005	105.0	± 0.0	20.8	± 6.4
2006	85.0	± 0.0	14.7	± 4.7
2007	103.0	± 0.0	18.2	± 5.9
2008	124.0	± 0.0	20.1	± 6.5
2009	106.0	± 0.0	18.6	± 5.9
2010	101.0	± 0.0	16.7	± 5.4
2011	123.0	± 0.0	18.3	± 6.1
2012	114.0	± 0.0	19.3	± 6.1
2013	110.0	± 0.0	18.6	± 5.9
2014	127.0	± 0.0	22.5	± 7.2
2015	129.0	± 8.6	21.8	± 7.3
2016	132.3	± 9.2	22.7	± 7.7
2017	135.7	± 9.8	23.2	± 7.7
2018	139.2	± 10.1	23.8	± 7.9
2019	142.6	± 10.6	24.4	± 8.2
2020	146.1	± 10.8	25.0	± 8.4
<b>TOTAL</b>	<b>3057.9</b>	<b>± 24.2</b>	<b>522.6</b>	<b>± 31.8</b>

Se evidencia que para el período de análisis y simulado 1990-2020 el total de muertes por cáncer de pulmón son de  $3058 \pm 24.2$  de los cuales  $523 \pm 31.8$  se asociarían con las concentraciones de  $PM_{2.5}$ ; esto equivale al 17.1%, CI=95% [15.9%-18.3%]. Para el período con datos 1990-2015, las muertes por cancer de pulmón son de  $2362 \pm 8.6$  y de éstas, las asociadas a las concentraciones de  $PM_{2.5}$  son  $404 \pm 26.3$ .

**Análisis de Correlación**

La Figura 6 muestra la matriz de correlación existente

entre las 4 variables de entrada del modelo, generada a partir de la matriz LHS. Debido a que los valores de p se aproximan a cero se puede determinar que no existe una correlación entre variables que permita obviar alguna de ellas; de antemano se supone la correlación entre el parámetro b de la ecuación de tendencia lineal de la Tasa de Muertes y la Tasa de Muertes, pero esta variable no forma parte integral del modelo. Por otra parte RR no está sujeto al análisis de correlación al ser variable de salida del modelo, y se utiliza un intervalo de confianza al 0.95 para los valores obtenidos de la simulación.

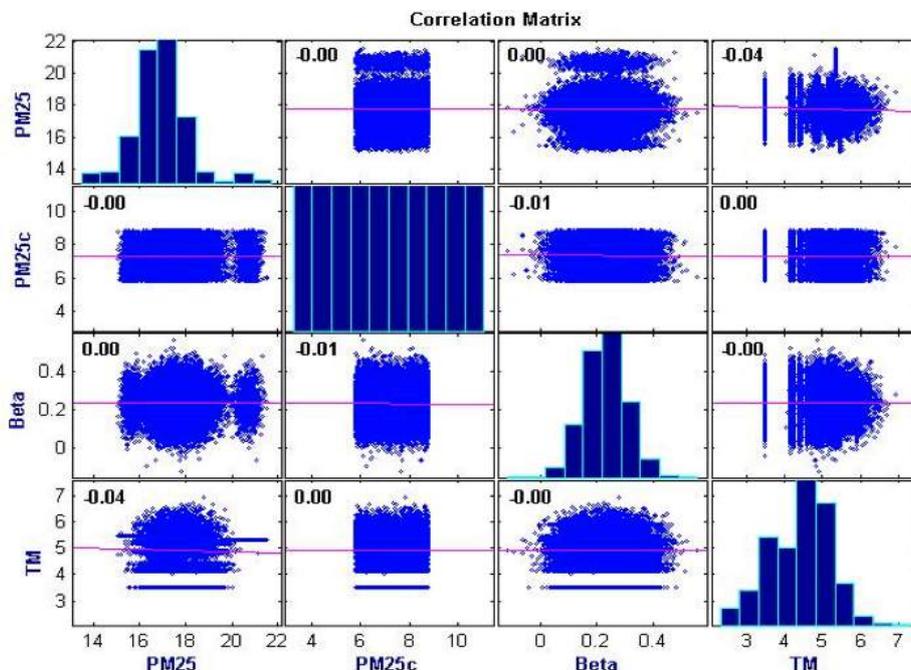


Figura 6. Correlación entre las variables de entrada del modelo

**Análisis de Sensibilidad**

El propósito de un análisis de sensibilidad es cuantificar la influencia de las variables de entrada sobre las variables de salida o resultados, en nuestro caso la variable tasa de mortalidad por cáncer de pulmón asociadas al  $PM_{2.5}$ . Para esto se utilizó el coeficiente de correlación de rango parcial (PRCC). En la Figura 7 se muestra el análisis de sensibilidad donde la variable más influyente es  $\beta$ , este resultado esperado ya que  $\beta$  es el coeficiente de la ecuación para determinar el riesgo relativo y, por lo tanto, cualquier alteración de su valor influirá significativamente de forma

directamente proporcional en la salida del modelo. Es interesante la influencia que tiene el parámetro de  $PM_{2.5}$  contrafactual por sobre el  $PM_{2.5}$  medido, esto se debe al tratamiento estadístico previo que tuvo la variable  $PM_{2.5}$  medido. El parámetro de *tasa de mortalidad por cáncer de pulmón*, no tiene mayor relevancia en el cálculo de la asociación, y esto se debe a la relevancia de la variable RR, que no la incluye.

Otro aspecto relevante es la mayor influencia del  $PM_{2.5}$  cf, respecto a  $PM_{2.5}$ , esto se debe a que para determinar  $PM_{2.5}$  se realizó un análisis exhaustivo de la variable lo que limita su cambio,



Figura 7. Análisis de sensibilidad para determinar la influencia de las variables de entrada sobre las variables de salida

### 3. Discusión de resultados

Los coeficientes de la relación logarítmica recomendada por la OMS se basan en la información obtenida de un solo modelo el de la Sociedad Americana del Cáncer (Burnett et al., 2014), con exposiciones por debajo de 22 ug/m<sup>3</sup>, de allí que Burnett analiza nuevos modelos, incluido el log-lineal recomendado por la OMS. Para incluir las estimaciones para fumadores activos, fumadores pasivos y contaminación interior obteniendo como mejor aproximación para RR de:

$$RR = 1 + \alpha \{1 - \exp[-\gamma(z - zcf)^\beta]\} \quad (2)$$

Donde  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  son nuevos coeficientes calculados para cada una de las enfermedades analizadas y  $z$  es la concentración de PM<sub>2.5</sub> analizada y  $zcf$  es la concentración analizada contrafactual.

Sin embargo, debido a que el estudio de (Burnett et al., 2014), es de relevancia para concentraciones mayores a 50 ug/m<sup>3</sup>, el enfoque del presente artículo, es de concentraciones en el ambiente, no superan este valor límite; por lo tanto, el modelo de la OMS se ajustaría correctamente.

Otros estudios que se han conducido para determinar el factor RR dadas las concentraciones de aire ambiente han sido los de (Beelen et al., 2008; Lipsett et al., 2011; Lepeule et al., 2012), sin contar

con los estudios de (C. A. Pope III et al., 1995; C. Pope III et al., 2002), en los que se basó la OMS. (Lepeule et al., 2012) incrementó los datos y el tiempo de análisis del estudio de Harvard Six Cities realizado por (Dockery et al., 1993), obteniendo a partir de una población de estudio de 8 096 y diversos niveles de PM<sub>2.5</sub> [11.4 a 23.6], un factor de RR para el cáncer de pulmón de 1.37, CI = 95% [1.07, 1.75] relacionado a un incremento de 10 ug/m<sup>3</sup> en el material particulado PM<sub>2.5</sub>.

(Lipsett et al., 2011) por su parte analizaron mediante un modelo ajustado a las condiciones de las personas una base de 4 147 muertes de una población de 72 489 personas, estableciendo que el RR es de 0.95, CI = 95% [0.70, 1.28], lo que constituiría una posible no correlación entre el aumento de PM<sub>2.5</sub> en el ambiente y el cáncer de pulmón, aunque tampoco se podría descartar totalmente. (Beelen et al., 2008), analizaron una población de 117 528 y un total de 17 286 muertes ajustándolas a factores adicionales como niveles socioeconómicos, sexo y otras condiciones estableciendo para un aumento de 10 ug/m<sup>3</sup>, un RR para la totalidad de casos de 1.06, CI = 95% [0.82, 1.38], y de 0.87, CI=95% [0.52-1.47], para aquellos casos con datos no perdidos.

El estudio original de (C. Pope III et al., 2002), en el cual se basó la ecuación de la OMS estableció que el RR para dos periodos de tiempo fue de 1.14,

CI = 95% [1.04, 1.23]. De acuerdo con esto, se puede indicar que el valor de RR obtenido en la presente simulación 1.2046 [1.0688, 1.394], se encuentra dentro de un intervalo de confianza aceptable en relación a los estudios antes mencionados y es aceptable.

Sin embargo, hay que considerar que en al menos dos de estos estudios, el RR medio tiene un valor menor a 1 en los casos de cáncer de pulmón, lo que implicaría, que para ajustar el valor de RR obtenido se debe seguir evaluando. Por ejemplo el estudio Harvard Six Cities (Dockery et al., 1993) en el que se basó (Lipsett et al., 2011), fue sujeto de crítica por (Gamble, 1998), lo cual llevó a un nuevo análisis de ese estudio. Este último autor menciona que la relación causa-efecto encontrada se debe principalmente a una asociación estadística, y el peso de la evidencia no es concluyente para una verdadera relación de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  y el incremento de la mortalidad. Es por ello que la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos US-EPA ha establecido que el  $PM_{2.5}$  es causa probable de los problemas respiratorios, respecto a la mortalidad en casos de problemas cardiovasculares y a las posibles asociaciones positivas con el cáncer de pulmón, establece como una relación causal los niveles de  $PM_{2.5}$  y la mortalidad, pero al mismo tiempo determina que solo se puede sugerir una relación entre los niveles de  $PM_{2.5}$  y el cáncer (US EPA National Center for Environmental Assessment & Sacks, 2009).

