

**PORTADA**

**p-ISSN: 1390-6143, e-ISNN: 2477-8893**

**Tamaño de la página: 21.0 x 29.7 cm**

**Margen: 2.54 cm a los cuatros lados**

**Tamaño final: 100% original**

**Vol. 11 / No. 1 / Junio 2020**

**p-ISSN: 1390-6143**

**e-ISSN: 2477-8893**

**Universidad de Cuenca**  
**Dirección de Investigación - DIUC**

---

**MASKANA** (*búsqueda* en quechua), el nombre de la revista científica de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC), se refiere directamente a la definición de *investigación*, que en el sentido más amplio se entiende como la búsqueda del avance del conocimiento a través de la recopilación de datos, información y hechos.

**MASKANA** (*searching* in quechua), the name of the scientific journal of the Research Directorate of the University of Cuenca (DIUC), relies directly to the definition of *research*, which in the broadest sense means *searching* for advancement in knowledge via gathering of data, information and facts.

# **MASKANA • Volumen 11 • Número 1 • enero-junio 2020**

## **Indexada en Latindex Catálogo 2.0**

Revista semestral de Ciencias Humanas y Sociales, Biológicas y de la Salud, Exactas y Tecnologías de la Universidad de Cuenca (UC). Publicación internacional, bilingüe, revista electrónica con acceso abierto (<https://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana>). En este sitio web se puede descargar la guía para autores (en español o inglés). Las ideas y opiniones expresadas en las colaboraciones son de exclusiva responsabilidad de los autores y autoras.

### **Consejo Editorial UC**

Director:

Mauricio Espinoza (PhD) Dirección de Investigación, UC

Editor:

Edison Timbe (PhD) Dirección de Investigación, UC

### **Miembros**

Jan Feyen (PhD) Facultad de Bioingeniería, Universidad Católica de Lovaina, Bélgica

Hubert B. Van Hoof (PhD) Ciencias de la Hospitalidad, Pennsylvania State University, USA

Ricardo Alberio (PhD) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Mar del Plata, Argentina

Priscila Hermida (PhD) Pontificia Universidad Católica, Quito, Ecuador

Adriana Orellana (PhD) Facultad de Ciencias Médicas, UC

### **Bajo el auspicio de**

Pablo Vanegas Peralta (PhD), Rector UC

Catalina León Pesántez (PhD), Vicerrectora UC

**Impresión:** SelfPrint

**Copyright:** Los artículos de este volumen se distribuyen bajo Creative Commons Attribution 4.0 License: los autores conservan los derechos de autoría de los artículos y otorgan a la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) una licencia irrevocable no exclusiva para publicar el artículo electrónicamente y en formato impreso y para identificarse como el editor original.

## **MASKANA: Directrices para los autores<sup>1</sup>**

### **1. Información general**

La edición de la revista es semestral. Los artículos deben ser originales y no deben encontrarse bajo evaluación en otras revistas. Los artículos pueden estar escritos en español o en inglés y podrán presentarse por correo (maskana.diuc@ucuenca.edu.ec) en cualquier momento del año. Los manuscritos presentados pasan por un proceso de revisión y los autores son informados sobre la aceptabilidad del artículo para su publicación. Si el artículo es aceptado con menores o mayores revisiones los autores reciben las sugerencias correspondientes sobre cómo mejorar el contenido y la redacción del manuscrito.

### **2. Estructura del manuscrito**

La estructura de manuscritos con datos experimentales debe seguir el siguiente esquema: Título; Lista de autores; Afiliación de los autores; Resumen; Palabras clave; Abstract; Keywords; Introducción; Materiales y métodos; Resultados y discusiones; Conclusiones; Agradecimientos; y Bibliografía. En caso de tratarse de artículos de reflexión o de revisión de la literatura la estructura se reduce a: Título; Lista de autores; Afiliación de los autores; Resumen; Palabras clave; Abstract; Keywords; Introducción; una o más secciones sobre los aspectos para los que el(los) autor(es) propone(n) la investigación; Conclusiones; Agradecimientos; y Bibliografía.

### **3. Instrucciones de escritura**

- Los artículos se presentan en formato MS Word.
- Diseño de página: tamaño A4, márgenes de 2.54 cm en todos los lados de la página, páginas numeradas.
- Longitud del manuscrito: máximo 10,000 palabras incluyendo todas las secciones.
- Título: 10 a 12 palabras; escrito como una etiqueta, mas no como una frase.
- Lista de autores y la dirección de afiliación.
- Dirección de correo electrónico del autor para correspondencia.
- Resumen: máximo 250 palabras, escrito como un párrafo.
- Palabras clave: menos de 7 palabras.
- Limite la subdivisión de cada sección del manuscrito en un sólo nivel (1.1., 1.2., 1.3., 2.1, 2.2., etc.).
- Tipo y tamaño de letra: Times New Roman, 11 puntos para el texto y 10 puntos para las notas de pie de página.
- Espaciado entre líneas de texto: 1.5 y sencillos en tablas, apéndices y referencias bibliográficas. Introducir una línea en blanco entre cada sección del artículo, no entre párrafos. Activar en MS Word, la opción de numerado de cada línea en cada página.
- Tablas, figuras, fotografías y mapas: Presente únicamente resultados relevantes, que son necesarios para comprender mejor el texto. En un artículo consta normalmente más texto que ilustraciones.
- Las tablas no contienen líneas verticales. Se recomienda el uso del punto como signo separador de los decimales, y el uso de una coma para marcar miles en números.
- Figuras, mapas y fotografías: El texto en ilustraciones debe ser legible, y las ilustraciones de alta calidad. La resolución mínima de ilustraciones es 300 dpi, y el formato preferible es JPEG o TIFF.
- Modo de citar autores en el texto: Goffman (1987); Iannconne & Alvarño (2005); Baroody *et al.* (2012); (Aunio & Niemivirta, 2010; De Smedt *et al.*, 2009; Duncan *et al.*, 2007; Geary, 2011).
- Bibliografía:
  - Artículos:* Robinson, G. L., & Miles, J. (1987). The use of colored overlays to improve visual processing: A preliminary survey. *The Exceptional Child*, 34(1), 65-70.
  - Libros:* Montgomery, D. C., Johnson, L. A., & Gardiner, J. S. (1990). *Forecasting and time series analysis* (2ª ed.). New York, NY: McGraw-Hill Publ. Comp., 367 pp.
  - Capítulos de libros:* Geo-JaJa, M. A., & Azaiki, S. (2010). Development and education challenges in the Niger Delta. In: Hui Xu, Lou, S., & Xiu Lan Wan (Eds.). *Studies in African Education*. Hangzhou: Zhejiang University Press, pp. 210-228.
  - Ponencias en congresos:* Hangartner, M., Burri, P., & Monn, C. (1989). *Passive sampling of nitrogen dioxide, sulphur dioxide, ozone ambient air*. In: Brassler, L. J. (Ed.), *Proceedings of the 8<sup>th</sup> World Clean Air Congress Man and His Ecosystem*, The Hague, The Netherlands, pp. 681-686.
  - Fuentes de Internet:* W3C, 2009. *Public-rdf-in-xhtml-tf*. Descargado de <http://lists.w3.org/Archives/Public/public-rdf-in-xhtml-tf/2009Aug/thread.html> el 26 de octubre de 2014.

---

<sup>1</sup> El documento completo de las directrices para los autores está disponible en <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/>

# Contenidos

Vol. 11, No. 1, junio 2020

## Nota Editorial / Editorial Note

Shall COVID-19 accelerate the transfer of passive learning to active education? / ¿Acelerará la COVID-19 la transición del aprendizaje pasivo a la educación activa? 1-4  
*Jan Feyen*

## Artículos Científicos / Original Research Papers

Assessment of the emotions that block Ecuadorian students from speaking English in class: Case Los Rios Province 5-14  
*Jardel Coutinho dos Santos, Vanessa Veiga de Souza, Mayra Carolina Vélez-Ruiz*

Evaluación de la aplicación del Índice de Inclusión en la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca, Ecuador 15-25  
*Ruth Clavijo, Freddy Cabrera, Ángel Japón*

Características vocacionales y comportamiento social de la Generación Z. Caso El Triunfo, Ecuador 26-32  
*Erika Ruperti-Lucero, Lisbeth Gómez-Pin, Madison Palma-Hernández*

Los efectos de la financiación pública en el desempeño innovador y económico empresarial 33-47  
*Fanny Cabrera-Barbecho, Cristina Chapa-Zumba, Juan Sarmiento-Jara, Víctor Aguilar-Feijó*

Cinética de fermentación láctica natural de col blanca (*Brassica oleracea L. capitata*) 48-56  
*Daniela Zúñiga-García, María Montaleza-Auquilla, Diana Andrade, Jéssica León-Vizñay, Patricia Ramírez, Alexandra Criollo-Ayala, Sonia Astudillo, María Loja, Susana Andrade*

Análisis espacial de PM<sub>10</sub> en el aire y su composición de metales con relación a factores ambientales alrededor de centros de educación preescolar en Cuenca 57-68  
*Ronny Zegarra, Susana Andrade, Mayra Parra, Danilo Mejía, Claudia Rodas*

Diagnóstico postquirúrgico de Carcinoma Acinar gigante de glándula sublingual: Caso clínico 69-73  
*Aníbal Lázaro Serrú-Estévez, Yulia Esther Martín-Suárez, Frank Guevara-Olazábal*

## Nota Técnica / Technical Note

Multiple water governance models: Ecuador as a case study 74-80  
*Juan Pinos*





*Editorial Note / Nota Editorial*

## Shall COVID-19 accelerate the transfer of passive learning to active education?

### ¿Logrará la COVID-19 acelerar la transición del aprendizaje pasivo a la educación activa?

**Jan Feyen** 

Professor Emeritus, Catholic University of Leuven, Belgium.

Corresponding author: jan.feyen@kuleuven.be

Wisdom is gathered from the bruises and bumps and the beautiful moments of life. The corona crisis is such a tipping point for the world. The crisis is like a tsunami which we have to go through together. Citizens are all dazed-looking around at what is causing the corona pandemic, and the situation two to three months after the outbreak indicates that the end of the crisis is far from out of sight. First, it was China, then Europe, then the United States, and now more recently the battlefield of the coronavirus is called Latin America. It is to be expected that the virus will leave more scars on this continent, given that Latin America always has been a continent of structured chaos, corruption, crime, and authoritarian regimes. Without the slightest scruples, the virus and the lockdown are exploited to push through the personal agenda and the settling of disputes.

To illustrate previously, I just refer to the World Wide Fund for Nature (WWF), who recently released a study on the condition of the rainforests. In March, the month when corona really decomposed all its devils, its surface area shrank worldwide by 6,500 square kilometers, 150 percent more than the same month in 2019. South America is the leader in forest logging, where deforestation rose by a staggering 167 percent. Jair Bolsonaro, President of Brazil, quietly continued to tap off the environmental services to protect the Amazon and step up military raids against gangs in the favelas. While his country is the second most COVID-19 affected in the world, Bolsonaro is busy behind the scenes pushing through a law that seems to suit companies seeking to seize parts of the protected reserves of indigenous people. Another example is Colombia, where the right-wing president Iván Duque had promised to stop forest logging in exchange for millions of European aid. But now that this operation has been forced off by corona, deforestation is increasing. In Bolivia, the situation under interim president Jeanine Áñez is not much better. She favors deforestation and does nothing to stop the corona clear cut. At the beginning of this year, she allowed nearly 10 million hectares of previously protected forest to be burned down in a controlled manner for the agro-business. Since the outbreak, she arrested 67 people, so-called for destabilization and crimes against public health, not accidental political opponents. Many more examples could be given to illustrate that in Latin-America the corona pandemic is misused by the leaders often for their own profit and/or for strengthening their position.

La sabiduría viene de golpes y magulladuras, así como de los hermosos momentos de la vida. La pandemia de la COVID-19 es un punto de inflexión para el mundo. La crisis es como un tsunami que tenemos superar juntos. Los ciudadanos miramos aturridos las consecuencias de la pandemia, y la situación, dos o tres meses después del brote, indica que el final de la crisis se encuentran lejos. Primero fue China, luego Europa y Estados Unidos, y más recientemente el campo de batalla del coronavirus se llama América Latina. Es de esperar que el virus deje más cicatrices en este continente, dado que América Latina siempre ha sido un continente de caos estructurado, corrupción, delincuencia y regímenes autoritarios. Sin el menor escrúpulo, el virus y la cuarentena se explotan para impulsar agendas personales e iniciar disputas.