Este estudio presenta algunas limitaciones relacionadas con la aproximación de la incertidumbre de los parámetros de la función, que utilizaron diferentes componentes, siendo:

**Para el parámetro  $\beta$ :** acorde a (C. Pope III et al., 2002) no se asumió la independencia estadística del parámetro; después de controlar los factores de riesgo, el tiempo de supervivencia de los participantes y la auto correlación espacial se estableció el factor de riesgo; efectuándose correcciones en los parámetros antes comentados.

**Para el parámetro  $PM_{2.5}$ :** la aproximación del parámetro  $PM_{2.5}$ , se realizó mediante los datos obtenidos de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire eliminando por cada estación los valores fuera de los  $6\sigma$ . Adicionalmente en la conversión de  $PM_{10}$  a  $PM_{2.5}$  se utilizó el factor calculado, sin embargo,

para este no se diferenciaron los datos de estaciones automáticas y de equipos Hi-Vol.

**Para el parámetro  $PM_{2.5}$  cf:** Para el  $PM_{2.5}$  contrafactual se establecieron los valores más razonables para los cuales el factor RR pueda ser aplicado, sin embargo en el análisis de sensibilidad se observó que el parámetro ejerce una influencia significativa sobre RR. Estudios futuros podrían ser aplicados tomando en cuenta como población de control a la ciudad de Cuenca cuya Red de Calidad de Aire funciona desde 2008 (Jerves & Armijos-Arcos, 2016) y cuenta con datos de  $PM_{2.5}$  desde 2012, con valores encontrados que están dentro del rango contrafactual determinado por la Sociedad Americana del cáncer, a 2015, de  $7.6 \text{ ug/m}^3$  (EMOV EP, 2016) y valores que exceden el valor contrafactual, a 2016 de  $10.3 \text{ ug/m}^3$  (EMOV EP, 2017), sin embargo se requiere un periodo mayor de datos para estabilizar la simulación.

**Incertidumbre en los parámetros de población:** para los datos de la población se utilizaron retroproyecciones; sin embargo, no se toma en cuenta la movilidad interna ni externa que existe en la ciudad. Para la tasa de mortalidad, se tomó en cuenta los datos oficiales de lugar de muerte y de procedencia de las muertes para establecer solo aquellos que se atribuyen a la zona de estudio; sin embargo, estos datos están sujetos a incertidumbre del origen de los datos desde los centros hospitalarios.

### III. CONCLUSIONES

El presente estudio realiza una buena caracterización de la concentración promedio de  $PM_{2.5}$  en la conurbanización de Quito a lo largo de los años y no se limita a citar un solo valor promedio.

Con el fin de ajustar aún más los resultados obtenidos, es necesario realizar futuros estudios que incluya: 1) la categorización de los niveles de inmisión a los que está expuesta la población; estos niveles pueden ser asignados a cada poblado dependiendo de aspectos como la movilidad interna y tiempo de residencia en un sitio. 2) una caracterización rango que cubra cada una de las estaciones de monitoreo. 3) mayor detalle de los casos de neoplasias pulmonares, como: sexo, edad, fumador o no, antecedentes familiares y nivel de estudio.

#### IV. REFERENCIAS

- Beelen, R., Hoek, G., Brandt, P. A. van, Goldbohm, A., Fischer, P., & Schouten, L. J. (2008). Long-Term Effects of Traffic-Related Air Pollution on Mortality in a Dutch Cohort (NLCS-AIR Study) - ProQuest. *Environmental Health Perspectives*, 116(2), 196-202. Doi: 10.1289/ehp.10767.
- Blower, Sally, & Medley, G. (1992). Epidemiology, HIV and drugs: mathematical models and data. *British Journal of Addiction*, 87(3), 371-379. Doi: 10.1111/j.1360-0443.1992.tb01938.x
- Blower, SM, & Dowlatabadi, H. (1994). Sensitivity and Uncertainty Analysis of Complex Models of Disease Transmission: An HIV Model, as an Example on JSTOR. *International Statistical Review/revue Internationale de Statistique*, 62(2), 229-243. Doi: 10.2307/1403510
- Burnett, R. T., III, C. A., Majid Ezzati, Casey Olives, Lim, S. S., Sumi, M., & et al. (2014). An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure - UBC Library Open Collections. *Environmental Health Perspectives*, 122(4), 397-403. Doi: 10.1289/ehp.1307049
- Chalom, A., Mandai, C., & Prado, P. (2013). Sensitivity analyses: a brief tutorial with R package pse, version 0.1.2. Universidad de Sao Paulo - Instituto de Biociencias. Recuperado de [https://cran.r-project.org/web/packages/pse/vignettes/pse\\_tutorial.pdf](https://cran.r-project.org/web/packages/pse/vignettes/pse_tutorial.pdf)
- Comisión Especial de Estadística Ambiental Ecuador. (2006). Homologación del cálculo del indicador de concentración promedio anual de material particulado PM<sub>2.5</sub> en el aire. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sistema\\_Estadistico\\_Nacional/Comisiones/Ambiente/Resoluciones/Res-CEEA-003-Concentracion-promedio-PM2.5-aire.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sistema_Estadistico_Nacional/Comisiones/Ambiente/Resoluciones/Res-CEEA-003-Concentracion-promedio-PM2.5-aire.pdf)
- Dockery, D. W., Pope, C. A., Xu, X., Spengler, J. D., Ware, J. H., Fay, M. E., ... Speizer, F. E. (1993). An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. *New England Journal of Medicine*, 329(24), 1753-1759. <https://doi.org/10.1056/NEJM199312093292401>
- EMOV EP. (2016). *Informe de Calidad de Aire Cuenca - 2015*. Cuenca: EMOV EP. Recuperado de [http://www.emov.gob.ec/sites/default/files/Calidad%20del%20Aire%20final%202015\\_0.pdf](http://www.emov.gob.ec/sites/default/files/Calidad%20del%20Aire%20final%202015_0.pdf)
- EMOV EP. (2017). *Informe de Calidad de Aire Cuenca - 2016*. Cuenca: EMOV EP. Recuperado de [http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links\\_doc\\_contaminantes/Informes%20Claudia%20Calidad%20del%20Aire/Informe\\_Calidad\\_Aire\\_Cuenca\\_2016.pdf](http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links_doc_contaminantes/Informes%20Claudia%20Calidad%20del%20Aire/Informe_Calidad_Aire_Cuenca_2016.pdf)
- Gamble, J. F. (1998). PM<sub>2.5</sub> and mortality in long-term prospective cohort studies: cause-effect or statistical associations? *Environmental Health Perspectives*, 106(9), 535-549.
- Iman, R. L., & Helton, J. C. (1988). An Investigation of Uncertainty and Sensitivity Analysis Techniques for Computer Models. *Risk Analysis*, 8(1), 71-90. Doi: 10.1111/j.1539-6924.1988.tb01155.x
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - Ecuador. (2015). Defunciones Generales y Fetales - Bases de Datos. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/defunciones-generales-y-fetales-bases-de-datos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos -Ecuador. (2014). Proyecciones Poblacionales. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Jerves, R., & Armijos-Arcos, F. (2016). Análisis y revisión de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Cuenca - Ecuador. *La Granja*, 23(1), 28-38. Doi: 10.17163/lgr.n23.2016.03
- Krewski, D., Jerret, M., Burnett, R. T., Ma, R., Hughes, E., Shi, T., ... et al. (2009). Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Research Report Health Effects Institute*, 140(5), 5-114. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19627030>
- Lepeule, J., Laden, F., Dockery, D., & Schwartz, J. (2012). Chronic Exposure to Fine Particles and Mortality: An Extended Follow-up of the Harvard Six Cities Study from 1974 to 2009. *Environmental Health Perspectives*, 120(7), 965-970. Doi: 10.1289/ehp.1104660
- Lipsett, M. J., Ostro, B. D., Reynolds, P., Goldberg, D., Hertz, A., Jerrett, M., ... Bernstein, L. (2011). Long-Term Exposure to Air Pollution and Cardiorespiratory Disease in the California Teachers Study Cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 184(7),

- 828-835. Doi: 10.1164/rccm.201012-2082OC
- Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., Ghissassi, F. E., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., & et al. (2013). The carcinogenicity of outdoor air pollution. *The Lancet Oncology*, 14(13), 1262-1263. Doi: 10.1016/S1470-2045(13)70487-X
- McKay, M. D., Beckman, R. J., & Conover, W. J. (1979). A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code. *Technometrics*, 21(2), 239-245. Doi: 10.2307/1268522
- Ostro, B. D., Hurley, S., & Lipsett, M. J. (1999). Air Pollution and Daily Mortality in the Coachella Valley, California: A Study of PM10 Dominated by Coarse Particles. *Environ-mental Research*, 81(3), 231-238. Doi: 10.1006/enrs.1999.3978
- Pope III, C. A., Bates, D. V., & Raizenne, M. E. (1995). Health effects of particulate air pollution: time for reassessment? *Environmental Health Perspectives*, 103(5), 472.
- Pope III, C., Burnett, R., Thun, M., Calle, E., Krewski, D., Ito, K., & et al. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. - PubMed - NCBI. *The Journal of the American Medical Association*, 287(9), 1132-1141.
- Putaud, J., Van Dingenen, R., Alastuey, A., Bauer, H., Birmili, W., Cyrys, J. ... Raes, F. (2010). A European aerosol phenomenology – 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe. *Atmospheric Environment*, 44(10), 1308-1320. Doi: 10.1016/j.atmosenv.2009.12.011
- Secretaría de Ambiente. Municipio de Quito. (2015). Índice quiteño de la calidad de aire. Informes. Recuperado de <http://quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes>
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo - Ecuador, & Secretaría Nacional de Información-Ecuador. (2014). Proyecciones y Estudios Demográficos - Sistema Nacional de Información. Recuperado de <http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>
- Smith, K. R., Bruce, N., Balakrishnan, K., Adair-Rohani, H., Balmes, J., Chafe, Z. ... Re-hfuess, E. (2014). Millions Dead: How Do We Know and What Does It Mean? Methods Used in the Comparative Risk Assessment of Household Air Pollution. *Annual Review of Public Health*, 35(1), 185-206. Doi: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182356
- US EPA National Center for Environmental Assessment, R. T. P. N., & Sacks, J. (2009). 2009 Final Report: Integrated Science Assessment for Particulate Matter [Reports & Assess-ments]. Recuperado de <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=216546>
- World Health Organization. (2004). WHO. Outdoor air pollution: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Recuperado de [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/ebd5/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5/en/)