Como muestra solo basta citar al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), que recientemente publicó un estudio sobre la condición de los bosques tropicales. En marzo, el mes en que el coronavirus liberó a todos sus demonios, su superficie se redujo en todo el mundo en 6,500 km<sup>2</sup>, un 150% más que en el mismo mes de 2019. América del Sur es el líder en la tala forestal, aquí la deforestación aumentó un asombroso 167%. Jair Bolsonaro, presidente de Brasil, al mismo tiempo que intensificó las incursiones militares contra las pandillas en las favelas, continuó con sigilo inutilizando los servicios ambientales que protegen el Amazonas. Si bien su país es el segundo más afectado por COVID-19 en el mundo, tras bastidores Bolsonaro está ocupado impulsando una ley que parece adaptarse a las empresas que buscan confiscar partes de las reservas protegidas de los pueblos indígenas. Otro ejemplo es Colombia, donde el presidente derechista Iván Duque había prometido detener la tala forestal a cambio de millones de ayuda europea. Sin embargo, justo ahora que esta operación habría sido ideal debido a la crisis por el coronavirus, la deforestación en dicho país está aumentando. En Bolivia, la situación bajo la presidencia interina de Jeanine Áñez no es mejor. Ella favorece la deforestación y no hace nada claro para frenar la crisis del coronavirus. Con la excusa del impulsar el agronegocio, a principios de este año, ella permitió que se quemaran de manera controlada casi 10 millones de hectáreas de bosques previamente protegidos. Desde el brote, arrestó a 67 personas por supuestos cargos de desestabilización y crímenes contra la salud pública, opositores políticos no accidentales. Se podrían dar muchos más ejemplos para ilustrar que en América Latina la pandemia está siendo utilizada muy frecuentemente para el beneficio propio de líderes y/o para fortalecer su posición.



Unfortunately, the associated health, socio-cultural, and economic consequences of the corona crisis make the majority of the people feel hopeless. The mortality burden by COVID-19 is considerable and tends to be higher in older populations. It is only with the recession of the crisis, after several months of lockdown, that we will realize the devastating socio-economic impact. The predictions for socio-economic recovery vary from six months to three years. Worldwide, many small to medium-sized companies will go bankrupt, many people will lose their job and will no longer be able to pay the basic needs, and graduating students will not easily find employment. However, we should as far as possibly leave the hopeless feeling of the crisis behind us and use the crisis to refocus and give new impulses to the society and ourselves. For example, governments must, among other things, work towards a fair socio-economic distribution. If no fair redistribution in society is pursued, this will result in a mortgage on our future? It is to be hoped that in the coming years national budget deficits will not result in savings in sectors such as health, education, culture, and to some extent environment and climate.

However, it is to be feared that education and culture will temporarily fall victim to the government's austerity, who will primarily support the revival of the economic sectors. In this regard, it is worth mentioning that in the middle of the coronavirus pandemic, when the Ecuadorian government decided that education should continue via live streaming, Mr. Vinicio Baquero, vice-minister of Education Management, irrevocably offered his resignation. According to his vision "*the discourse of quality and inclusive education without appropriate resources is no more than an aggregate of utopian thoughts and vain words*". It is of course true with too little financial support becomes the provision of good education problematic. Quality education is more than needed in the knowledge and learning society because it constitutes a critical factor in innovative developments, and the processes of social, cultural, and economic development. In these difficult days, it constitutes what society needs more than ever before.

Perhaps it is good to dwell a bit on what is understood by quality education taking into consideration that in many countries higher education still results in a passive learning behavior of the students. Traditionally for economic reasons and to reduce the teaching load of the academic staff to a reasonable level is teaching where possible offered to large groups of students. Particular in the first basic years of higher education are similar courses organized over the boundaries of the faculties. The main complaint of this type of education is that the teacher has little to no interaction with the students and that the method results in passive learning behavior. Students to be able to cope with the challenges of the 21st century should be subdued to the process of active learning. Active learning is the method that engages students in the learning process, it is students must do more than just listen, they must read, write, discuss, be engaged in solving problems, develop a collaborative spirit, interpersonal and communication skills, and be prepared for lifelong learning. Although today technological devices exist that enables the professor to interact with 200 or more students in a large auditorium, the configuration of a large aula neither permits active collaboration among students, nor between the students and the professor. Therefore, we might maintain the classroom configuration

Desafortunadamente, las consecuencias económicas, socioculturales y económicas asociadas con la crisis del coronavirus hacen que la mayoría de las personas se sientan sin esperanza. La mortalidad por COVID-19 es considerable y mayor en poblaciones de mayor edad. Solo con la recesión de la crisis, después de varios meses de encierro, nos daremos cuenta del devastador impacto socioeconómico. Las predicciones para la recuperación socioeconómica varían de seis meses a tres años. En todo el mundo, muchas pequeñas y medianas empresas quebrarán, muchas personas perderán su trabajo y ya no podrán pagar sus necesidades básicas, y los recién graduados no encontrarán fácilmente un empleo. Sin embargo, deberíamos, en la medida de lo posible, dejar atrás el sentimiento de desesperanza de la crisis y utilizarla para reenfocarnos y dar nuevos impulsos a la sociedad y a nosotros mismos. Por ejemplo, los gobiernos deben, entre otras cosas, trabajar por una distribución socioeconómica justa, pues no hacerlo significará hipotecar aún más nuestro futuro. Cabe esperar que en los próximos años los déficits presupuestarios nacionales signifiquen cero ahorros para sectores como la salud, la educación, la cultura y, en cierta medida, el medio ambiente y el clima.

Aún más, es de temer que la educación y la cultura sean víctimas de la austeridad de muchos gobiernos, quienes privilegiarán la reactivación de los sectores económicos. En este sentido, vale la pena mencionar que, en medio de la pandemia de coronavirus, cuando el gobierno ecuatoriano decidió que la educación debería continuar en la modalidad online, Vinicio Baquero, viceministro de Gestión de la Educación, ofreció irrevocablemente su renuncia. Según su visión "*sin recursos, el discurso de una educación de calidad e inclusiva no pasa de ser un agregado de pensamientos utópicos y palabras vanas*". Esto es cierto, con poco apoyo financiero, la provisión de buena educación se vuelve problemática. En la sociedad del conocimiento y el aprendizaje, una educación de calidad es más que necesaria porque constituye un factor decisivo en el desarrollo innovador y en los procesos de desarrollo social, cultural y económico. Algo que nuestra sociedad necesita más que nunca estos días difíciles.

Teniendo en cuenta que en muchos países la educación superior aún se fundamenta en una metodología de aprendizaje pasivo de los estudiantes, quizás convenga analizar brevemente lo que se entiende por educación de calidad. Por razones económicas y para reducir la carga docente a un nivel razonable, tradicionalmente la enseñanza se ofrece, siempre que sea posible, a grandes grupos de estudiantes. Especialmente en los primeros años de la educación superior, se organizan cursos comunes, sobre los límites físicos de las Facultades. La principal queja de este tipo de educación es que el docente tiene poca o ninguna interacción con los estudiantes y que el método da como resultado un comportamiento de aprendizaje pasivo. Sin embargo, para poder enfrentar los desafíos de este siglo, los estudiantes deben someterse a un proceso de aprendizaje activo. El aprendizaje activo es el método que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, a más de escuchar, los estudiantes deben leer, escribir, discutir, participar en la resolución de problemas, desarrollar un espíritu de colaboración, habilidades interpersonales y de comunicación, y estar preparados para el aprendizaje de por vida. Aunque hoy existen dispositivos tecnológicos que permiten al profesor interactuar con 200 o más estudiantes en un auditorio grande, la configuración de dicho auditorio no permite la

which still is mostly applied in Ecuador's HEIs, change the set-up of the multiple desks facing the whiteboard to an arrangement whereby every student can see and hear one another. Whereas this approach favors the development of an active learning attitude, the main drawback is when the number of students following a specific course rise up to 200 or more, that the group of students has to be split into at least 10 groups of 20 students, with the burden for the professor to repeat 10 times or more the same class, which automatically will result to an increase of the professors' teaching hours, making higher education more costly and less efficient.

Unfortunately, CES/SENESCYT recently increased the teaching load for full-, half- and part-time professors given the recent drop in national revenue caused by the corona crisis and the crashing of the international oil price. The minimum number of teaching hours in a week for a full-time professor will increase from 3 to 14 hours (+367%) and the maximum teaching load will rise from 16 to 26 hours (+62.5%). With such an increase in teaching load full-time professors will not have much time and motivation to invest in research or other activities, so important in the modernization process of the current mainly passive education system. The main challenge Ecuador's HEIs, like the HEIs in other countries, faces is how to convert given the current lousy economic situation (the budget cut for the HEIs is expected to be of the order of 10%; which based on the 2020 budget year, for UC will correspond to a reduction of the order of 5.6 million USD) the passive education system to an active learning mode, ensuring at the same time that the educational burden of the teaching staff remains realistic and permits the staff to allocate sufficient time to research and social services and activities.

Could under the current conditions the transfer from passive to active education be realized via online teaching, also called live streaming, and video learning? The lockdown recently forced educational institutions to online teaching, with a lot of problems due to the lack of technology and efficacious tools, and the fact that neither the teaching staff nor the students were prepared. Virtual and online education is a reality as we enter daily further the so-called network society of the 21<sup>st</sup> century. It is now more accessible and considered by many a better option than the traditional education system of universities and colleges. It is generally accepted that digital education generates new learning opportunities as students engage in online, digital environments and as faculty change educational practices through the use of hybrid courses, personalized instruction, new collaboration models, and a wide array of innovative engaging learning strategies. However, just like anything else, there are pros and cons of online education. The challenge for the HEIs in general, and UC in particular, will be how to implement and organize blended learning, it is mixing classroom teaching with online education and video learning.

There are a lot of educational videos available and their number in many educational fields is growing daily. Why not partially replace the classic teaching by online teaching and educational videos avoiding the academic staff to spend a lot of time in the preparation of lectures and the teaching of the material? Doing so would permit offering in a very economical way a class (e.g., the theoretical basis of the course) in one time to a large group of students, while the hours in class could be used to discuss in smaller groups the taught material, conduct

colaboración activa entre estudiantes, ni entre estudiantes y profesor. Por esto, se podría mantener la configuración del aula que comúnmente aún se aplica en las IES de Ecuador, pero con la condición de cambiar la configuración de los pupitres frente a la pizarra a una en la cual los estudiantes puedan verse y escucharse entre sí. Sin duda este enfoque favorece el desarrollo de una actitud de aprendizaje activo, pero el principal inconveniente surge cuando el número de estudiantes de un curso específico se eleva a 200 o más. En dicho caso el grupo de estudiantes tendría que dividirse en al menos 10 grupos de 20 estudiantes, con la consecuente carga para el profesor, quién deberá repetir la misma clase 10 veces o más, lo que automáticamente resultará en un aumento de las horas de enseñanza docente, haciendo que la educación superior sea más costosa y menos eficiente.

Desafortunadamente, debido la reciente baja de ingresos nacionales causada por la crisis del coronavirus y la caída del precio internacional del petróleo, CES / SENESCYT recientemente aumentó la carga horaria de enseñanza para profesores de tiempo completo, medio y parcial. El número mínimo de horas semanales de enseñanza para un profesor a tiempo completo aumentará de 3 a 14 horas (+367%) mientras que la carga máxima de enseñanza aumentará de 16 a 26 horas (+62.5%). Con tal aumento, los profesores a tiempo completo no tendrán mucho tiempo y motivación para invertir en investigación u otras actividades, tan importantes en el proceso de modernización del actual, principalmente pasivo, sistema educativo. El principal desafío al que se enfrentan las IES de Ecuador, así como las de otros países, es cómo realizar la transición, dada la pésima situación económica actual (se espera que el recorte presupuestario para las IES ecuatorianas sea del orden del 10%; del presupuesto 2020, uno recorte de 5.6 millones de USD para la UC), de un sistema de educación pasiva a un modelo de aprendizaje activo, asegurando al mismo tiempo que la carga horaria de docencia siga siendo realista y permita los académicos dispongas de suficiente tiempo para investigar y brindar servicios y actividades sociales.