# Comportamiento de cinco maderas mexicanas expuestas al fuego. Evaluación por ultrasonido

Javier Ramón, Sotomayor-Castellanos<sup>1\*</sup>

## Resumen

La madera es un material combustible. De tal forma que la industria fabricante de productos de madera requiere de información experimental sobre la resistencia al fuego de las diferentes especies empleadas en ingeniería. El objetivo de la investigación fue determinar y comparar la densidad aparente, la velocidad de onda y el módulo dinámico de cinco maderas mexicanas, antes y después de ser sometidas al fuego. La metodología consistió en estudiar cinco especies mexicanas: *Tabebuia rosea*, *Andira inermis*, *Juglans pyriformis*, *Quercus spp* y *Cordia elaeagnoides*. Para cada especie se prepararon 35 probetas de pequeñas dimensiones y se les realizaron pruebas de ultrasonido y de resistencia al fuego. Los resultados del análisis estadístico indicaron que cada especie se comporta de manera diferente. La densidad aparente de la madera correlaciona bien con la pérdida de masa. La densidad aparente de la madera después de la exposición al fuego, presenta una fuerte correlación con la densidad de la madera antes de ser expuesta al fuego. En cambio, la velocidad de onda y el módulo dinámico no se correlacionan bien. Los resultados de la investigación son particulares para las condiciones experimentales de este estudio de caso. Para sugerir de manera más general un comportamiento de la madera expuesta al fuego, son recomendables estudios intensivos con métodos normalizados.

**Palabras Clave:** Densidad aparente, material combustible, módulo dinámico, pruebas no destructivas, velocidad de onda.

## Behavior of five Mexican woods exposed to fire. Evaluation by ultrasound.

## Abstract

Wood is a combustible material. The industry of wood products requires experimental information on the fire resistance from the different species which are used in engineering. The objective of the research was to determine and compare the apparent density, wave velocity and dynamic modulus of five Mexican woods before and after being subjected to fire. The methodology consisted of studying five Mexican species: *Tabebuia rosea*, *Andira inermis*, *Juglans pyriformis*, *Quercus spp.* and *Cordia elaeagnoides*. For each species, 35 specimens of small dimensions were prepared and ultrasound and fire resistance tests were carried out.

The results of the statistical analysis indicated that each species behaves differently. The apparent density of the wood correlates well with the loss of mass. The apparent density of the wood after exposure to fire has a strong correlation with the density of the wood before being exposed to fire. In contrast, the wave velocity and the dynamic module do not correlate well. The results of the research are particular to the experimental conditions of this case study. In order to suggest wood fire behavior in a more general way, intensive studies with standard methods are recommended.

**Keywords:** Bulk density, dynamic modulus, fuel material, non-destructive tests, wave velocity.

**Recibido:** 24 de abril de 2018

**Aceptado:** 16 de agosto de 2018

<sup>1</sup>Profesor Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, Michoacán, México; [madera999@yahoo.com](mailto:madera999@yahoo.com); <https://orcid.org/0000-0002-1527-8801>

\*Autor para correspondencia: [madera999@yahoo.com](mailto:madera999@yahoo.com)

## I. INTRODUCCIÓN

La madera es un material combustible. Se requiere información experimental sobre su resistencia al fuego, para cálculos de Ingeniería y para el diseño de productos de madera y sus derivados. A pesar de la combustibilidad de la madera, pueden plantearse soluciones constructivas con este material que permitan alcanzar condiciones suficientes de seguridad en caso de incendio. Respecto al proceso de combustión de la madera y su comportamiento al fuego en edificaciones, se puede encontrar información en Canadian Wood Council (1996), Babu (2008), Confemadera (2010), Ansell (2012) y Aseeva et al. (2014). Los investigadores han desarrollado ensayos específicos y modelos numéricos para estudiar el comportamiento al fuego de la madera y recomiendan estudiar caso por caso. Entre otros, los principales parámetros estudiados son el tiempo de ignición, la pérdida de masa y la velocidad de carbonizado. Es estos reportes, no se informa sobre mediciones directas de la disminución de los módulos dinámicos de probetas de madera.

El ultrasonido es un método de carácter no destructivo, práctico y económico, empleado para caracterizar el comportamiento mecánico de la madera (Pellerin y Ross, 2002). El módulo dinámico, derivado de las pruebas de ultrasonido, puede ser utilizado como índice comparativo de la calidad en una especie particular; y como parámetro de ingeniería necesario para el análisis estructural probabilístico y sísmico de estructuras de madera (Joint Committee on Structural Safety, 2006) (Dietsch & Köhler, 2010).

En el diseño de estructuras de madera que resistan al fuego, el objetivo principal es evaluar la integridad estructural en la exposición al mismo y después del incendio. El módulo dinámico de la madera después de ser sometida al fuego, es un parámetro que permite cuantificar la capacidad portante remanente de los elementos de madera en caso de incendio. Sin embargo, se torna complejo aprovechar los resultados experimentales producidos en condiciones de laboratorio, los cuales permitan formular criterios de seguridad en caso de incendio, y que sean apropiados a la construcción con madera. No obstante, existe evidencia empírica en donde los valores obtenidos por medio de los ensayos de resistencia al fuego en condiciones de laboratorio, concuerdan con los resultados de los incendios a gran escala (Babrauskas, 2005) (Chung, 2010) (Xu et al., 2015).

Las especies *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Andira inermis* (W. Wright) DC., *Juglans pyriformis* Liebm., *Quercus* spp. y *Cordia elaeagnoides* (Ruiz & Pav.) Oken, son endémicas de México y Centroamérica (Cordero y Boshier, 2003). Sus características físicas y mecánicas están reportadas por Tamarit Urias y López Torres (2007), Silva Guzmán et al. (2010) y Sotomayor Castellanos (2015). El comportamiento al fuego de estas especies ha sido estudiado por Sotomayor Castellanos y Carrillo Gómez (2017). Los autores reportan que el tiempo de ignición y la pérdida de masa son parámetros parciales del comportamiento de la madera al fuego; y que el comportamiento de la madera depende, entre otros factores, del contenido de humedad, las condiciones de exposición y la variabilidad inherente de la madera. No se encontraron antecedentes de otras investigaciones referentes a la respuesta de estas especies en su exposición al fuego, las cuales hayan sido evaluadas con ultrasonido.

El objetivo de la investigación fue determinar y comparar la densidad aparente, la velocidad de onda y el módulo dinámico de cinco maderas mexicanas, antes y después de ser sometidas al fuego.

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

Se recolectaron piezas de madera aserrada de las especies: *T. rosea*, *A. inermis*, *J. pyriformis*, *Quercus* spp y *C. elaeagnoides*, en aserraderos del Estado de Michoacán (19° 10' 07" latitud Norte - 101° 53' 59" longitud Oeste), México. A partir de las piezas aserradas, se prepararon dos grupos de probetas: un primer grupo de 35 probetas de cada especie para determinar el contenido de humedad; e igualmente un segundo grupo de 35 probetas por especie para determinar la densidad, y así realizar las pruebas de comportamiento al fuego y de ultrasonido. Todas las probetas se elaboraron solamente con madera de albura, se revisó que estuviesen libres de anomalías de crecimiento y de madera de duramen.

Para cada probeta del primer grupo, el contenido de humedad de la madera se calculó por el método de diferencia de pesos, según establece la norma ISO 13061-1: 2014 (International Organization for Standardization, 2014a). Las dimensiones de las probetas fueron de 0,02 m x 0,02 m de sección transversal, por 0,06 m de longitud; orientadas respectivamente en las direcciones radial, tangencial y longitudinal con respecto al plano leñoso.

Para el segundo grupo, se recortaron 35 probetas de cada especie siguiendo las recomendaciones de la norma ISO 3129:2012 (International Organization for Standardization, 2012). Las probetas fueron almacenadas durante 24 meses en una cámara de acondicionamiento con una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del aire de 65 %, hasta lograr un peso constante. Las dimensiones de estas probetas fueron de 0,02 m x 0,02 m de sección transversal, por 0,40 m de longitud; orientadas respectivamente en las direcciones radial, tangencial y longitudinal. La densidad aparente de la madera al momento del ensayo se determinó de

acuerdo con la norma ISO 13061-2:2014 (International Organization for Standardization, 2014b).

#### Pruebas de resistencia al fuego

Las pruebas de resistencia al fuego siguieron el protocolo reportado por Sotomayor Castellanos y Carrillo Gómez (2017). Se preparó un dispositivo de ensayo que consistió en un mechero de gas y dos soportes para las probetas (Figura 1). Se posicionó la probeta entre los soportes, de tal forma que la llama del mechero impactara en la dirección transversal de la misma.