En las condiciones actuales, ¿será posible la transición de la educación pasiva a la activa a través de la enseñanza en línea o video aprendizaje? El cese de actividades obligó recientemente a las instituciones educativas a enseñar en línea, con muchos problemas debido a la falta de tecnología y herramientas efectivas, y al hecho de que ni el personal docente ni los estudiantes estaban preparados. No obstante, la educación virtual y en línea es una realidad a medida que ingresamos diariamente a la llamada sociedad de red del siglo XXI. En la actualidad es más accesible y considerada por muchos como la mejor opción frente al sistema educativo tradicional de universidades y colegios presenciales. En general, se acepta que la educación digital crea nuevas oportunidades de aprendizaje a medida que los estudiantes participan en entornos digitales en línea y los maestros cambian las prácticas educativas mediante el uso de cursos híbridos, instrucción personalizada, nuevos modelos de colaboración y una amplia gama de estrategias de aprendizaje innovadoras y atractivas. Sin embargo, al igual que cualquier otra cosa, la educación en línea ofrece también desventajas. El desafío para las IES, y para la UC en particular, será cómo implementar y organizar el aprendizaje híbrido: la combinación de la enseñanza en el aula con la educación en línea y el video aprendizaje.

group projects, oblige the students to collaborate, focus on the development of problem-solving skills, etc. In contradiction to the passive learning type of classroom where the teachers are the leaders, in the discussion and project sessions, the students should lead the process, and the professors fulfill the role of coach.

The successful implementation of live streaming teaching not only requires the availability of the technology, but it also requires that the academic staff receives training in online teaching, the development of digital course material, and the coaching of the students during online and work sessions. Additionally, it is a must that docents teaching a given curriculum in different faculties develop the digital course material together and that colleagues of the departments of pedagogy and computer sciences provide assistance. Furthermore, the virtual mode of teaching also requires that the students at home have access to the internet and possess a laptop, enabling them to follow from home via internet class sessions and the downloading and viewing of educational videos. The use of digital English educational curricula and videos, material that worldwide is more available, offers the advantage that the students in an early phase of their educational program, when confronted herewith, will learn parallel to the course material the English language. An additional asset, because being able to read English is a tremendous advantage in developing the thesis and the reading of research papers.

The implementation of online teaching and video learning in combination with class sessions for group discussion and project work will not only engage the students in the learning process but if well-organized it will enable the HEIs to cope with the current rationing of government funding without being a hinder in the development, improvement, and delivery of quality education. And quality education is more than ever before needed to generate the new generation of graduates who will be able to cope with the multiple challenges of the 21st century, such as health pandemics, the replacement of passive education partially with online teaching, adaptation to climate change, ending of forest logging and the promotion of ecosystem conservation, dropping pollution and the recycling of waste, turning authoritarian systems into democracies, working towards a more equal distribution of welfare, etc.

In summary, shall COVID-19 inspire Ecuador's HEIs to speed-up the move from the classical classroom to the Web, and turn the classical classroom sessions into a variety of active learning activities, facilitating the transfer of passive learning to active education? Additionally, I wonder if the pandemic will turn society into a more livable and peaceful place, not only for a few but for the entire community?

Hay muchos videos educativos disponibles en línea y su número crece a diario en diversos campos educativos. ¿Por qué no reemplazar parcialmente la enseñanza clásica por la enseñanza en línea y mediante estos videos, evitando así que el personal académico dedique demasiado tiempo a la preparación de conferencias y la enseñanza del material? Hacerlo permitiría ofrecer de una manera muy económica una clase (e.g., la base teórica del curso) y al mismo tiempo a un gran grupo de estudiantes, mientras que las horas en clase podrían usarse para discutir en grupos más pequeños el material enseñado, conducir proyectos grupales, obligar a los estudiantes a colaborar, a enfocarse en el desarrollo de habilidades para resolver problemas, etc. En estas sesiones de proyectos y de discusión, los estudiantes se forjarán como líderes del proceso de aprendizaje, mientras que el profesor cumplirá el papel de entrenador.

La implementación exitosa de clases virtuales no solo requiere de la disponibilidad de la tecnología, sino también que el personal académico reciba capacitación en enseñanza en línea, sobre el desarrollo de material digital del curso y la capacitación de los estudiantes durante las sesiones en línea y de trabajo. Además, es imprescindible que docentes que enseñan en diferentes facultades, pero que comparten un mismo plan de estudios, desarrollen juntos el material del curso digital, y que los colegas de los departamentos de pedagogía y ciencias de la computación brinden asistencia. El modo virtual de enseñanza también requiere que los estudiantes en el hogar tengan acceso a Internet y posean una computadora portátil, lo que les permita seguir desde sus hogares, clases virtuales y la descarga y visualización de videos educativos. El uso de programas y videos educativos digitales en inglés, material mayormente disponible a nivel mundial, ofrece la ventaja de que los estudiantes en una fase temprana de su programa educativo, cuando se enfrentan a este tipo de actividades, aprenderán en paralelo al material del curso y también el idioma inglés. Un activo extra, porque poder leer inglés es una gran ventaja en el desarrollo de la tesis y la lectura de artículos de investigación.

La implementación de la enseñanza en línea y el video aprendizaje, en combinación con sesiones de clase para la discusión grupal y el trabajo del proyecto, no solo involucrará a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, sino que, si está bien organizado, permitirá a las IES hacer frente al racionamiento actual de los fondos gubernamentales sin ser un obstáculo para el desarrollo, la mejora y la entrega de una educación de calidad. Y la educación de calidad es más necesaria que nunca para generar la nueva generación de graduados que podrán hacer frente a los múltiples desafíos del siglo XXI, como las pandemias de salud, el reemplazo de la educación pasiva, en parte con la enseñanza en línea, la adaptación al cambio climático, el fin de la tala forestal y la promoción de la conservación del ecosistema, la eliminación de la contaminación y el reciclaje de los desechos, convirtiendo los sistemas autoritarios en democracias, trabajando hacia una distribución más equitativa del bienestar, etc.

En resumen, ¿Inspirará la COVID-19 a las IES de Ecuador para acelerar el paso del aula clásica a la Web, y convertir las sesiones del aula clásica en una variedad de actividades de aprendizaje activo, facilitando la transferencia del aprendizaje pasivo a la educación activa? Además, me pregunto si la pandemia convertirá a la sociedad en un lugar más habitable y pacífico, no solo para unos pocos sino para toda la comunidad.



*Artículo científico / Research paper*

## Assessment of the emotions that block Ecuadorian students from speaking English in class: Case Los Ríos Province

### Evaluación de las emociones que impiden que estudiantes ecuatorianos hablen inglés en clase: Caso Provincia de Los Ríos

Jardel Coutinho dos Santos<sup>1</sup> , Vanessa Veiga de Souza<sup>2</sup> , Mayra Carolina Vélez-Ruiz<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Maestrando en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros Mención Enseñanza de Inglés, Universidad Casa Grande, Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Maestranda en Lingüística Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

<sup>3</sup> Doctora en Entomología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

Autor para correspondencia: santos.coutinho@casagrande.edu.ec

Fecha de recepción: 3 de marzo de 2020 - Fecha de aceptación: 15 de abril de 2020

#### ABSTRACT

This study aimed to define the emotions that block Ecuadorian students from speaking English in the classroom. The population within the research consisted of 138 participants, 80 from elementary school and 58 from high school, aged between 11 and 18 years. Information was obtained through classroom observations, questionnaires, interviews, and visual narratives. The results revealed that different emotions hinder students from speaking English in class, such as the fear of making a mistake, 30.80%; fear of being judged by others, 21.88%; shyness, 18.30%; lack of confidence, 12.50%; and anxiety, 2.68%. Pearson's correlation tests revealed that there is an influence of gender with respect to the type of emotion experienced, female students expressed greater susceptibility to negative emotions compared to male students. Findings suggest that Ecuadorian teachers should be more aware of their students' emotions in order to find the possible approaches that may result in an improvement in their English language. The authors recommend carrying out more studies on the connection between emotions and speaking, or emotions and any other skills.

Keywords: Emotions, Ecuador, speaking, English, visual narrative, Pearson correlation.

#### RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo definir las emociones que impiden que los estudiantes ecuatorianos hablen inglés en la sala de clase. La investigación consistió en 138 participantes, 80 estudiantes de educación primaria y 58 de educación secundaria, con edades comprendidas entre 11 y 18 años. Los datos se obtuvieron a través de observaciones en el aula, cuestionarios, entrevistas y narraciones visuales. Los resultados revelaron que diferentes emociones impiden que los estudiantes hablen inglés en clase, entre ellas se encuentra: el miedo a equivocarse, 30.80%; miedo a ser juzgado por otros, 21.88%; timidez, 18.30%; falta de confianza, 12.50%; y ansiedad, 2.68%. La prueba de correlación de Pearson reveló que existe influencia del género con respecto al tipo de emociones experimentadas por los estudiantes, de tal manera que, las estudiantes de sexo femenino expresaron mayor susceptibilidad a emociones negativas comparada con los estudiantes del sexo masculino. Los resultados sugieren que los maestros ecuatorianos deberían considerar las emociones de sus alumnos para encontrar posibles enfoques que permitan la mejora en el aprendizaje del idioma inglés. Los autores recomiendan realizar más estudios sobre la conexión entre las emociones y la producción oral, así como, las emociones y cualquier otra destreza.

Palabras clave: Emociones, Ecuador, producción oral, inglés, narrativa visual, correlación de Pearson.

#### 1. INTRODUCTION

English undoubtedly became the world's lingua franca, the great majority of technological, scientific, academic, and social information is written in English. In this way, speaking more than one language is essential in order to interact and communicate in today's globalized world (National Curriculum Guidelines, 2014, p.5). For this

reason, speaking is considered one of the most important skills of many researchers in Applied Linguistics (Candido-Ribeiro, 2008; Santos & Barcelos, 2018) due to its level of importance, and complexity.

Speaking has a high level of importance because "most students often evaluate their success in language learning as well as the effectiveness of their English course based on how much they feel they have improved in their speaking proficiency" (Juhana, 2012, p.100). In other



words, when asked if someone knows a foreign language, people usually think if they know how to speak that language, and they forget to mention the other language skills (listening, reading, and writing). Similarly, it has a high level of complexity. Mota, Bergsleithner, & Weissheimer (2014) said that, among all human skills, speaking is considered the most complex due to the emotional factors as shyness, fear, motivation, self-esteem that surround communication. Santos & Barcelos (2018) found that the reasons some Brazilian students were not able to improve their English speaking in a university context were connected with the fear of making mistakes, being judged by others, and shyness. This suggests the significant role that emotions play in the classroom and the learning of a foreign language. Some researches on this topic have shown how this skill is connected with social emotions (shyness, fears, anxiety, and low self-esteem).

In this way, this research builds on a previous study conducted by Juhana (2012), who addressed the psychological factors that hinder students from speaking English in a senior high school in South Tangerang, Banten, Indonesia. Our research interest is based on the following two factors: the first one is about the lack of researches regarding the Ecuadorian students' emotions, and the second one is the importance of teachers getting to know their students in order to improve their classes and make them more effective learning. To this end, this work investigates the emotions that are present in the English classes at three schools in Ecuador, and its relationship with the speak capacity of the participants. The specified objectives were: a) to characterize the emotions existing in the class; b) to verify whether students report problems in oral production due to these emotions; and c) to verify the correlation between emotions and sociobiographical variables (age and level of education). The article is divided into five parts. In addition to the introduction, in the second part, we briefly discussed the Ecuadorian context followed by a literature review. Then, we presented the methodology, the context, the participants, the data collection instruments and the analysis procedures. In the fourth part, we discussed the results and finally, we presented our considerations and implications of the research.

## 2. THE ECUADORIAN CONTEXT

English became the official foreign language taught in all the national territory of Ecuador (Avila, 2010) such as schools, technological institutes, and universities. In 1992, the Ministry of Education and Culture (MEC) and the British Council signed an agreement to improve the level of English of the country. This agreement is known as CRADLE (Curriculum Reform Aimed at the Development of the Learning of English) (see Ministerio de Educación y Cultura, 1997a & 1997b, and UNESCO, 2004). This accord was considered essential to improve the teaching-learning process of the English language in the country's educational system (Auquilla & Fernandez, 2017, p.54). The project was based on the creation of a series of six books called *Our World Through English*. The series of materials (texts, listening activities, exams)

showed to the students the different realities of the country through the English language. It is estimated that these materials were used by approximately 1,200,000 students and their teachers in the school years from 1993-1994 to 1998-1999 (MinEduc, 2009). Unfortunately, this approach did not yield the expected results and a number of students did not reach the required level of English when they started the university (Calle *et al.*, 2012).

Consequently, the Ministry of Education proposed a new methodology for teaching English based on the communicative-functional approach for the English curriculum for the eighth, ninth, and tenth year of Educación General Básica (EGB)<sup>1</sup>, and first, second, and the third year of Bachillerato<sup>2</sup>. The approach is characterized by the following two main features: a) focus on real-world contexts, and b) relationship of language forms (grammar, vocabulary, and pronunciation) and function, and use (see National Curriculum Guidelines). This project aimed to improve the language skills of English teachers as well as their teaching practice and standardize English teaching (Auquilla & Fernandez, 2017, p.56). It was expected that students could reach the communicative competences such as A1 at the end of the general basic education course, A2 at the end of the first year of the baccalaureate, and finally, B1 at the end of the third year of the baccalaureate" (León, 2018, p.1) according to the CEFR (Common European Framework of Reference). However, despite all the processes implemented by the government to improve the level of English in the country, Ecuador is the country ranked lowest in Latin America regarding English proficiency, and it is in number 81 out of 100 on the Mundial ranking (Cronquist & Fiszbein, 2017).