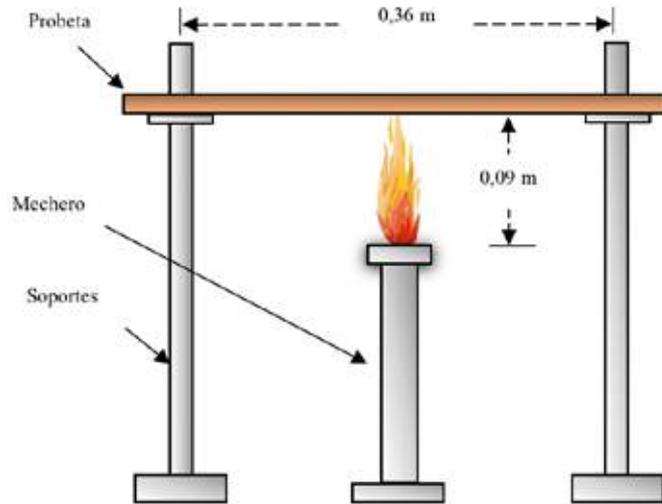


Figura 1. Dispositivo para las pruebas de comportamiento al fuego (Sotomayor Castellanos & Carrillo Gómez, 2017).

La metodología implementada para las pruebas de resistencia al fuego consistió en las siguientes etapas:

1. Se midieron el peso y las dimensiones de la probeta antes del tratamiento.
2. La probeta se posicionó en el dispositivo para las pruebas de comportamiento al fuego (Figura 1). La orientación fue la dirección radial coincidiendo con el flujo vertical de la flama.
3. La probeta se expuso durante 2 minutos al fuego directo de la flama de un mechero de laboratorio tipo Meker-Fisher, con regulación de aire y de gas, quemador de 0,03 m de diámetro y temperatura máxima de 1300 °C.
4. Con un cronómetro se midió el tiempo necesario para que apareciera la ignición en por lo menos las tres caras de la probeta expuestas a la flama.
5. La probeta se retiró de la flama y se paró su combustión en una cama de arena.

6. La masa de la zona de madera carbonizada se retiró y se midió el peso de la probeta después del tratamiento.

#### Cálculo de densidad aparente y del contenido de humedad

La densidad aparente de la madera al momento del ensayo se calculó con la ecuación (1) (International Organization for Standardization, 2014):

$$\rho_{CH} = \left( \frac{P}{V} \right) \quad (1)$$

Dónde:  $\rho_{CH}$  = Densidad aparente ( $\text{kg m}^{-3}$ ), P = Peso de la probeta (kg), V = Volumen de la probeta ( $\text{m}^3$ )  
El contenido de humedad de la madera se calculó con la ecuación (2) (International Organization for Standardization, 2014):

$$\rho_{CH} = \left( \frac{P}{V} \right) \quad (1)$$

Siendo CH = Contenido de humedad (%),  $P_h$  = Peso de la probeta en estado húmedo (kg),  $P_s$  = Peso de la probeta en estado seco (kg)

*Pruebas de ultrasonido*

Las pruebas de ultrasonido adecuaron el protocolo reportado por Sotomayor Castellanos y Villaseñor

Aguilar (2016). Las pruebas consistieron en suministrar un impulso ultrasónico en transmisión directa con la dirección longitudinal de la probeta. La velocidad del ultrasonido se calculó con el cociente entre la longitud de las probetas y el tiempo de transmisión medido con el aparato Sylvates, posicionado en un dispositivo para pruebas no destructivas (Figura 2). En lo sucesivo, a los parámetros determinados se les asoció el subíndice “us”, para identificarlos como derivados de pruebas de ultrasonido.



Figura 2. Dispositivo experimental para las pruebas de ultrasonido.

A partir de la ecuación de onda (3) (Meyers, 1994):

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (3)$$

$u$  = Vector desplazamiento,  $x$  = Coordenada espacial,  $t$  = Coordenada temporal,  $v$  = Velocidad de onda

Se calculó el módulo dinámico con la ecuación (4) (Pellerin & Ross, 2002):

$$E_{us} = v_{us}^2 \rho_{CH}$$

$E_{us}$  = Módulo dinámico ( $N\ m^{-2}$ ),  $v_{us}$  = Velocidad de onda del ultrasonido ( $m\ s^{-1}$ ),

$\rho_{CH}$  = Densidad aparente a un contenido de humedad CH ( $kg\ m^{-3}$ )

*Diseño experimental*

Para cada una de las cinco especies estudiadas, las variables de respuesta fueron la densidad aparente ( $\rho_{CH}$ ) y la velocidad de onda ( $v_{us}$ ). El

módulo dinámico ( $E_{us}$ ) se definió variable derivada (Ecuación 4). En el tratamiento de exposición al fuego se consideró el factor de variación, y se contrastaron dos grupos de muestras: 1) la madera antes del tratamiento (AT) y 2) la madera después del tratamiento (DT). Se calcularon los estadísticos descriptivos: media ( $\bar{x}$ ), desviación estándar ( $\sigma$ ) y coeficiente de variación porcentual (CV).

Se calcularon el sesgo (S) y curtosis (C). Una vez verificada la distribución normal de las muestras, se realizaron pruebas t de Student de diferencia de medias ( $\bar{x}$ ) para un nivel de confiabilidad del 95%. Cuando no se confirmó la normalidad en la distribución de las muestras, se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis de diferencia de medianas ( $\bar{X}$ ) para un nivel de confiabilidad del 95%. La hipótesis nula  $H_0: \bar{x}_{AT} - \bar{x}_{DT} = 0$  se contrastó con la hipótesis alterna  $H_A: \bar{x}_{AT} \neq \bar{x}_{DT} = 0$ . Para las pruebas no paramétricas las hipótesis fueron similares, pero empleando las medianas.

Adicionalmente se calcularon, para antes y después del tratamiento, las regresiones lineales

( $y = ax \pm b$ ) entre las variables  $\rho_{CH}$  y  $v_{us}$ , así como sus coeficientes de determinación ( $R^2$ ). Para estas correlaciones se utilizaron los 175 datos obtenidos de las cinco especies. Para el Eus se calculó la regresión lineal y su coeficiente de determinación empleando los valores promedio de cada una de las especies. Para cada una de las cinco especies se realizaron 35 réplicas (probetas) antes del tratamiento y 35 después del tratamiento, empleando y comparando una a una la misma probeta. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico Statgraphics.

## 2. Resultados y discusión

La Tabla 1 detalla los resultados de la densidad aparente, de la velocidad de onda y del módulo dinámico para las cinco especies estudiadas. La Tabla 2 muestra los resultados de las pruebas de normalidad, así como las de comparación de medias y de medianas para la densidad aparente y la velocidad de onda. La Figura 3 presenta cinco probetas después del tratamiento de exposición al fuego. En dicha figura, los números de las probetas corresponden a la numeración de las probetas de la Tabla 1.

La magnitud promedio del contenido de humedad de la madera antes del tratamiento fue de 12,2% y después del tratamiento disminuyó a 11,91%, lo que representa una variación de 2,5%. Por lo tanto, se consideró que el contenido de humedad en la madera no influyó en los resultados.

Después de la exposición al fuego, las probetas mostraron una zona de madera carbonizada cercana a la zona de propagación de la flama. Su aspecto fue similar en las cinco especies (Figura 3). Sin embargo, en el centro de las probetas, se observó una menor sección residual a medida que la densidad de la madera fue mayor. No se observaron hendiduras o desprendimientos de materia en ninguna de las probetas.

### Densidad aparente

Con excepción de la especie *Quercus spp.*, los valores de sesgo y curtosis de la densidad aparente confirmaron la distribución normal de las muestras (Tabla 2). De ello deriva que para *Quercus spp.*, el valor  $P < 0,5$  de la prueba de Kruskal-Wallis de diferencia de medianas, sugiere que no existió

una diferencia estadísticamente significativa en la densidad antes y después del tratamiento. Sin embargo, para las especies *T. rosea*, *A. inermis*, *J. pyriformis* y *C. elaeagnoides*, el valor  $P > 0,5$  de la prueba t de Student de diferencia de medias, indicó una desigualdad estadísticamente significativa de  $\rho_{CH}$  ocasionada por la exposición de la madera al fuego.

Después de la exposición al fuego, la densidad aparente disminuyó de manera inversamente proporcional a la densidad de la especie en el siguiente orden: *T. rosea* (5,2%), *A. inermis* (3,4%), *J. pyriformis* (3,5%), *Quercus spp.* (2,7%) y *C. elaeagnoides* (2,0%). Esta tendencia se ilustra en la Figura 4a, donde el coeficiente de determinación de la correlación  $\rho_{CH}$  DT en función de  $\rho_{CH}$  AT es muy alto ( $R^2 = 0,99$ ). Los puntos en las Figuras 4a y 4b representan 175 valores correspondientes a todas las probetas estudiadas. Debido a la escala empleada, no se visualizan los 175 datos analizados. Después del tratamiento el coeficiente de variación de la densidad aparente aumentó para todas las especies: *T. rosea* (6,3%), *A. inermis* (10,0%), *J. pyriformis* (5,2%), *Quercus spp.* (3,2%) y *C. elaeagnoides* (3,1%). Es decir, cada probeta y cada especie perdieron masa en cantidades diferentes. Los valores promedio de las densidades aparentes antes del tratamiento, se situaron al interior del intervalo reportado por Tamarit Urias y López Torres (2007), Silva Guzmán et al. (2010) y Sotomayor Castellanos (2015) para estas maderas ( $613 \text{ kg m}^{-3} < \rho_{CH} < 996 \text{ kg m}^{-3}$ ). Sin embargo, los valores particulares entre cada especie difieren entre sí.

### Velocidad de onda

Para la velocidad de onda de las cinco especies, los valores de sesgo y curtosis confirmaron su distribución normal en las muestras (Tabla 2). Para *T. rosea*, *J. pyriformis*, *Quercus spp.* y *C. elaeagnoides* no se observó variación antes y después de la exposición al fuego. La especie *A. inermis* es la excepción, su valor  $P > 0,5$  de las pruebas de diferencia de medias confirmó una diferencia significativa de  $v_{us}$  entre la madera, antes y después del tratamiento.

Con excepción de *T. rosea*, especie para la cual la velocidad de onda disminuyó 6,7%, la  $v_{us}$  aumentó para *A. inermis* (0,4%), *J. pyriformis* (9,4%), *Quercus spp.* (15,2%) y *C. elaeagnoides* (4,5%).

Esta discontinuidad en los resultados se indica en la Figura 4b, donde el coeficiente de determinación de la correlación  $v_{us}$  DT en función de  $v_{us}$  AT es muy bajo. Por su parte, y después del tratamiento, el coeficiente de variación de la velocidad de onda aumentó para *T. rosea* (77,2%) y *A. inermis* (31,4%); pero disminuyó para *J. pyriformis* (26,4%), *Quercus spp.* (7,0%) y *C. elaeagnoides* (18,4%).

Las magnitudes de las velocidades de onda antes del tratamiento son similares a las determinadas con ultrasonido en la dirección longitudinal reportadas por Gonçalves et al. (2014): *Apuleia leiocarpa* ( $\rho_{CH} = 650 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $v_{us} = 4875 \text{ m s}^{-1}$ ), *Goupia glabra* ( $\rho_{CH} = 720 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $v_{us} = 4999 \text{ m s}^{-1}$ ) y *Eucalyptus saligna* ( $\rho_{CH} = 395 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $v_{us} = 5002 \text{ m s}^{-1}$ ).

#### Módulo dinámico

Los valores promedio de  $E_{us}$  disminuyeron después de la exposición de la madera al fuego (Tabla 1) en el siguiente orden: *T. rosea* (17,6%), *A. inermis* (2,5%), y *C. elaeagnoides* (10,7%). Por el contrario, las especies *J. pyriformis* y *Quercus spp.*, aumentaron sus módulos dinámicos en 15,4% y 29,1% respectivamente.

La magnitud del módulo dinámico antes del tratamiento de las cinco especies fue similar a los módulos obtenidos por ultrasonido, reportados por Bachtiar et al. (2017) para *Juglans regia* ( $E_{us} = 11190 \text{ MN m}^{-2}$ ,  $\rho_{CH} = 647 \text{ kg m}^{-3}$ ) y *Prunus*

*avium* ( $E_{us} = 8238 \text{ MN m}^{-2}$ ,  $\rho_{CH} = 560 \text{ kg m}^{-3}$ ). Son notorios los resultados para *J. pyriformis* y *Quercus spp.* Efectivamente, la expectativa del efecto en la exposición al fuego de una pieza de madera es la reducción en su resistencia mecánica, en este estudio de caso representada por su módulo dinámico.

Un análisis más detallado de las 175 probetas estudiadas, en cuanto a la dispersión de la velocidad de onda antes del tratamiento ( $v_{us}$  AT), y en función de la velocidad de onda después del tratamiento ( $v_{us}$  DT), resulta en una regresión con un coeficiente de determinación muy bajo (Figura 4b). La correlación del módulo dinámico calculado con la ecuación 4, representa la combinación de las correspondencias entre la densidad aparente y la velocidad de onda. Ello establece un coeficiente de determinación bajo (Figura 4c).

La correlación estadísticamente significativa, entre las densidades antes y después del tratamiento, contrasta con la dispersión importante entre las velocidades de onda correspondientes. Por lo tanto, es la velocidad de onda la variable que influye de manera preponderante en la estimación del módulo dinámico. Este resultado sugiere que la pérdida de masa, o su disminución en la densidad aparente, son previsible cuando se trata de una pieza de madera con las dimensiones empleadas en este estudio de caso; no así la velocidad de onda determinada con ultrasonido.

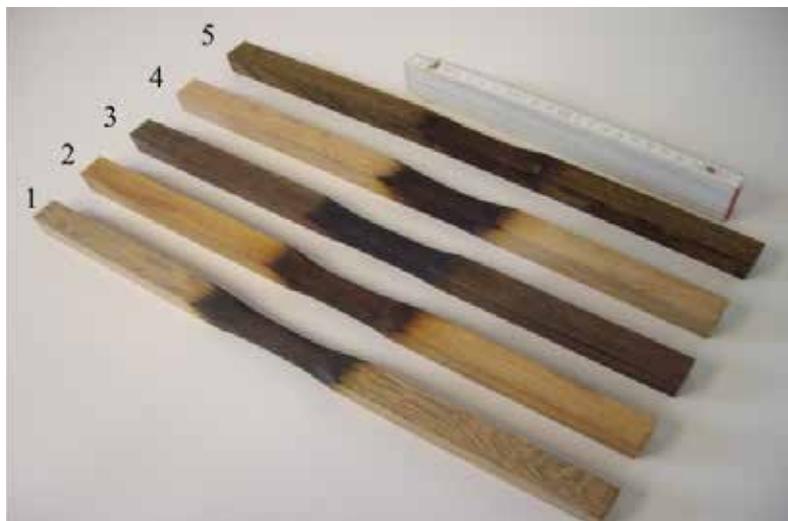


Figura 3. Probetas después del tratamiento. Los números de las probetas corresponden a la numeración de las que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Densidad aparente, velocidad de onda y módulo dinámico.

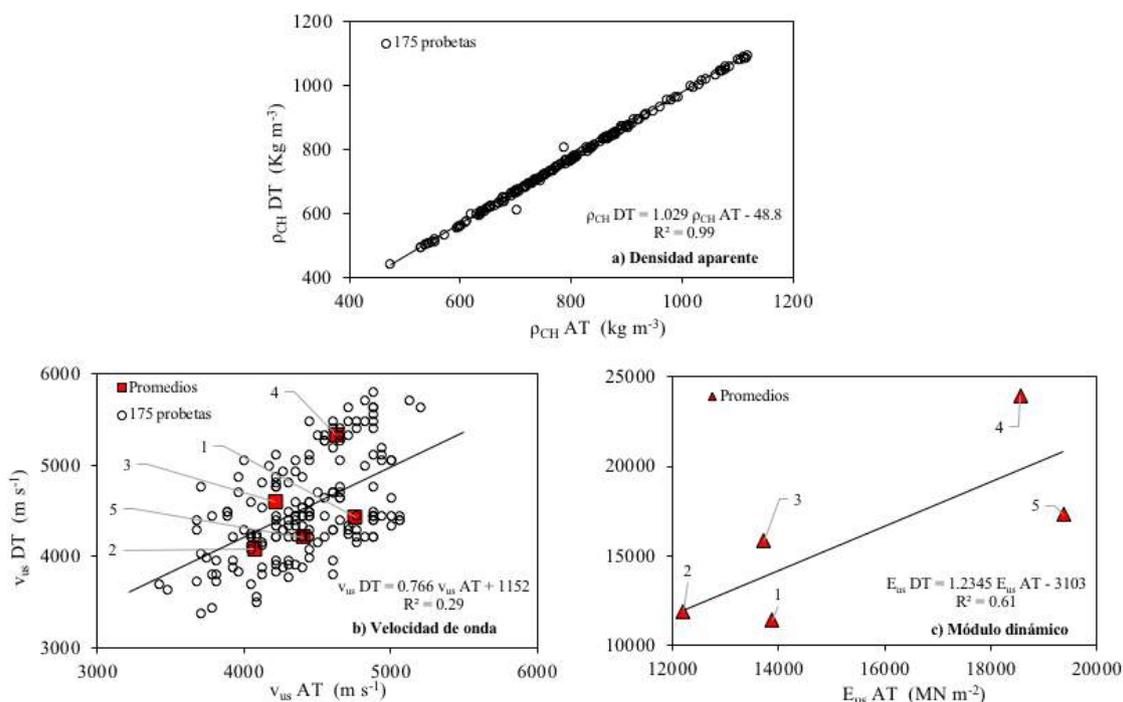
		$\rho_{CH}$	$v_{us}$	$E_{us}$
<i>1.- Tabebuia rosea</i>				
Antes del tratamiento	$\bar{x}$	613	4758	13877
	$\sigma$	59	240	-
	CV	9,6	5,05	-
Después del tratamiento	$\bar{x}$	581	4437	11438
	$\sigma$	59	398	-
	CV	10,2	8,98	-
<i>2.- Andira inermis</i>				
Antes del tratamiento	$\bar{x}$	737	4070	12208
	$\sigma$	37	270	-
	CV	5,0	6,63	-
Después del tratamiento	$\bar{x}$	712	4088	11899
	$\sigma$	39	356	-
	CV	5,5	8,71	-
<i>3.- Juglans pyriformis</i>				
Antes del tratamiento	$\bar{x}$	773	4213	13720
	$\sigma$	60	326	-
	CV	7,7	7,74	-
Después del tratamiento	$\bar{x}$	746	4608	15840
	$\sigma$	61	262	-
	CV	8,1	5,7	-
<i>4.- Quercus spp.</i>				
Antes del tratamiento	$\bar{x}$	866	4629	18556
	$\sigma$	54	259	-
	CV	6,3	5,59	-
Después del tratamiento	$\bar{x}$	843	5331	23958
	$\sigma$	55	277	-
	CV	6,5	5,2	-
<i>5.- Cordia elaeagnoides</i>				
Antes del tratamiento	$\bar{x}$	996	4410	19370
	$\sigma$	97	290	-
	CV	9,7	6,58	-
Después del tratamiento	$\bar{x}$	976	4211	17307
	$\sigma$	97	226	-
	CV	10,0	5,37	-

$\rho_{CH}$  = Densidad aparente;  $v_{us}$  = Velocidad de onda;  $E_{us}$  = Módulo dinámico;  $\bar{X}$  = Media;  $\sigma$  = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variación porcentual.