## 3. LITERATURE REVIEW

### 3.1. Speaking

Nakhalah (2016) defines speaking as "the delivery of language through the mouth. To speak, we create sounds using many parts of our body, including the lungs, vocal tract, vocal cords, tongue, teeth, and lips" (p.99). It is considered one of the four foundational skills of language learning, such as listening, writing, reading and speaking. Ur (1991) said regarding the importance of the four skills "that speaking seems intuitively the most important: people who know a language are referred to 'speakers' of that language [...] (p.120)." Since students often assess their success in learning by their speech proficiency, recently high importance to speaking is given to a learner, what led to the fact that the ability to speak became a predominant objective in studying English as a Foreign Language (EFL) or English as a Second Language (ESL) (Consolo, 2006; Menezes, 2007; Hernández, 2010; Nakhalah, 2016, Santos & Barcelos, 2018).

However, practicing, and developing speaking is not that easy, and it is not surprisingly that many students face problems in having to use a foreign language, like English, in real communication situations. This, in some way, may be associated with the lack of time to plan the speech since it happens spontaneously, and in real-time (Thornbury, 2006, p.208). Besides, some psychological factors influence students' oral production within the classroom

<sup>1</sup> Elementary School

<sup>2</sup> High School

(Rabab'ah, 2003, Cameron, 2001, Ur, 1996) such as those cited by Juhana (2012) in her study, in which she says that of the five psychological factors, fear of making mistakes is what most affects students (37%), while shyness is the second (26%), followed by anxiety (18%), lack of confidence (13%), and lack of motivation (6%).

### 3.2. *Shyness*

Shyness is a topic that has been in vogue in Applied Linguistics lately especially in what comes to the development of speaking during classes (Zimbardo, 1977; Doyon, 2000; Axia, 2003; Candido-Ribeiro, 2008; Bashosh, Abbas, Rasteger, & Marzban, 2013; Mohammadian, 2013; Santos & Barcelos, 2018) because its influence on people's learning. Zimbardo (1977)<sup>3</sup> was one of the pioneers in the field of shyness. He made some researches on subjective experiences of shy people, links between shyness and self-processes, behavioral responses to shyness-arousing stimuli, and the consequences of shyness. All of these researches led him to a conclusion: "no single definition is adequate because shyness means different things to different people. It is a complete condition that has a whole range of effects - from mind discomfort to unreasonable fear of people to extreme neurosis" (p.13). In other words, shyness is a difficult term to define because it varies from person to person, but what is important to affirm, it can harm people's way of learning. Shyness is a type of emotion that some students suffer from when they are asked to speak in the classroom. People are born shy and the environment in which they encounter themselves helps them to develop this condition. Many factors can flourish shyness into students, such as: a) fear of making mistakes; b) fear of being judged by others; and c) lack of confidence.

### 3.3. *Fear of making mistakes*

Speaking English in class evokes many emotions. Anxiety, for instance, is one of the feelings that come to light when the students are communicating orally, and is according to some studies (Jackson, 2002; Liu, 2007; Savaşçı, 2014) linked to factors like fear of making mistakes, lack of confidence and among others.

The fear of making mistakes is one of the causes of anxiety and the absence or lack of speaking in class. In his studies Savaşçı (2014) found that students hate to make mistakes. Other studies stated that students are afraid of being despised or laughed at. They are worried about these aspects and because of this, they do not feel comfortable speaking in front of others. The grammatical rules also have an important role in the students' speaking. Because of the rules they feel afraid of making mistakes and check them every time (Ariyanti, 2016). One characteristic of the feeling is that the students "are afraid of making mistakes so whenever they feel that they have made a mistake in speaking, they directly repeat what they said" (Ariyanti, 2016, p.84). Sometimes, the learner does not even try or prefer not to speak because of the fear.

Shyness also has a place in what comes to the feeling discussed here. When the student is so shy, he decides not

to participate. In summary, there are many psychological factors related to the students' feelings that has an impact on the students' performance when trying to speak in English classes.

### 3.4. *Fear of being judged*

Speaking English in the classroom, as mentioned in the article, has some factors which are related to emotions and feelings. The fear of being judged is one of them and can be about the other student, the teacher or himself. The fear, in this situation, is about the moment of speaking in class during the English classes. Also, as mentioned by Zhiping & Paramasivam (2013), the fear at the moment of performance using the studied language, is "a phenomenon known as (foreign or second) language anxiety which can hinder performance and achievement" (Zhiping & Paramasivam, 2013, p.1).

Shumin (1997) said that when speaking in front of others, people try to be cautious about what they say and about the errors. For her, the learners also fear to lose their faces while speaking English. According to this author, "the sensitivity of adult learners of making mistakes, or fear of losing face", has been the explanation for their inability to speak English without hesitation" (Shumin, 1997, p.206). Students who have this emotion are afraid of speaking in class because of some reasons: fear of being judged by others, fear of losing the face, fear of making mistakes and others. The fear of being judged is one emotion that is anticipated by the person. The learner thinks that the colleagues or the teachers will judge them while they speak so he/she anticipates this event and fears it. The fear can also bring together other emotions.

### 3.5. *Lack of confidence*

Confidence has been studied by authors because of its importance when it comes to teaching and learning a foreign language (Boonkit, 2010; Haidara, 2016; Melouah, 2013). This aspect is related to the effective factors in the acquisition of a language and the lack of confidence is considered one of the barriers in the process of learning. According to Melouah (2013), some methodologies and approaches help to reduce the levels of anxiety, improve their self-esteem and confidence.

Some of the factors regarding the lack of confidence are related to speaking English in class. Emotional factors appear in speaking and trying to communicate in the foreign language they are learning and are for instance the causes for anxiety (Melouah, 2013). Speaking English confidently is one of the questions of researchers and teachers (Boonkit, 2010) and is one of the problems faced while speaking (Haidara, 2016). The lack of confidence is a psychological factor that harms the performance of the students and has been a reluctance from speaking English (Haidara, 2016). The feeling of hesitance created by the lack of confidence can be related to many reasons and has to be studied in order to know the causal factors and how to remedy them.

<sup>3</sup> Philip G. Zimbardo is an internationally recognized scholar, educator, and researcher. He won numerous awards, and honors in each of these fields. He has been a professor at Stanford University, with more than 300 publications, since 1968. He was recently president of the American Psychological Association

and creator of a shyness clinic to study and deepen further on this subject. Among the many published books, for this research, we used the "Shyness: What it is, What to do about it." The book can be downloaded for free from the following website: <https://b-ok.cc/book/3032655/66dc96>.

### 3.6. Gender differences in emotions

All humans experience some kind of emotions during their lives, and some of those emotions can or cannot coincide with someone’s emotion (Bower, 1992). Some researchers tried to ascertain the correlation between emotions and gender (Allen & Haccoun 1976; Allen & Hamsher 1974; Block, 1983). Brody (1985) concludes that women report themselves as being sadder, scared, and emotionally expressive than men. Izard (1991) said that infants differ the frequency in which they express their emotions according to their gender. Some authors determined some differences in the way both gender act toward society. O’Barr & Bowman (1980) found out that during conversations men interrupt women more than women interrupt men. Fishman (1978) discovered that men tend to do less “conversational work” than women. Herring (1994) states that it is possible to distinguish whether the writer of the message is a man or a woman because both have different writing styles. Goldshmidt & Welter (2000) declared that Israeli women are more likely than Israeli men to express emotions in various conversational contexts. An explanation they made was because “boys play in larger, hierarchically structured groups, whereas girls group themselves more loosely in clusters of best friends”. (Goldshmidt & Welter, 2000, p.120). In this way, our emotions play an important effect on our lives whereas our lives are guided by our needs, motives, and concerns (Bower 1992).

## 4. METHODOLOGY

### 4.1. Sample population

This study was undertaken at three private schools in Ecuador located in the Los Ríos province. The research consisted of 138 participants, 80 from elementary school and 58 from high school, aged between 11 and 18 years old. Among the participants, 70 were female (50.7%) and 68 were male (49.3%) (Table 1).

### 4.2. Type of research

The data collection consisted of observations, questionnaires, visual narratives, and interviews. Observations were made to find out the authors’ hypothesis about the lack of students’ speaking participation in the English class. The open-ended

questionnaire was chosen because it allows the participants greater freedom in the answers (Santos & Barcelos, 2018). The questionnaire contained nine questions, three open questions, and six closed questions, and it was divided into 2 parts. The first was focused on students’ identification: name; age, gender; English study time; and the second focused on the psychological factors (Juhana, 2012; Nakhalah, 2016; Santos & Barcelos, 2018). It was sent to each participant via google doc, and they had a deadline of one week to answer. Each participant was asked to draw themselves (Kalaja, Paiva, & Barcelos, 2008, Aragão, 2008) showing how they see them speaking English in the class. The interview was carried out for further clarification of some points in the participants’ visual narrative or questionnaire, and took place with 10 students within a time lapse of 10-15 minutes.

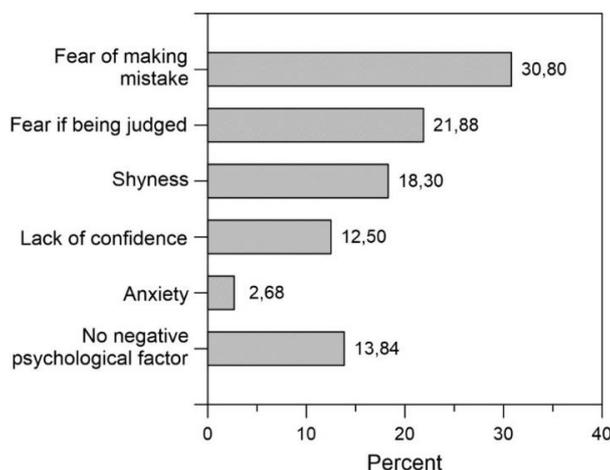
The data analysis, based on Holliday (2005), consisted of the following steps: a) reading of all the responses to the questionnaires in order to search for significant units, and later grouping them in similar themes; b) analysis of the interviews, also identifying the significant units and verifying the other units, and placing them in similar categories; c) analysis of the visual narratives with the reading of the participants’ written interpretation of the drawing; and d) recurrent readings of all instruments to verify the categories that appeared in the analysis. Also, the Pearson correlation test was conducted to check the correlation between emotions and sociobiographical variables (gender and level of education). From this data analysis, the most recurrent categories were related to emotions such as fear, shyness, lack of confidence and anxiety and their relationship with their oral production, themes that we will discuss in the next section.

## 5. RESULTS AND DISCUSSION

The research has shown, notwithstanding the English learners provided different opinions, that most of the students indeed have negative emotions that block them when they have to speak in class. Figure 1 depicts the percent distribution of the students’ emotions when they speak English in the classroom.

**Table 1.** Demographic profile of the participants.

	Age	Years of studying English			Total
		1-3 years	4-6 years	More than 6 years	
FEMALE	11 - 12	5	8	15	28
	13 - 14	1	8	17	26
	15 - 16	1	1	6	8
	17 - 18	1	3	4	8
	Total	8	20	42	70
MALE	11 - 12	8	3	11	22
	13 - 14	2	5	15	22
	15 - 16	3	5	6	14
	17 - 18	4	2	4	10
	Total	25	35	78	138



**Figure 1.** Distribution of the participants psychological factors when speaking English in class.

Of the 138 participants, 69 quoted that fear of making mistakes is the most common psychological factor, corresponding to 30.80%; the second factor is fear of being judged by others, respectively 49 answers equivalent to 21.88%; followed by shyness with 41 answers representing 18.30%; lack of confidence with 28 answers or 12.50%; and finally anxiety with 6 answers or 2.68%. Likewise, 31 students, corresponding to 13.84%, answered that they do not feel any negative psychological factor when they practice speaking in the class. The participants could choose more than one answer if necessary. A more detailed discussion of the information picked up from the students' perspective in terms of the causes of the emotions that block them to speak in the classroom is given, followed by an overview of the physical factors the students experience when speaking English.