**Tabla 2.** Resultados de las pruebas de normalidad, de comparación de medias y de medianas.

	$\rho_{CH}$		$P_{(\alpha=0.05)}$	$v_{us}$		$P_{(\alpha=0.05)}$
	S	C		S	C	
1 <i>Tabebuia rosea</i> AT	-0,7100	-0,4667	-	-1,927	-0,242	-
1 <i>Tabebuia rosea</i> DT	-0,6289	-0,2682	0,0269*†	0,850	-0,872	0,0001
2 <i>Andira inermis</i> AT	-0,0998	-0,1598	-	-1,471	-0,007	-
2 <i>Andira inermis</i> DT	-1,0218	-0,0998	0,0061*†	-0,479	-0,640	0,8188*
3 <i>Juglans pyriformis</i> AT	-0,6014	-0,4580	-	0,020	-0,570	-
3 <i>Juglans pyriformis</i> DT	-0,6630	-0,5102	0,0686**†	0,221	-0,129	0,0001
4 <i>Quercus spp.</i> AT	-4,5993	6,2573	-	-0,275	-0,215	-
4 <i>Quercus spp.</i> DT	-4,7229	6,4449	0,0188**††	-1,194	-0,655	0,0001
5 <i>Cordia elaeagnoides</i> AT	-1,3709	-0,9560	-	-0,464	-0,253	-
5 <i>Cordia elaeagnoides</i> DT	-1,4006	-0,9343	0,4082**†	-1,931	-0,632	0,0021

$\rho_{CH}$  = Densidad aparente;  $v_{us}$  = Velocidad de onda; S = Sesgo; C = Curtosis; \* Existe una diferencia estadísticamente significativa; \*\* No existe una diferencia estadísticamente significativa; † = Prueba t de Student para medias; †† = Prueba de Kruskal-Wallis para medianas.



**Figura 4.** Dispersión de: a) la densidad aparente ( $\rho_{CH}$ ) b) la velocidad de onda ( $v_{us}$ ) y c) el módulo dinámico ( $E_{us}$ ); sus regresiones  $y = ax \pm b$  y coeficientes de determinación ( $R^2$ ). Los números de los puntos corresponden a la numeración de las probetas mostradas en la Tabla 1.

### III. CONCLUSIONES

La presente investigación determinó la densidad aparente, la velocidad de onda y el módulo dinámico de cinco maderas mexicanas. El uso del ultrasonido permitió comparar, en una misma probeta, estos parámetros antes y después de ser sometida al fuego.

Cuando la madera es expuesta al fuego, cada especie se comporta de manera diferente. En consecuencia, las especies de madera con mayor densidad aparente pierden menos masa. La densidad aparente de la madera después de la exposición al fuego, presenta una fuerte correlación con la densidad de la madera antes de ser expuesta al mismo. En cambio, la velocidad de onda y el módulo dinámico no se correlacionan bien.

Los resultados de la investigación son particulares para las condiciones experimentales de este estudio de caso. Para sugerir un comportamiento más general de la madera expuesta al fuego, son recomendables estudios intensivos con métodos normalizados.

### IV. REFERENCIAS

- Ansell, M. P. (2012). Wood: A 45th anniversary review of JMS papers, *Journal of Materials Science*, 47(2), 583-598. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/227284325\\_Wood\\_A\\_45th\\_anniversary\\_review\\_of\\_JMS\\_papers](https://www.researchgate.net/publication/227284325_Wood_A_45th_anniversary_review_of_JMS_papers)
- Aseeva, R., Serkov, B., & Sivenkov, A. (2014). *Fire Behavior and Fire Protection in Timber Buildings*, Wien, Austria, Springer
- Babrauskas, V. (2005). Charring rate of wood as a tool for fire investigations, *Fire Safety Journal*, 40(6), 528-554. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/222913778\\_Charring\\_rate\\_of\\_wood\\_as\\_a\\_tool\\_for\\_fire\\_investigations](https://www.researchgate.net/publication/222913778_Charring_rate_of_wood_as_a_tool_for_fire_investigations)
- Babu, B. V. (2008). Biomass pyrolysis: a state-of-the-art review, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2(5), 393-414. Doi: 10.1002/bbb.92
- Bachtiar, E. V., Sanabria, S. J., Mittig, J. P., & Niemz, P. (2017). Moisture-dependent elastic characteristics of walnut and cherry wood by means of mechanical and ultrasonic test incorporating three different ultrasound data evaluation techniques, *Wood Science and Technology*, 51(1), 47-67. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00226-016-0851-z>
- Canadian Wood Council. (1996). *Fire Safety Design in Buildings*, Ottawa, Canada, Canadian Wood Council.
- Chung, Y. (2010). Comparison of combustion properties of native wood species used for fire pots in Korea, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 16(1), 15-19. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226086X10000328>
- Confemadera. (2010). *Construir con Madera*, Madrid, España, Confederación Española de Empresarios de la Madera.
- Cordero, J., & Boshier, D. H. (2003). Árboles de Centroamérica, Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Dietsch, P., & Köhler, J. (2010). Assessment of Timber Structures, *Modelling of the Performance of Timber Structures*, Aachen, Germany, Shaker Verlag.
- Gonçalves, R., Trinca, A. J., & Pellis, B. P. (2014). Elastic constants of wood determined by ultrasound using three geometries of specimens, *Wood Science and Technology*, 48(2), 269-287. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00226-013-0598-8>
- International Organization for Standardization. (2012). ISO 3129:2012, Wood. *Sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens*, Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2014a). ISO 13061-1:2014, Wood. *Determination of moisture content for physical and mechanical tests*, Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2014b). ISO 13061-2:2014, Wood. *Determination of density for physical and mechanical tests*, Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization.
- Joint Committee on Structural Safety. (2006). *Probabilistic model code*. Part 3.5-Timber, Lyngby, Denmark, Joint Committee on Structural Safety.
- Meyers, M.A. (1994). *Dynamic Behavior of Materials*, Hoboken, USA, John Wiley & Sons.
- Pellerin, R. F., & Ross, R. J. (2002). *Nondestructive Evaluation of Wood*, Peachtree Corners, USA, Forest Products Society.
- Silva Guzmán, J. A., Fuentes Talavera, F. J., Rodríguez Anda, R., Torres Andrade, P. A., Lomelí Ramírez, M. A., Ramos Quirarte J.,... Richter, H. G. (2010). *Fichas de propiedades tecnológicas y usos de maderas*

- nativas de México e importadas*, México, México, Comisión Nacional Forestal.
- Sotomayor Castellanos, J. R. (2015). *Banco FITECMA de características físico-mecánicas de maderas mexicanas*, Morelia, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Sotomayor Castellanos, J. R., & Carrillo Gómez, M. I. (2017). Comportamiento al fuego de cinco especies mexicanas. Estudio comparativo, *Investigación e Ingeniería de la Madera*, 13(2), 4-38.
- Sotomayor Castellanos, J. R., & Villaseñor Aguilar J. M., (2016). Propiedades acústicas de madera de *Fraxinus americana* y *Fraxinus uhdei*, *Brazilian Journal of Wood Science*, 7(3), 147-155. Recuperado de <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/8633>
- Tamarit Urias, J. C., & López Torres, J. L. (2007). *Xilotecología de los principales árboles tropicales de México*, San Martinito, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias.
- Xu, Q. F., Chen, L. Z., Harries, K. A., Zhang, F. W., Liu, Q., & Feng, J. H. (2015). Combustion and charring properties of five common constructional wood species from cone calorimeter tests, *Construction and Building Materials*, 96, 416-427. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061815302877>



## Normas de Publicación

La **Revista Ciencia UNEMI** es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación cuatrimestral a partir del año 2016. Dirigida a la población universitaria, que publica principalmente trabajos originales de investigación científica, ensayos y comunicaciones originales preferentemente en las áreas prioritarias de la revista. Su objetivo es divulgar las realizaciones científicas y tecnológicas de la UNEMI, así como las que se realicen en otras universidades y centros de investigación en el país y en el exterior, en las áreas relacionadas con Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; Salud Pública y Educación y Cultura.

### CONDICIONES GENERALES

Las contribuciones que se publiquen en **Ciencia UNEMI** deben estar enmarcadas en los requisitos fijados en la presente Norma y aceptadas por el Comité Editorial. Todos los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español o inglés, y no estar en proceso de arbitraje por otras revistas. Los derechos de publicación de los trabajos son propiedad de Ciencia UNEMI, se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cumplan las condiciones siguientes: sin fines comerciales, no se realicen alteraciones de sus contenidos y se cite su información completa (nombre y apellido del autor, Ciencia UNEMI, número de volumen, número de ejemplar y URL exacto del documento citado). Los autores deberán indicar nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeñan y dirección completa, incluyendo teléfono, fax y correo electrónico. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

### CONTRIBUCIONES

El Comité Editorial acepta tres (3) tipos de contribuciones para publicación en las distintas áreas de la Revista Ciencia UNEMI: Los Artículos Científicos, los Artículos Técnicos, y los Ensayos. Los Artículos Científicos son el resultado de trabajos de investigación, bien sea bibliográfico o experimental, en el que se han obtenido resultados, se discutieron y se llegaron a conclusiones que signifiquen un aporte innovador en Ciencia y Tecnología. Los Artículos Técnicos son el resultado de trabajos de grado o de investigación en el ámbito universitario e industrial, bien sea experimental y/o no experimental, que signifiquen un aporte tecnológico para la resolución de problemas específicos en el sector industrial. Los Ensayos son aquellas contribuciones producto de investigaciones destinadas a informar novedades y/o adelantos en las especialidades que abarca Ciencia UNEMI. Estos deben ser inéditos y no se aceptarán los que hayan sido ofrecidos a otros órganos de difusión.

### PRESENTACIÓN

Todas las contribuciones deben ser enviadas en formato electrónico. La redacción del manuscrito debe realizarse en

español o inglés.

Éste debe ser redactado en tercera persona y tiempo verbal presente. El mismo debe ser escrito utilizando el procesador de texto Microsoft Office Word® tipeadas a una sola columna, a interlineado simple, con un espaciado posterior entre párrafos de 6 puntos, en papel tamaño A4 (21,0 x 29,7 cm), tipo de letra Times New Roman, tamaño 12, justificado, sin sangría y con márgenes de 2,5 cm en todos los lados: inferior, superior, izquierdo y derecho.