### 5.1. Fear

The moment of speaking in front of a group can be related to the problem of fearing it. When it comes to fear, this feeling is associated with anxiety and can be a problem when the learners have to cope with this during the class while all the others are facing the person at the same time. Fear, as used by Jones (2004) in Tinjacá & Contreras (2008), is like a phenomenon, language anxiety, which come up when the person is "provoked to speak in the second or the foreign language in public, with the risk of social embarrassment (p.10)". In the research presented in this article, some of the students presented two kinds of fear that hinder their participations in class: fear of making mistakes and fear of being judged.

#### Fear of making mistakes

Feeling insecure while doing something new can be considered a common feeling. Similarly, the students who are learning and trying to speak English in the class face this situation. For this reason, the fear of making mistakes arises and can block or suppress some of them. For the participants of the research, speaking English in class is groundbreaking and challenging. About all the factors mentioned by the learners in the questionnaire, fear of making mistakes is the major one.

Some students reported in the interview about what they feel in the moment of speaking. According to L1, she does

not know how to explain precisely what she feels, it is like a mix of emotions.

*I feel ashamed or afraid of making mistakes because the English I know is very basic and I should know its pronunciation and meaning correctly, and in English, many words have a different order and usually the teacher tells us to think in English and not literally translate the words of Spanish into English. (L1, Interview)*

Another aspect of the student's speech is the inner feeling of self-charging. It is observed when she talks about what she should know and do correctly, which contributes to the fear of mistakes. This is also present in the speech of another participant, who feels afraid of making mistakes too. He reports:

*Sometimes I'm afraid to make mistakes because people are expecting the best of me so if I make a mistake people will laugh at me or be disappointed at me. (L2, Questionnaire)*

and mentions that, like in the other case, he is charged. The difference is that it is caused by another person, not by himself, and he thinks that if he makes a mistake, he will cause laughing and disappoint his classmates because of the mistake.

#### Fear of being judged

The fear as a major category presented in this study involves the fear of being judged. This feeling can also bring together many different aspects of emotions. The learners in the classroom can have the fear of being judged, what might cause the emergency of other related feelings. Some students reported that they feel this before or at the moment of speaking English. Besides, they have different feelings related to judgment. Some of the students feel bad like: "*I feel bad when someone judges me.*" (L3, Interview), and this feeling can cause a fear of talking for the next time. Another example of feeling is when the students are afraid of not saying things right like they were supposed to do and afraid of the colleagues making fun.

*I am afraid of being judged by others: I fear that when I am speaking and not saying the words well, my classmates make fun of me. (L4, Questionnaire)*

*Because I am afraid of making mistakes or saying something wrong, my classmates would laugh at me and I don't like that. (L4, Interview)*

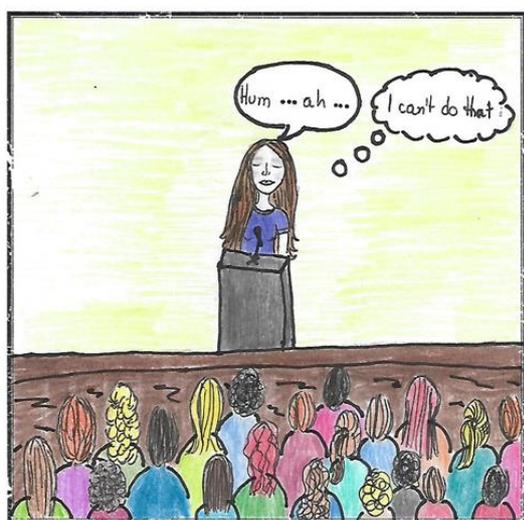
The students' talk about the bad feelings they have when they are in the classroom and have to deal with different moments at the same time. The mixture of sensations leans the English learner to have a difficult moment, especially because he believes he will make mistakes or do something wrong. As a result, he feels afraid of being judged by others like learner 5, when she said: "I'm afraid of being judged by others." (L5, Interview).

## 5.2. Shyness

In this study, students told that they are shy and because of this, they have some difficulties to speak English. The first example is from an English learner, who is not only shy, but in addition she is afraid of the judgment of the others like she said:

*I am very shy, and I am very afraid of people judging me when I am wrong, when I am talking or doing another activity. (L6, Interview)*

The shyness blocks the person during the class because she thinks about the possibility of people judging her about her possible mistakes when she talks. Maybe if she was not shy, she could develop better. She portrays her feeling of speaking English in the visual narrative (Fig.2).



**Figure 2.** Visual narrative 1: Participant 6 speaking English in class.

Based on her drawing, we can say that this student feels the center of attention when she has to speak English in class. In her description of the visual narrative, she comments that all the time she has to speak, she feels she is lecturing to thousand people. She feels she cannot do it due to her shyness and fear of making mistake.

The other case is when the shyness makes the students not talk. The other participant shared during the interview that he does not speak in class because of the shyness:

*I don't speak because I am very shy, and I feel blocked. (L7, Interview)*

As we can observe from the students' speech, shyness is an emotion that acts as an obstacle, which does not allow them to develop their skills in the language.

## 5.3. Lack of confidence

Confidence is one of the reasons that make people feel the courage to face or doing something. In this study, the students showed that the lack of confidence noxious them in the classroom. Mostly is lack of confidence connected to insecurity. One of the students narrated during the interview that apart from being shy she is insecure about the speaking moment:

*I have always been shy, and sometimes I feel insecure in the classroom at the time of speaking since most of the time I tend to care very little what they say about me I still feel insecure when speaking in public. (L8, Interview)*

The student does not have a problem with what the other students thought or say about her, but insecurity is something she feels when she has to speak in front of the others. Analyzing this, it is possible to say that the lack of confidence and insecurity are two feelings that might disturb learning.

## 5.4. Anxiety

According to the students in this study happens anxiety when they do not feel comfortable or confident about something of the learning process. The students linked the anxiety with what they think has not been developed yet. Some learners reported that this feeling is because of specific situations like the pronunciation, the meaning of the words, the use of the word, the speaking time, and others. Furthermore, facing certain kinds of situations seem to be difficult for some students. One of the English students of the class said that the pronunciation of the words makes him feel anxious:

*Because I can't pronounce the words in English well. (L9, Interview)*

At the same time, talking about words, another student told about her case of anxiety. She feels like this because sometimes she is not certain about the words, and because of this she feels insecure:

*Because sometimes I forget the meaning of certain words and even how to use them and my fear is to say something meaningless or keep quiet. (L10, Questionnaire)*

Analyzing the case, she feels anxious to speak in front of the whole class because she forgets some words, and how to use them. Even though it is a type of situation that does not occur only with this person, it is common to happen with anyone, and the way she feels in class is characterized in her visual narrative. It is possible to see that one of her arms is in her back holding the other one, and her eyes are looking down. Also, during the interview when she was requested to explain her visual narrative she said "during the English class, I look down not to be called by the teacher to answer any questions"; I am always anxious about having to say something and say it incorrect (L10, Interview). These are clear signs of an anxious person (Fig. 3).



**Figure 3.** Visual narrative 2: Participant 10 speaking English in class.

Another example of anxiety in the moment of speaking is about one learner that has a problem with confusing himself, he does not want to face this situation and prefers to be quiet in situations that are not in the way he wanted to be. When he gets confused or does not want to be the reason for the students' laugh, he stops practicing.

*When I have to speak English in front of the rest of the people around me, I am anxious about confusing myself. I don't like to seem a fool, or people laugh on me, that's why I often prefer to keep quiet than to continue practicing, however, I have to do it. (L11, Interview)*

Based on the analysis of all comments made by the students, it is believed that anxiety and all other feelings hinder considerably the EFL learning and practicing.

### 5.5. Gender differences in emotions during speaking

In order to check the correlation between gender and the psychological factors that appear during speaking English in the class, an analysis based on the Pearson correlation coefficient was conducted. The results show that there are some correlations between three variables (fear of making mistakes, fear of being judged and no negative psychological factor) and gender. Table 2 presents the correlation between male and female students and psychological factors.

Table 2 demonstrates that some psychological factors are related to gender. Fear of making mistakes and fear of

being judged are more common to flourish in the female gender according to the Pearson correlation, while the male gender is more likely to have no negative psychological factors when required to speak in the classroom. Both emotions by female students are related to the presence of the other. Staske (1996) affirms the partner plays an important social influence on human emotions during the conversation. This might happen because "men are more likely than women to speak assertively, talk more in public (...), in the meantime, women are less likely than men to speak in public..." (Goldshmidt & Welter 2000, p.117). Also, Chaplin & Aldao (2013) postulated that women show more internalizing emotions, such as sadness, anxiety, and fear.

### 5.6. Educational level differences in emotions during speaking

The same type of analysis, Pearson's correlation coefficient, was conducted to see the correlation between educational level, middle school and high school, and psychological factors during speaking English in the class. However, the results indicate that there is no correlation between them (Table 3).

Donovan & MacIntyre (2005) also compared educational levels and emotions. However, he compared junior high school French immersion students, high school students, and university students. He had the same results, no correlation between them.

### 5.7. Physical reactions when speaking English

Besides the psychological factors during the speaking time, learners also experience different physical reactions. The English learners, as revealed by the questionnaire, reported the following physical reactions they feel when they speak English in the classroom: a dry mouth, fatigue, fast heartbeat, heartburn, nervous, red face, sweating, and trembling (see Fig. 4).

Physical reactions are common in this kind of situation and are considered related to emotional effects. As mentioned by Wang & Roopchund (2015), reactions like accelerating heart rate, and blushing were reported to be, the most common physical reactions, besides trembling hands becoming cold, and feeling hot. The physical response of the body is most probably connected to the emotional status of the body. Summarizing, the psychological and physical effects become part of the environment of the classroom because complicated feelings, beliefs, perceptions, and reactions emerge in the classroom environment when learning and using a foreign language (Wang & Roopchund, 2015, p.5).

**Table 2.** Correlation of gender and psychological factors.

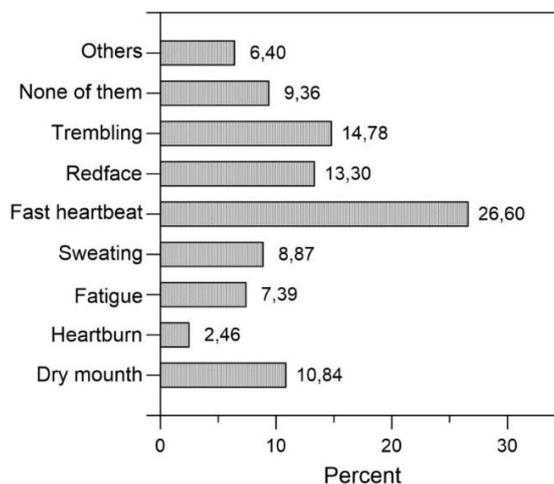
Psychological factor	Pearson correlation	Sig. (two tailed)	Male	Female	Total
Fear of making mistakes	-0,208*	0,017	27	42	69
Shyness	-0,073	0,398	18	24	42
Anxiety	-0,114	0,185	5	1	6
Lack of confidence	-0,008	0,929	14	14	28
Lack of motivation	-0,056	0,515	7	7	14
Fear of being judged	-0,208*	0,015	18	32	50
No negative psychological factor	0,231**	0,006	18	5	23

\*p<0.05, \*\*p<0.01

**Table 3.** Correlation of levels of education and psychological factors.

Psychological factor	Pearson correlation	Sig. (two tailed)	Middle School	High School	Total
Fear of making mistakes	-0,031	0,720	44	25	69
Shyness	-0,067	0,436	26	16	42
Anxiety	-0,027	0,750	3	3	6
Lack of confidence	-0,037	0,664	18	10	28
Lack of motivation	0,055	0,525	11	3	14
Fear of being judged	0,011	0,901	33	17	50
No negative psychological factor	-0,028	0,744	15	8	23

\*p<0.05, \*\*p<0.01



**Figure 4.** Distribution of participants physical reactions when speaking English in class.

Physical reactions are common in this kind of situation and are considered related to emotional effects. As mentioned by Wang & Roopchund (2015), reactions like accelerating heart rate, and blushing were reported to be, the most common physical reactions, besides trembling hands becoming cold, and feeling hot. The physical response of the body is most probably connected to the emotional status of the body. Summarizing, the psychological and physical effects become part of the environment of the classroom because complicated feelings, beliefs, perceptions, and reactions emerge in the classroom environment when learning and using a foreign language (Wang & Roopchund, 2015, p.5).

## 6. CONCLUSIONS

As clearly shown by the collected data, Ecuadorian students possess emotions such as fear, shyness, anxiety, and lack of confidence that block them in the English class, impeding them to practice the language. All of these emotions are related to the presence of classmates. Students are afraid of making mistakes and been mocked by their colleagues. Also, the type of gender led students to feel different emotions during class. Female participants were more susceptible to experience negative emotions than male participants in the class. The same did not happen regarding the educational level of the participants. Therefore, Ecuadorian teachers should try to create a friendly classroom environment free of judgments, and fear. Also, be aware of their students'

well-being. As possible solutions, teachers can make different dynamics to discover the students' feelings, and how they feel speaking in front of everyone. Based on this can teachers create an environment to develop good emotions and stimulate the students to speak step by step each class. Another possible action is to force the students to talk within small groups instead of asking them to address the classroom. Doing so the students might feel more confident and comfortable. All of these actions are geared to improve students' self-confidence and inner motivation. The authors hope that the results of this study can help Ecuadorian teachers to identify some causes of students' resistance to participate in the English class. Finally, more research on this topic is suggested to improve Ecuadorian students' oral skills, whereas the country lacks this information as well as researcher on the reason why there is no difference between the educational levels

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors like to express sincere gratitude to all participants who contributed to this research, and all the schools from the Los Ríos Province which allowed them to carry out the research.

## REFERENCES

- Allen, J., & Haccoun, D. (1976). Sex differences in emotionality: A multidimensional approach. *Human Relations*, 29(8), 711-722. <https://doi.org/10.1177/001872677602900801>
- Allen, J., & Hamsher, J. (1974). The development and validation of a test of emotional styles. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42(5), 663-668. <https://doi.org/10.1037/h0037046>
- Aragão, R. (2008). Emoções e pesquisa narrativa: transformando experiências de aprendizagem. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 8(2), 295-320. <https://doi.org/10.1590/S1984-63982008000200003>
- Ariyanti, A. (2016). Psychological factors affecting EFL students' speaking performance. *ASIAN TEFL Journal of Language Teaching and Applied Linguistics*, 1(1), 65-84. <http://dx.doi.org/10.21462/asianteftl.v1i1.14>
- Auquilla, D., & Fernández, R. (2017). La educación Ecuatoriana en inglés: Nivel de dominio y competencias lingüísticas de los estudiantes rurales. *Revista Científica*, 2(6), 52-73. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.6.3.52-73>
- Avila, K. (2010). *La instrucción guiada en la motivación, aprendizaje y dominio del idioma inglés como segunda lengua a través de las hojas de trabajo basadas en el método Kumon*. Tesis de Postgrado, págs. 167. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Retrieved from: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/243/1/95138.pdf>
- Axia, G. (2003). *Timidez: um dote precioso do patrimônio genético humano*. Tradução de Silva Debetto Cabral. São Paulo: Paulinas/Loyola. Coleção para saber mais, v. 3.
- Bashosh, S., Abbas, M., Rastegar, M., & Marzban, A. (2013). The relationship between shyness, foreign language classroom anxiety, willingness to communicate, gender, and EFL proficiency. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(11), 2098-2106.
- Block, J. (1983). Differential premises arising from differential socialization of the sexes: Some conjecture. *Child Development*, 54(6), 1335-1354. <https://doi.org/10.2307/1129799>
- Boonkit, K. (2010). Enhancing the development of speaking skills for non-native speakers of English. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1305-1309. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.191>
- Bower, G. (1992). *How emotions affect learning?* Pp. 3-31. In: Christianson, S.-A. (Ed.), *The handbook of emotion and memory: Research and theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brody, L. (1985). Gender differences in emotional development: A review of theories and research. *Journal of Personality*, 53(2), 10249.
- Calle, M., Calle, S., Argudo, J., Moscoso, E., Smith, A., & Cabrera, P. (2012). Los profesores de inglés y su práctica docente: Un estudio de caso de los colegios fiscales de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 3(2), 1-17.
- Cameron, L. (2001). *Teaching language to young learners*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511733109>
- Candido-Ribeiro, D. (2008). *Timidez na aprendizagem de uma língua estrangeira sob a ótica dos alunos*. Monografia (Licenciatura em Letras - Português/Inglês), Facultad de Letras, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. p. 68.
- Chaplin, T., & Aldao, A. (2013). Gender differences in emotion expression in children: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 139(4), 735-765.
- Consolo, D. A. (2006). Classroom oral interaction in foreign language lessons and implications for teacher development. *Linguagem & Ensino*, 9(2), 33-55.
- Cronquist, K., & Fiszbein, A. (2017). English language learning in Latin America. *The Dialogues*. p. 82. Retrieved from <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2017/09/English-Language-Learning-in-Latin-America-Final-1.pdf>
- Donovan, L., & MacIntyre, P. (2005). Age and sex differences in willingness to communicate, communication apprehension and self-perceived competence. *Communication Research Reports*, 21(4), 420-427. <https://doi.org/10.1080/08824090409360006>
- Doyon, P. (2000). Shyness in the Japanese EFL class. Why it is a problem, What it is, What causes it, and What to do about it. Tokyo, Japan: Kyoto JALT, *The Language Teacher*. p. 7.
- Fishman, P. (1978). Interaction: The work women do. *Social Problems*, 25(4), 397-406. <https://doi.org/10.2307/800492>
- Goldshmidt, O., & Weller, L. (2000). Talking emotions: Gender differences in a variety of conversational contexts. *Symbolic Interaction*, 23(2): 117-134. <https://doi.org/10.1525/si.2000.23.2.117>
- Haidara, Y. (2016). Psychological factor affecting English speaking performance for the English learners in Indonesia. *Universal Journal of Educational Research*, 4(7), 1501-1505. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040701>
- Hernández, T. A. (2010). Promoting speaking proficiency through motivation and interaction: The study abroad and classroom learning contexts. *Foreign Language Annals*, 43(4), 650-670.
- Herring, S. (1994). Gender differences in computer-mediated communication: Bringing familiar baggage to the new frontier. Paper presented at the annual meeting of the American Library Association, Miami, June 27.
- Holliday, A. (2005). *Doing and writing qualitative research*. London, UK: SAGE Publications Ltd., p. 216.
- Izard, C. (1991). *The psychology of emotions*. New York: Plenum Press.
- Jackson, J. (2002). Reticence in second language case discussions: anxiety and aspirations. *System*, 30(1), 65-84.

- Juhana, J. (2012). Psychological factors that hinder students from speaking in English class: A case study in a senior high school in South Tangerang, Banten, Indonesia. *Journal of Education and Practice*, 3(12), 100-110, 2012. Retrieved from [www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/viewFile/2887/2913](http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/viewFile/2887/2913)
- Kalaja, P., Paiva, V. M. O., & Barcelos, A. M. F. (2008). *Narrativising learning and teaching EFL: The beginnings in narratives of learning and teaching EFL*. London, UK: Palgrave/Macmillan, p. 256.
- León, M. (2018). *Factors that affect the English language teaching-learning process in Ecuadorian Public High Schools*. Tesis de Licenciado en Ciencias de la Educación - Inglés, UTPL. Quito. p. 68.
- Liu, M. (2007). Anxiety in oral English classrooms: A case study in China. *Indonesian JELT*, 3(1), 119-137.
- Melouah, A. (2013). Foreign language anxiety in EFL speaking classrooms: A case study of first-year LMD students of English at Saad Dahlab University of Blida, Algeria. *Arab World English Journal*, 4(1), 64-76.
- Menezes, V. (2007). As habilidades orais nas narrativas de aprendizagem de inglês. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, 46(2), 165-179. <https://doi.org/10.1590/S0103-18132007000200003>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2009). *El proyecto CRADLE: Informe final*. Quito, Ecuador: MinEduc, págs. 40.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2012). *National curriculum specifications: English as a foreign language*. Quito, Ecuador: MinEduc, págs. 34.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Acuerdo nro. MINEDUC-ME-2016-00020-A*. Quito, Ecuador: MinEduc, págs. 7.
- Ministerio Educación y Cultura. (1997a). *Modelo de Educación Intercultural Bilingüe*. Quito: Ministerio de Educación y Cultura.
- Ministerio Educación y Cultura. (1997b). *Filosofía, Fundamentación y Lineamientos para los Seis Años de Estudio de Inglés en la Educación Media y Especificaciones del Programa Oficial*. National Curriculum Administration. Foreign Languages Division. Quito: Ministry of Education and Culture.
- Mohammadian, T. (2013). The effect of shyness on Iranian EFL learners' language learning motivation and willingness to communicate. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(11), 2036-2045. <https://doi.org/10.4304/tpls.3.11.2036-2045>
- Mota, M., Bergsleithner, J., & Weissheimer, J. (2014). *Situando a pesquisa sobre produção oral em LE*. Em: Bergsleithner, J., Weissheimer, J., & Mota, M. (Eds.), *Produção oral em LE: Múltiplas perspectivas*. São Paulo, Brasil: Pontas.
- Nakhlah, Al. (2016). Problems and difficulties of speaking that encounter English language students at Al Quds Open University. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 5(12), 96-101.
- O'Barr, W., & Bowman, A. (1980). *Women's language or powerless language?* Pp. 93-110. In: McConnell-Ginet, S., Borker, R. & Furman, N. (Eds.). *Women and Language in Literature and Society*. New York: Praeger.
- Rabab'ah, G. (2003). Communication problems facing Arab learners of English. *Journal of Language and Learning*, 3(1), 180-197.
- Santos, J., & Barcelos, A. (2018). Não sei de onde vem essa timidez, talvez um medo de parecer ridículo: Um estudo sobre a timidez e a produção oral de alunos de inglês. *Revista Horizontes de Linguística Aplicada*, 17(2), 15-38. <https://doi.org/10.26512/rhla.v17i2.22627>
- Savaşçı, M. (2014). Why are some students reluctant to use L2 in EFL speaking classes? An action research at tertiary level. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2682-2686. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.635>
- Shumin, K. (1997). Factor to consider: Developing adult EFL students' speaking abilities. In: Richards, J. & Renandya, W. (Eds). *Methodology in language teaching: An anthology of current practice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 204-211.
- Staske, S. (1996). Talking Feelings: The collaborative construction of emotion in talk between close relational partners. *Symbolic Interaction*, 19(2), 111-135. <https://doi.org/10.1525/si.1996.19.2.111>
- Thornbury, S. (2006). *An A-Z of ELT*. Oxford, UK: Macmillan.
- Tinjacá, R., & Contreras, R. (2008). Overcoming fear of speaking in English through meaningful activities: A study with teenagers. *Profile Issues in Teachers Professional Development*, 9, 23-46.
- Unesco. (2004). *Informe nacional sobre el desarrollo de la educación*. Disponible en [www.ibe.unesco.org/international/ice47/english/nat\\_reps/reports/ecuador.pdf](http://www.ibe.unesco.org/international/ice47/english/nat_reps/reports/ecuador.pdf)
- Ur, P. (1991). *A course in language teaching: Practice and theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wang, P., & Roopchund, R. (2015). Chinese students' English-speaking anxiety in asking questions in the Msc Tesol classroom. *International Journal of English Language Teaching*, 2(2), 1-18.
- Zhiping, D., & Paramasivam, S. (2013). Anxiety of speaking English in class among international students in a Malaysian University. *International Journal of Education and Research*, 1(11), 1-16.
- Zimbardo, P. (1977). *Shyness - What it is, What to do about it*. Massachusetts, USA: Addison Wesley Publishing Company.



*Artículo científico / Research paper*

## Evaluación de la aplicación del Índice de Inclusión en la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca, Ecuador

### Assessment of the application of the Index for Inclusion in the Faculty of Psychology of the University of Cuenca, Ecuador

Ruth Clavijo<sup>1</sup> , Freddy Cabrera<sup>2</sup>, Ángel Japón<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Psicología, Universidad de Cuenca, Avenida 12 de abril y Loja, Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Facultad de Filosofía, Universidad de Cuenca, Avenida 12 de abril y Loja, Cuenca, Ecuador

Autor para correspondencia: ruth.clavijo@ucuenca.edu.ec

Fecha de recepción: 28 de marzo de 2020 - Fecha de aceptación: 16 de abril de 2020

#### RESUMEN

El reconocimiento del derecho al acceso, permanencia y culminación de la educación superior sin ningún tipo de discriminación supone un avance hacia un modelo de educación sostenible e incluyente. La educación inclusiva tiene que ver con el proceso de reducir las barreras que limitan la presencia y la participación de los estudiantes, procurando eliminar todo tipo de formas que conlleven a la exclusión. Las universidades, aunque diversas en sus prioridades, precisan avanzar hacia un modelo de educación basado en los principios de la educación inclusiva. El propósito del presente estudio consistió en identificar la percepción de docentes y estudiantes sobre culturas, políticas y prácticas inclusivas de la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca en Ecuador. Para ello se utilizó una muestra conformada por 241 estudiantes y 44 docentes. Las percepciones de docentes y estudiantes con respecto a la educación inclusiva fueron recolectadas utilizando la guía del Índice de Inclusión y los datos fueron procesados mediante estadísticos descriptivos e inferenciales no paramétricos. Los resultados revelaron que, tanto estudiantes como profesores, están de acuerdo en las tres dimensiones evaluadas. Se encontró que la dimensión *crear culturas inclusivas* es la más valorada, seguida de la dimensión *desarrollar prácticas inclusivas*, y finalmente, la menos valorada fue la dimensión *elaborar políticas inclusivas*. Además, es importante señalar que en promedio 8.4% de los ítems del Índice de Inclusión presentaron valores inusuales debido a falta de información, lo que da lugar al planteamiento de un estudio de validez del constructo del Índice para la Inclusión.