Las contribuciones deben tener una extensión mínima de 4 páginas y 16 como máximo. Los ensayos deben tener mínimo 30 referencias bibliográficas. Las ilustraciones, gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras y serán presentadas en formatos jpg. Las figuras deben ser en original, elaboradas por los autores. No se aceptan figuras escaneadas. Las fotografías deben ser de alta resolución, nítidas y bien contrastadas, sin zonas demasiado oscuras o extremadamente claras. Las tablas y las figuras se deben enumerar (cada una) consecutivamente en números arábigos, en letra Times New Roman, tamaño 10. Éstas deben ser incluidas lo más próximo posible a su referencia en el texto, con su respectivo título en la parte superior si es una tabla o inferior si es una figura. En el caso de que la información contenida sea tomada de otro autor, se debe colocar la fuente. Todas las ecuaciones y fórmulas deben ser generadas por editores de ecuaciones actualizados y enumeradas consecutivamente con números arábigos, colocados entre paréntesis en el lado derecho. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Las unidades deben ser colocadas en el Sistema Métrico Decimal y Sistema Internacional de Medida. Si se emplean siglas y abreviaturas poco conocidas, se indicará su significado la primera vez que se mencionen en el texto y en las demás menciones bastará con la sigla o la abreviatura.

Citas bibliográficas en el texto: las citas deberán hacerse señalando en el texto el apellido del primer autor seguido por el del segundo autor o por et al si fueran más de dos autores, y el año de publicación. Por ejemplo: (Campos, 2012),... Campos (2012), (Da Silva y González, 2015), (Alvarado et al, 2014). Cuando se incluyen dos o más citas dentro de una misma frase, las citas se arreglan en orden cronológico. Citas que tengan el mismo año de publicación se arreglan en orden alfabético. Cuando se cite a autores que hayan publicado más de una referencia en el mismo año, se diferenciarán con las letras a, b, c, etc., colocadas inmediatamente después del año de publicación (por ejemplo, 2011a). Si el (los) mismo (s) autor (es) tiene (n) varias publicaciones con distintas fechas pueden citarse juntas en el texto (Campos *et al.*, 2014, 2015). Se recomienda que los autores revisen directamente las fuentes originales, en lugar de acudir a referencias de segunda mano; sólo cuando no sea posible localizar la fuente primaria de información se aceptará citar un trabajo mediante otra referencia. Ejemplo: (Ramírez, 2008, citado por Alvarado, 2015). Teniendo en cuenta que en el apartado de referencias sólo se señalarán los autores de los artículos realmente consultados, o sea, Alvarado (2015) en este caso.

## COMPOSICIÓN

Cada contribución deberá ordenarse en las siguientes partes: título en español, datos de los autores, resumen y palabras clave en castellano; título, resumen y palabras clave en inglés; introducción, metodología o procedimiento, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas y agradecimientos.

**1. Título en español.** Debe ser breve, preciso y codificable, sin abreviaturas, paréntesis, fórmulas, ni caracteres desconocidos. Debe contener la menor cantidad de palabras (extensión máxima de 15 palabras) que expresen el contenido del manuscrito y pueda ser registrado en índices internacionales.

**2. Datos de los autores.** Debe indicar el primer nombre y primer apellido. Se recomienda para una correcta indización del artículo en las bases internacionales, la adopción de un nombre y un solo apellido para nombres y apellidos poco comunes, o bien el nombre y los dos apellidos unidos por un guión para los más comunes (Ej. María Pérez-Acosta). En otro archivo se debe indicar la información completa de cada autor: nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeña y dirección completa, incluyendo número de teléfono, fax e imprescindible correo electrónico.

**3. Resumen en español y Palabras clave.** Debe señalar el objetivo o finalidad de la investigación y una síntesis de la metodología o procedimiento, de los resultados y conclusiones más relevantes. Tendrá una extensión máxima de 200 palabras en un solo párrafo con interlineado sencillo. No debe contener referencias bibliográficas, tablas, figuras o ecuaciones. Al final del resumen incluir de 3 a 10 palabras clave o descriptores significativos, con la finalidad de su inclusión en los índices internacionales.

**4. Título, Resumen y Palabras Clave en inglés (Abstract y Keywords).** Son la traducción al inglés del título, resumen y palabras clave presentadas en español.

**5. Introducción.** Se presenta en forma concisa una descripción del problema, el objetivo del trabajo, una síntesis de su fundamento teórico y la metodología empleada. Se debe hacer mención además del contenido del desarrollo del manuscrito, sin especificar los resultados y las conclusiones del trabajo.

## 6. Desarrollo:

• **Materiales y Métodos (Metodología):** se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se realizó el trabajo, se describen los métodos y materiales desarrollados y/o utilizados.

• **Resultados:** se presenta la información y/o producto pertinente a los objetivos del estudio y los hallazgos en secuencia lógica.

• **Discusión de resultados:** se presentan los argumentos que sustentan los resultados de la investigación. Se examinan e interpretan los resultados y se sacan las conclusiones derivadas de esos resultados con los respectivos argumentos que las sustentan. Se contrastan los resultados con los referentes teóricos, justificando la creación de conocimiento como resultado del trabajo.

**7. Conclusiones.** Se presenta un resumen, sin argumentos, de los resultados obtenidos.

**8. Referencias bibliográficas.** Al final del trabajo se incluirá una lista denominada "Referencias"; la veracidad de estas citas, será responsabilidad del autor o autores del artículo. Debe evitarse toda referencia a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, no universalmente accesibles. Las referencias bibliográficas se citan en estricto orden alfabético, iniciando con el apellido del primer autor seguido de la (s) inicial (es) de su(s) nombre (s). Si todos los autores son idénticos en dos o más referencias, la fecha de publicación dictará su ordenamiento en la lista final. Si se da el caso de que existan dos o más artículos, de los mismos autores y publicados en el mismo año, en la lista de referencias se incluirán por orden alfabético de los títulos de los artículos, agregando una letra como sufijo. Al final del trabajo se indicarán las fuentes, como se describe a continuación, según se trate de:

**a. Libro:** A continuación se describen varias formas de citar un libro.

Libro con autor: Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título en cursiva, Ciudad y país, Editorial. Por ejemplo:

Hacyan, S., (2004), *Física y metafísica en el espacio y el tiempo. La filosofía en el laboratorio*, México DF, México: Fondo nacional de cultura económica.

Libro con editor: En el caso de que el libro sea de múltiples autores es conveniente citar al editor. Apellido editor, Iniciales nombre editor. (Ed.). (Año). Título. Ciudad, País: Editorial. Por ejemplo:

Wilber, K. (Ed.). (1997). *El paradigma holográfico*. Barcelona, España: Editorial Kairós

Libro en versión electrónica: Los libros en versión electrónica pueden venir de dos maneras: Con DOI y Sin DOI. El DOI (Digital Object Identifier), es la identificación de material digital, único para cada libro.

Libros en línea sin DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. Recuperado de <http://www.xxxxxx.xxx>

De Jesús Domínguez, J. (1887). *La autonomía administrativa en Puerto Rico*. Recuperado de <http://memory.loc.gov/>

Libros Con DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. doi: xx.xxxxxxxx

Montero, M. y Sonn, C. C. (Eds.). (2009). *Psychology of Liberation: Theory and applications*. doi: 10.1007/ 978-0-387-85784-8

Capítulo de un libro. Se referencia un capítulo de un libro cuando el libro es con editor, es decir, que el libro consta de capítulos escritos por diferentes autores: Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial

Molina, V. (2008). "... es que los estudiantes no leen ni escriben": El reto de la lectura y la escritura en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. En H. Mondragón (Ed.), *Leer, comprender, debatir, escribir. Escritura de artículos científicos por profesores universitarios* (pp. 53-62). Cali, Valle del Cauca: Sello Editorial Javeriano.

**b. Artículos científicos:** Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título, Nombre de la revista en cursiva, Volumen, Número, Páginas. Por ejemplo:

Corominas, M., Roncero, C., Bruguca, E., y Casas, M. (2007). Sistema dopaminérgico y adicciones, *Rev Mukuel*, 44(1), 23-31.

**REFERENCIA SEGÚN EL TIPO DE ARTÍCULO:**

**Artículos con DOI:**

Bezuidenhout, A. (2006). Consciousness and Language (review). *Language*, 82(4), 930-934. doi: 10.1353/lan.2006.0184

**Artículo sin DOI impreso:**

Fields, D. (2007). Más allá de la teoría neuronal. *Mente y Cerebro*, 13(24), 12-17.

**Artículo sin DOI digital:**

Mota de Cabrera, C. (2006). El rol de la escritura dentro del currículo de la enseñanza y aprendizaje del inglés como segunda lengua (esl/efl): Una perspectiva histórica. *Acción Pedagógica*, 15(1), 56-63. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/accionpe/>

**REFERENCIA SEGÚN LA CANTIDAD DE AUTORES:**

**Un autor:**

Tarlaci, S. (2010). A Historical View of the Relation Between Quantum Mechanics and the Brain: A Neuroquantologic Perspective. *NeuroQuantology*, 8(2), 120-136.

**Dos a siete autores:** Se listan todos los autores separados por coma y en el último se escribe "y".

Tuszynski, J., Sataric, M., Portet, S., y Dixon, J. (2005). Physical interpretation of micro tubule self-organization in gravitational fields. *Physics Letters A*, 340(1-4), 175-180.

**Ocho o más autores:** Se listan los primeros seis autores, se ponen puntos suspensivos y se lista el último autor.

Wolchik, S. A., West, S. G., Sandler, I. N., Tein, J.-Y., Coatsworth, D., Lengua, L.,...Griffin, W. A. (2000). An experimental evaluation of theory-based mother and mother-child programs for children of divorce. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 843-856.