**Palabras clave:** Educación superior, cultura, políticas y prácticas inclusivas.

#### ABSTRACT

The recognition of the right to access, reside and complete higher education without any type of discrimination, represents a move towards a model of sustainable and inclusive education. Inclusive education refers to the process of reducing the barriers that limit the presence and participation of students, trying to eliminate all kinds of ways that lead to exclusion. Universities, although diverse in their priorities, need to move towards an education model based on the principles of inclusive education. The purpose of this study consisted in identifying the perception of teachers and students about cultures, policies, and inclusive practices of the Faculty of Psychology, of the University of Cuenca in Ecuador. For this matter, a sample consisting of 241 students and 44 teachers was used. The perception of docents and students regarding inclusive education was collected using the guide Index for Inclusion and the data were processed by descriptive and inferential non-parametric statistics. The results revealed that both, students and teachers, agree on the three evaluated dimensions. It was found that the dimension to *create inclusive cultures* is the highest valued, followed by the dimension to *develop inclusive practices*, and finally, the least valued was the dimension to *elaborate on inclusive policies*. Moreover, it is important to point out that on average 8.4% of the items of the Index of Inclusion presented unusual values due to lack of information, which gives rise to the proposal of conducting a validity study of the construct of the Index for Inclusion.

**Keywords:** Higher education, culture, policies and inclusive practices.

#### 1. INTRODUCCIÓN

La inclusión educativa es uno de los principales temas que se encuentra agendado dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030, haciéndose visible a

través del objetivo 4 que contempla: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (UNESCO, 2016. p.5); en donde se destaca sobre todo a la inclusión e igualdad como pilares fundamentales para asegurar una enseñanza de calidad. De igual manera,



la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través de sus planteamientos fomenta el desarrollo de sistemas de educación inclusivos, respaldando políticas, programas y prácticas en materia de educación.

Por otro lado, la consideración de los Derechos Humanos (Naciones Unidas, 2015a) ha facilitado el cuestionamiento al tratamiento general que se ha venido otorgando a colectivos minoritarios, personas con discapacidad, indígenas, mujeres, sectores que históricamente han sido excluidos de la educación formal (Herdoíza, 2015). Actualmente, los cambios en nuestras sociedades han facilitado la visibilidad de estos grupos y de las personas que los conforman, resaltando la enorme inequidad e injusticia que supone no sumar esfuerzos necesarios, desde la formulación de políticas públicas emitidas por las instancias reguladoras que facilite el acceso efectivo de los estudiantes a los distintos niveles educativos, donde puedan realizar su proceso de aprendizaje con absoluta participación y respeto de sus diferencias (Ainscow, Booth, & Dyson, 2006; Cotán, 2017).

Existen a nivel internacional y regional, organismos como la UNESCO, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC) entre otras instancias, que influyen en la generación de políticas, motivando a los estados a garantizar la educación como un derecho humano, sugiriendo a las universidades la responsabilidad social de convertirse en agentes activos en el cumplimiento de estas políticas (Fernández, 2013; Fernández & Pérez, 2016; Sinchi & Gómez, 2018). Las universidades deberán examinar su rol, revisar su misión y visión institucional, reevaluar sus funciones sustanciales, reduciendo las barreras que dificultan el aprendizaje, la presencia y la participación de todos los estudiantes, rescatando las competencias que le corresponde como Instituciones de Educación Superior (IES), en la formación de profesionales, respetuosos de la diversidad donde el reconocimiento, la aceptación y el apoyo de las diferencias, sea una constante (Echeita & Navarro, 2014; González, González, Guerrero, & Ríos, 2018).

Durante los últimos tiempos, varios son los compromisos asumidos por algunos organismos internacionales para combatir las desigualdades dentro de los países, procurando construir ciudades pacíficas, justas e inclusivas, proteger los derechos humanos, promover la igualdad entre los géneros, buscando el empoderamiento de las mujeres y las niñas en todos los espacios de participación, garantizando una protección del derecho a la educación y creando las condiciones necesarias para un crecimiento económico sostenible e inclusivo (Naciones Unidas, 2015b); sin embargo, en la consecución de estos objetivos la universidad, como parte de su responsabilidad social, tiene una gran tarea pendiente (Fernández, 2013; Aznar & Barrón, 2017; Cotán, 2017). La universidad requiere trascender sus fronteras impulsando cambios sociales, promoviendo el respeto y la tolerancia para una mejor convivencia (González et al., 2018). Las dinámicas sociales de la actualidad exigen una universidad inclusiva que de la bienvenida a la diversidad a partir del respeto de las diferencias, brindando a todos la oportunidad de ser apoyados y aceptados (Espinosa, Gómez, & Cañedo, 2012).

En la actualidad, las aulas universitarias parecen evidenciar cada vez más la diversidad dentro de ellas, y

aunque pareciera que siempre han sido diversas, en los últimos años, factores como: la movilidad estudiantil, el acceso de mayor diversidad de estudiantes, la presencia de un porcentaje alto de mujeres y grupos minoritarios, las mayores oportunidades de ingreso de estudiantes con discapacidad, entre otras, convierten a las aulas en espacios altamente heterogéneos, situación que conlleva un desafío para el profesorado que se encuentra preocupado por conocer y defender las diferencias y promover una educación sin barreras (Leire, Fernández, & Goicoechea, 2010; Moriña, Cortés, & Molina, 2015; Ochoa Cervantes, 2019).

En el Ecuador, el *Sistema de Educación Superior*, por mandato constitucional, se encuentra articulado al Plan Nacional de Desarrollo (PND), el mismo que considera como principios orientadores entre otros: la autonomía responsable, el cogobierno, la igualdad de oportunidades, la calidad y pertinencia (Herdoíza, 2015; Naciones Unidas, 2015b; SENPLADES, 2017). Alineada al PND, la inclusión educativa en los últimos años se ha convertido en una prioridad estatal (Asamblea Nacional, 2010). Para este propósito, se la ha enmarcado en normativas, leyes, reglamentos y ordenanzas, que procuran reducir barreras que excluyen al ser humano de la educación (Jara, Melero, & Guichot, 2015). El logro de la equidad y la justicia social, el reconocimiento de las diferencias individuales y la mejora de las condiciones de participación de cada estudiante, son los derroteros que deben alumbrar el camino de las IES en todo el país.

El marco legal vigente de la educación superior (ES) en nuestro país, propone importantes cambios para garantizar el acceso y la participación como un derecho fundamental. Particularmente importantes son dos acciones relacionadas con el acceso a la ES: por un lado, el principio de gratuidad y, por otro, la aplicación del examen de admisión denominado ENES, a partir del 2012 (Ponce & Carrasco, 2017). La aplicación de la política de gratuidad pretendía garantizar el acceso a colectivos con escasos recursos, mientras que la implementación del examen de ingreso (de aptitudes), buscaba garantizar el acceso, la permanencia y culminación del proceso educativo (Ponce & Carrasco, 2017). Paralelamente, el cierre de universidades que no cumplían criterios mínimos de calidad permitió incluir en los procesos de evaluación y acreditación de la IES, estándares relacionados con la educación inclusiva (Sinchi & Gómez, 2018).

La Universidad de Cuenca, por su parte, propone medidas orientadas a eliminar toda forma de discriminación, ya sea basada en género, etnia, condición social y orientación sexual, así como garantizar la igualdad de los grupos tradicionalmente discriminados (Universidad de Cuenca, 2017). Contempla criterios para asegurar la inclusión, identificando barreras físicas, sociales, educativas y actitudinales que estén presentes en el campus y que dificulten la verdadera participación, todo esto en consonancia con la filosofía de inclusión que defiende una educación eficaz para todos (Leire et al., 2010; Moriña et al., 2015).

Sin embargo, a pesar de los avances legislativos realizados en Ecuador, consideramos que la educación inclusiva es un tema complejo que debe abordarse desde distintos ámbitos. La promulgación de leyes es una cuestión necesaria, pero no suficiente, debe ir acompañada de la voluntad de cada uno de los miembros de la comunidad universitaria a través de un trabajo sistematizado (Corral, Villafuerte, & Bravo, 2015; Herdoíza, 2015; De la Hoz

Blanco, 2017). Las medidas coordinadas deben reducir cualquier tipo de desigualdad o exclusión dentro de las IES, la finalidad última será generar una verdadera cultura inclusiva, es decir, construir una comunidad segura, acogedora, donde cada estudiante se sienta parte, respetado en su diversidad, en su unicidad (Booth & Ainscow, 2002; Ortiz & Lobato, 2003; Pardo, 2010). El camino por seguir para la transformación educativa en el Ecuador tiene aún un largo trecho que recorrer. Creemos que la formación académica en contextos universitarios no ha recibido la atención necesaria, tampoco existen instrumentos que permitan medir la educación inclusiva. La diversidad y el derecho a una educación equitativa requieren de preparación cultural, tanto individual como colectiva de los diferentes miembros de la comunidad universitaria (Cotán, 2017).

En este contexto, nos hemos propuesto conocer la percepción que tienen docentes y estudiantes de la Facultad de Psicología sobre la educación inclusiva a nivel superior, considerando que la ES constituye un derecho y un bien social que sienta las bases de una sociedad justa y más equitativa. La universidad es el contexto propicio para generar y promover una educación más inclusiva, mediante una comprensión básica de la diversidad, reflejada en las actividades profesionales de todos sus graduados, competentes para un futuro mejor y más digno para todos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Instrumento

La información de campo fue levantada por cuatro estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca quienes evaluaron por separado dos bases de datos diferentes: una de los profesores (n=44, casos válidos) y otra de los estudiantes (n=241, casos válidos) para sus respectivos trabajos de graduación (Loja & Tello, 2019; Jara & Narváez, 2019) en el marco del Proyecto de Investigación: *Percepción de docentes y estudiantes sobre culturas, políticas y prácticas inclusivas en educación superior* (Convocatoria DIUC, XVII, 2018), que los autores del presente artículo dirigen.

Para cumplir con el objetivo se ha utilizado el *Index for Inclusion*, propuesta adaptada por Salceda & Ibáñez (2015), que deriva del instrumento original (Booth & Ainscow, 2002) y que ha adaptado en dos ocasiones, y traducido no solamente al español, sino a más de 10 idiomas. La primera, dirigida para Educación Infantil (González-Gil, Gómez-Vela, & Jenaro, 2007) y la segunda para Educación Primaria (Durán et al., 2002), estas dos versiones con acceso abierto y gratuito. La tercera edición del "Index for Inclusion" (Booth, Simón, Sandoval, Echeita, & Muñoz, 2015) incorpora, entre otras innovaciones, la sostenibilidad al análisis actual del currículo escolar, que es tan necesario para la investigación. La razón principal para aplicar esta herramienta radica en que el instrumento es internacionalmente reconocido, además permite evaluar el proceso de educación inclusiva en los diferentes escenarios, donde toda la comunidad educativa puede

contribuir a combatir cualquier forma de exclusión promoviendo culturas, políticas y prácticas inclusivas (Booth et al., 2015). El instrumento tiene cuatro opciones de respuesta para cada ítem, tres de ellas pertenecen a una escala (1=En desacuerdo, 2=Bastante de acuerdo, 3=Totalmente de acuerdo) y la cuarta alude al hecho de que el estudiante o profesor necesita más información para responder el cuestionario.