**c. Simposios, Congresos o Conferencias:** Autor, A. & Autor, A. (Fecha) del evento. Evento llevado a cabo en el Nombre de la organización, Lugar. Por ejemplo:

Rojas, C., & Vera, N. (Agosto de 2013). ABMS (Automatic BLAST for Massive Sequencing). 2° Congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformática CCBCOL. Congreso llevado a cabo en Manizales, Colombia.

**d. Informes:** para citar un informe de alguna organización, institución gubernamental o autor corporativo se debe seguir el siguiente formato: Nombre de la organización. (Año). Título del informe (Número de la publicación). Recuperado de <http://xxx.xxxxxx.xxx/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2012). Tecnologías de la información y las comunicaciones. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co>

**e. Trabajo de Grado o Tesis:** Autor, A., & Autor, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Lugar. Por ejemplo:

Aponte, L., & Cardona, C. (2009). Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora (tesis de pregrado). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

**INSTRUCCIONES DE ENVÍO**

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido anteriormente especificados. Los trabajos (en el respaldo digital) deben ser entregados en la Secretaría del Departamento de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Universidad Estatal de Milagro, ubicada en la Ciudadela Universitaria, km 1½ vía a la Parroquia Virgen de Fátima; o si lo desea, enviar el artículo al email: [ciencia\\_unemi@unemi.edu.ec](mailto:ciencia_unemi@unemi.edu.ec), o a través de la página web: [ojs.unemi.edu.ec](http://ojs.unemi.edu.ec). Para mayor información dirigirse a las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, o comunicarse por los teléfonos +5932715118 – 2715079 – 2715081, ext. 3115-3212. En caso de requerirlo, escribir al correo electrónico antes mencionado.

**PROCESO EDITORIAL**

1. Recepción de artículos. El Comité Editorial efectuará una primera valoración editorial consistente en comprobar la adecuación del artículo a los objetivos de la revista, así como el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas de publicación. El Comité Editorial hará las correcciones pertinentes, sin alterar el contenido del mismo. Si encontrara fallas que pudieran afectarlo, las correcciones se harán de mutuo acuerdo con su autor. La recepción del artículo no supone su aceptación.

2. Sistema de revisión por pares (peer review). Los artículos preseleccionados serán sometidos a un proceso de arbitraje. Se asignarán dos o más revisores especializados en la materia, que evaluarán el artículo de forma confidencial y anónima (doble ciego), en cuanto a su contenido, aspectos formales, pertinencia y calidad científica. La aceptación definitiva del manuscrito está condicionada a que los autores incorporen en el mismo todas las correcciones y sugerencias de mejora propuestas por los árbitros.

3. Decisión editorial. Los criterios para la aceptación o rechazo de los trabajos son los siguientes: a) Originalidad; b) Precisión en el tema; c) Solidez teórica; d) Fiabilidad y validez científica; e) Justificación de los resultados; f) Impacto; g) Perspectivas/aportes futuros; h) Calidad de la escritura; i) Presentación de las tablas y figuras; y e) Referencias. Finalizado el proceso de evaluación, se notificará al autor principal la aceptación o rechazo del trabajo.

Los autores del artículo recibirán una constancia de su aceptación para publicarlo. Una vez publicado el artículo se les enviarán tres (3) ejemplares de la Revista respectiva y un certificado de haber publicado. Los trabajos no aceptados serán devueltos a sus autores indicándoles los motivos de tal decisión.

Tabla. Parámetros de Evaluación

CARACTERÍSTICA	N°	CRITERIO	ENSAYO	ARTÍCULO
<b>Innovación / Originalidad del artículo</b>	1.	Las ideas planteadas son nuevas	SI	SI
	2.	Las ideas planteadas son interesantes	SI	SI
	3.	Las ideas planteadas pueden aportar un nuevo enfoque para tratar un viejo problema	SI	SI
<b>Precisión en el tema / coherencia con los objetivos</b>	4.	Se especifica de forma clara el tipo de artículo del que se trata	SI	SI
	5.	Se especifica de forma clara el fin u objetivo que persigue el artículo.	SI	SI
<b>Solidez teórica y calidad de los argumentos</b>	6.	La estructura del artículo es la adecuada.	SI	SI
	7.	Existe orden, coherencia y sistematicidad en las ideas expuestas.	SI	SI
	8.	Las ideas planteadas se basan en argumentos sólidos, ya demostrados por otros autores o en estudios anteriores.	SI	SI
	9.	Los argumentos presentados están actualizados (a partir del 2004 en adelante).	SI	SI
<b>Nivel científico, diseño experimental, metodología</b>	10.	La metodología empleada es la adecuada, tiene calidad y garantías científicas	NO	SI
	11.	En el artículo se describe de forma suficiente el método y procedimiento para que un lector interesado pueda reproducirlo	NO	SI
	12.	Las hipótesis o las preguntas de investigación se han planteado adecuadamente.	NO	SI
	13.	Se ha definido claramente el diseño experimental.	NO	SI
	14.	Los instrumentos de medición y experimentación utilizados tienen calidad y garantías científicas	NO	SI
	15.	Se consigue integrar en un marco nuevo y más simple de resultados que antes implicaban un marco más complejo	NO	SI
<b>Presentación y justificación de los resultados / conclusiones</b>	16.	El artículo aporta resultados de importancia teórica o práctica.	SI	SI
	17.	Los datos presentados son válidos	SI	SI
	18.	Los datos y resultados son claramente expuestos mediante fórmulas, tablas y figuras	SI	SI
	19.	El tratamiento de datos va encaminado hacia la comprobación de las hipótesis o las preguntas de investigación.	NO	SI
	20.	La interpretación que se hace de los resultados es inequívoca.	SI	SI
	21.	Las conclusiones se basan en los argumentos planteados o resultados obtenidos.	SI	SI
	22.	Las conclusiones van en concordancia con el objetivo planteado.	SI	SI
<b>Impacto del tema presentado en el artículo</b>	23.	Las conclusiones presentadas son de interés para la comunidad académica	SI	SI
	24.	El contenido del artículo se constituye en un aporte significativo al conocimiento anteriormente desarrollado en su área.	SI	SI
<b>Perspectivas / futuros trabajos</b>	25.	El artículo es relevante para la discusión de problemas en su área.	SI	SI
	26.	El artículo abre posibilidades para realizar investigaciones futuras	SI	SI
<b>Calidad de la escritura</b>	27.	La redacción del artículo es clara y entendible	SI	SI
<b>Legibilidad de figuras y tablas</b>	28.	Las figuras y tablas se encuentran correctamente enumeradas y con su respectivo título	SI	SI
<b>Bibliografía</b>	29.	El artículo contiene al menos 30 citas bibliográficas.	SI	NO
	30.	El artículo contiene citas bibliográficas claramente definidas	SI	SI

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS PARA AUTORES

Ciudad, fecha.....20....

DIRECTOR DE LA REVISTA CIENCIA UNEMI

Universidad Estatal de Milagro

Milagro, Ecuador

Presente.

Por medio del presente documento y fundamentado en lo dispuesto en la Ley de Derecho de Autor el (los) suscrito (s) .....[Nombres y apellidos de autor (es)] he (hemos) remitido para su publicación en la Revista Ciencia UNEMI, editada por la Universidad Estatal de Milagro, el trabajo intitulado (título completo)..... para que de forma exclusiva reproduzca, publique, edite, fije, comunique y transmita públicamente en cualquier forma o medio impreso o electrónico inclusive internet e incluir en índices nacionales e internacionales o bases de datos en caso de ser aprobado el artículo de mi (nuestra) autoría. Por lo tanto el (los) autor (es) firmante (s) DECLARA (MOS):

- Que el trabajo de investigación entregado es un trabajo original.
- Que no ha sido publicado previamente por ningún medio.
- Que no ha sido remitido simultáneamente a otras publicaciones impresas o digitales, ni está pendiente de valoración, para su publicación, en ningún otro medio, en ningún formato.
- Que en caso de ser publicado el artículo, transfieren todos los derechos de autor a la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro, sin cuyo permiso expreso no podrán reproducirse ninguno de los materiales publicado en la misma.
- Que el trabajo presentado no contiene material escandaloso, calumnia, difamación, obscenidad, fraude o cualquier otro material ilegal; y ni el trabajo, ni el título vulnera ningún derecho de autor, derecho literario, marca o derecho de propiedad de terceras personas. Asumo (asumimos) la total responsabilidad de todos los extremos y opiniones contenidos en el trabajo remitido.

En virtud de lo anterior, manifiesto (manifestamos) expresamente que no me (nos) reservo (reservamos) ningún derecho en contra de la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro.

Atentamente

.....  
Nombres y firma de autor (es)

Enviar por correo electrónico o entregar en las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, de la Universidad Estatal de Milagro.

Correos: ciencia\_unemi@unemi.edu.ec

---

**REVISTA CIENCIA UNEMI**

Volumen 11 - Número 27, Mayo-Agosto 2018

ISSN-1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Digital

Universidad Estatal de Milagro

Ciudadela Universitaria, km 1.5 vía Milagro km 26

Conmutador: 04 2 715-081, ext. 3210

Milagro, Ecuador

# CIENCIA

UNEMI

[www.unemi.edu.ec](http://www.unemi.edu.ec)

[www.facebook.com/unemionline](http://www.facebook.com/unemionline)  
/unemionline

facebook

[www.flickr.com/rpp-unemi](http://www.flickr.com/rpp-unemi)  
rpp-unemi



[www.twitter.com/UNEMI\\_ec](https://twitter.com/UNEMI_ec)  
@UNEMI\_ec

twitter

[www.youtube.com/UnemiTube](http://www.youtube.com/UnemiTube)  
UnemiTube



Dirección: Cdla. Universitaria, Km. 1,5 vía Milagro Km. 26  
Conmutador: (04) 2 715-081 / 2 715-079

E-mail: [rectorado@unemi.edu.ec](mailto:rectorado@unemi.edu.ec)  
Milagro - Guayas - Ecuador