### 2.2. Análisis de los datos

Los datos fueron procesados en el software SPSS 24 (Martínez, Castellanos, & Chacón, 2015), y se presentan mediante estadísticos descriptivos e inferenciales. Los estadísticos descriptivos constituyen las frecuencias y porcentajes, así como las medias y desviaciones estándar de cada uno de los ítems del instrumento. Para verificar la fiabilidad del instrumento se empleó el coeficiente Alpha de Cronbach mismo que obtuvo un valor de 0.954 equivalente a una alta fiabilidad; al separar los resultados de los estudiantes y profesores se encontró que el alfa de los profesores es de 0.953 y el de los estudiantes de 0.956. Debido a que los promedios de las dimensiones no cumplen con el supuesto de normalidad, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para comparar las dimensiones entre el grupo de estudiantes y el grupo de profesores (excepcionalmente se empleó t de Student cuando se demuestra distribución normal). Adicionalmente, se compararon las seis secciones del Índice empleando la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, con la cual se determinó que existen diferencias significativas entre las dimensiones ( $p < 0.05$ ). Para identificar qué diferencias específicamente existen, al comparar cada sección con las otras cinco, se empleó U de Mann-Whitney a manera de análisis *post hoc* (Ruxton & Beauchamp, 2008). Con la prueba señalada se puede calcular Z, si este valor tiene un valor negativo mayor que 1.96 ( $Z < -1.96$ ), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de las diferencias.

### 2.3. Participantes

En la Tabla 1 se exhibe la información del perfil de los estudiantes (n=241) y profesores (n=44) que participaron como muestra probabilística por conglomerado en la Facultad de Psicología. Los estudiantes en su mayoría son mujeres (65.6%), en el caso de los profesores, el son hombres (61.4%). Consultando sobre la etnia, la mayoría de las estudiantes y profesores se identifican como mestizos (94 y 91%, respectivamente). La edad de los estudiantes oscila entre los 20 a los 25 años; en el caso de los docentes, al menos la mitad se encuentra en el intervalo de 30 a 39 años. El 65% de estudiantes procede de la provincia del Azuay, seguido de la provincia del Cañar. El 96.7% de estudiantes señaló no tener discapacidad, sin embargo, hay quienes presentan discapacidad visual, física y psicosocial. La mitad de los docentes no ha recibido capacitación en educación inclusiva y en su mayoría (61.4%) no tiene más de 5 años de experiencia docente. Con respecto a la situación laboral, el 68.2% es profesor ocasional, únicamente el 20.5% es profesor titular<sup>1</sup>. En cuanto al nivel de estudios de los profesores,

<sup>1</sup> Según el Reglamento de Carrera y Escalafón Docente del profesor e investigador de la Universidad de Cuenca, los docentes titulares ingresan mediante concurso público de

méritos y oposición, se clasifican en: principales, agregados y auxiliares y la condición de titular garantiza estabilidad (p.2).

**Tabla 1.** Perfil de los estudiantes que participaron del estudio.

Variable	Valor final	Estudiantes		Profesores	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Género	Hombre	83	34.4	27	61.4
	Mujer	158	65.6	17	38.6
Etnia	Mestizo	227	94.2	40	90.9
	Blanco	10	4.1	3	6.8
	Indígena u otro	4	1.7	1	2.3
Edad <sup>a</sup>	20-22 años	98	40.7		
	23-25 años	113	46.9		
	26-29 años	21	8.8	9	20.5
	30-39 años	8	3.3	22	50.0
	40-49 años	1	0.1	8	18.2
	50-59 años			5	11.4
Procedencia	Azuay	158	65.6		
	Cañar	34	14.1		
	Amazonía	7	2.9		
	Costa	12	5.0		
	Resto de la sierra	13	5.4		
	Extranjero	2	0.8		
Discapacidad	Sin discapacidad	233	96.7		
	Visual	4	1.7		
	Física	3	1.2		
	Psicosocial	1	0.4		
Capacitación en educación inclusiva	No			22	50.0
	Si			22	50.0
Experiencia docente	0-5 años			27	61.4
	6-10 años			10	22.7
	11 o más años			7	15.9
Situación laboral	Titular			9	20.5
	Ocasional			30	68.2
	Técnico docente			5	11.4
Nivel de estudios	Tercer nivel			3	6.8
	Maestría			37	84.1
	Doctorado			4	9.1

<sup>a</sup> La edad promedio de los estudiantes es de 23.41 años (Desviación estándar de 2.72 años), la de los docentes es de 36.82 años (Desviación estándar de 8.58 años).

el 84.1% ha obtenido el cuarto nivel con maestría, mientras que, únicamente el 9.1% ha conseguido el nivel de doctorado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación de los ítems en las 6 secciones del Índice de Educación Inclusiva para las participantes

Se han organizado en tres dimensiones, cada una con dos secciones como se estructura en el *Index for Inclusion*. La Dimensión A: Crear culturas inclusivas en la que se incluyen las secciones A.1. Construir comunidad y A.2. Establecer valores inclusivos. La Dimensión B: Elaborar políticas inclusivas que incluye: B.1. Desarrollar una

universidad para todas las personas y B.2. Organizar el apoyo para atender a la diversidad. Finalmente, se presenta a la Dimensión C: Desarrollar prácticas inclusivas que contiene: C.1. Orquestar el proceso educativo y C.2. Movilizar recursos. Cada una de estas dimensiones y secciones se presentan por frecuencias y porcentajes para conocer el comportamiento general. Los resultados para cada uno de los ítems que pertenecen a las secciones se presentan en la Tabla 2.

En la primera sección: *Construir comunidad*, destacan en la escala quienes están ‘en desacuerdo’ en ítems como *Todo el mundo se siente incluido*, en el que se muestran en desacuerdo casi la mitad (48.8%), seguido por el ítem *La facultad involucra a la comunidad universitaria en el diseño de propuestas para la mejora de la convivencia interna* (41.1%).

**Table 2.** Distribución porcentual de la evaluación de los participantes sobre los ítems de las 6 secciones del Índice de inclusión.

Ítems	En desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Necesito más información	
<b>A.1. Construir comunidad</b>					
A.1.1	Todo el mundo se siente acogido.	48.8	35.4	5.6	10.2
A.1.2	Los recursos del entorno local se utilizan para apoyar el aprendizaje.	33.7	56.8	5.3	4.2
A.1.3	La facultad implementa estrategias para vincularse a redes locales y regionales de política social.	21.1	61.8	11.9	5.3
A.1.4	La facultad involucra a la comunidad universitaria en el diseño de propuestas para la mejora de la convivencia interna.	41.1	43.5	7.0	8.4
A.1.5	El aula es un espacio social y educativo de participación.	16.8	61.4	21.1	.7
A.1.6	Existe colaboración entre el profesorado y el personal no docente (administrativo, consejería, limpieza).	24.6	51.2	16.5	7.7
A.1.7	El trabajo desarrollado por el personal no docente (administrativo, consejería, limpieza) es conocido y valorado por estudiantes y profesorado.	36.5	48.1	11.9	3.5
A.1.8	Las relaciones entre el profesorado y el alumnado se basan en el respeto mutuo.	8.8	63.9	26.7	.7
A.1.9	El alumnado participa en los órganos de representación estudiantil (Consejo Directivo, Junta académica, Consejo Universitario).	18.6	51.2	25.6	4.6
A.1.10	El alumnado se apoya mutuamente para lograr metas educativas.	35.4	49.5	11.2	3.9
A.1.11	Toda la comunidad universitaria siente orgullo de pertenecer a esta institución.	17.9	49.1	23.9	9.1
<b>A.2. Establecer valores inclusivos</b>					
A.2.1	Toda la comunidad universitaria se identifica con la filosofía, los principios y los objetivos de la educación inclusiva.	44.2	41.8	6.0	8.1
A.2.2	La facultad transmite al entorno local que es una institución donde se generan transformaciones que contribuyen a mejorar la sociedad.	18.2	64.9	10.9	6.0
A.2.3	La facultad impulsa acciones que promueven conductas sociales positivas y la solidaridad en oposición al individualismo y el utilitarismo.	23.9	55.4	14.4	6.3
A.2.4	La facultad implementa acciones para prevenir riesgos psicosociales.	26.7	49.5	15.1	8.8
A.2.5	La facultad implementa acciones para disminuir las prácticas discriminatorias.	28.4	51.2	14.0	6.3
A.2.6	Todos los miembros de la facultad son tratados como personas que desempeñan un "rol" fundamental para el buen funcionamiento de la misma.	26.3	51.2	16.1	6.3
A.2.7	El profesorado tiene expectativas altas sobre todo el alumnado.	28.8	48.4	15.8	7.0
A.2.8	El profesorado implementa acciones para eliminar las barreras al aprendizaje y la participación.	31.6	50.5	12.3	5.6
<b>B.1. Desarrollar una universidad para todas las personas</b>					
B.1.1	Se organizan jornadas de puertas abiertas y actividades regulares de apertura a la comunidad no universitaria.	34.4	47.4	9.5	8.8
B.1.2	La facultad es accesible para todas las personas.	31.2	48.4	18.2	2.1
B.1.3	Se revisan los recursos para que respondan a una realidad cambiante.	34.4	44.2	9.5	11.9
B.1.4	El alumnado que ingresa a la facultad recibe una atención que garantiza su preparación para la vida y el mundo laboral.	33.3	51.2	10.5	4.9
B.1.5	Los servicios complementarios que ofrece la facultad (cafetería, deportes, tutorías) se ajustan a las necesidades de la comunidad educativa.	49.8	37.9	9.5	2.8
B.1.6	Los nombramientos y las promociones docentes son justas.	50.9	30.2	3.9	15.1
B.1.7	Se ayuda al profesorado de nueva incorporación a adaptarse a la facultad.	30.9	43.9	5.6	19.6
B.1.8	Cuando el alumno accede a la facultad por primera vez se le ayuda a adaptarse.	49.8	36.8	5.3	8.1
<b>B.2. Organizar el apoyo para atender a la diversidad</b>					
B.2.1	La facultad define las políticas para la atención a la diversidad y responde por su divulgación y cumplimiento.	23.9	49.8	7.7	18.6
B.2.2	Se promueve la investigación y formación del profesorado en temas relacionados con la educación inclusiva.	26.7	49.8	8.8	14.7
B.2.3	Existen formas de apoyo pedagógico para el alumnado que lo necesita.	36.8	40.7	10.2	12.3
B.2.4	Los procedimientos tradicionales de evaluación del alumnado se combinan con otros.	39.3	43.9	9.1	7.7
B.2.5	El profesorado recibe formación para gestionar la disciplina en el aula.	36.5	38.9	4.6	20.0
B.2.6	Existen alternativas de enseñanza y tutorización no presencial para el alumnado que lo necesita.	42.5	36.5	4.9	16.1
B.2.7	Se implementan acciones para detectar las relaciones de abuso de poder o <i>bullying</i> .	59.6	21.1	4.6	14.7
<b>C.1. Organizar el proceso educativo</b>					
C.1.1	Los contenidos de las materias de estudio están conectados a problemáticas sociales relevantes.	20.4	60.4	14.4	4.9
C.1.2	Los contenidos de las materias de estudio se adecúan a la diversidad del alumnado.	36.5	46.3	10.5	6.7
C.1.3	Se organizan grupos de aprendizaje para que todo el alumnado se sienta valorado.	43.2	44.2	8.1	4.6

C.1.4	En la organización de espacios y tiempos se tiene en cuenta a las personas que conforman la comunidad universitaria.	36.5	48.4	7.7	7.4
C.1.5	Se implica activamente al alumnado en su propio aprendizaje.	23.9	56.1	16.5	3.5
C.1.6	El profesorado apoya el aprendizaje y la participación de todo el alumnado.	26.3	54.7	16.1	2.8
C.1.7	El profesorado planifica, revisa y enseña en colaboración con otros docentes.	32.6	46.3	9.1	11.9
C.1.8	La evaluación motiva y refleja los logros del alumnado.	43.9	42.8	8.4	4.9
<b>C.2. Movilizar recursos</b>					
C.2.1	Se conocen y se aprovechan los recursos de la comunidad universitaria para asegurar la inclusión efectiva de todos sus miembros.	35.1	44.9	6.3	13.7
C.2.2	Los recursos de la facultad se distribuyen de forma justa para apoyar la inclusión	44.9	32.6	7.0	15.4
C.2.3	La tutoría universitaria es un ámbito integrado en el servicio de orientación de la facultad a disposición de cualquier miembro de la misma.	27.0	47.7	7.0	18.2
C.2.4	La experiencia del profesorado se aprovecha plenamente para enriquecer el proceso educativo.	27.7	51.2	13.3	7.7
C.2.5	El profesorado genera recursos para apoyar el aprendizaje y la participación.	28.1	54.4	11.2	6.3
C.2.6	La diversidad del alumnado se utiliza como recurso para enriquecer el proceso educativo.	33.3	48.1	12.3	6.3

En contraparte, los ítems: *Las relaciones entre el profesorado y el alumnado se basan en el respeto mutuo* (26.7%), *El alumnado participa en los órganos de representación estudiantil* (25.6%), así como, *toda la comunidad universitaria siente orgullo de pertenecer a esta institución* (23.9%) presentan el mayor nivel de 'totalmente de acuerdo' no sólo en esta sección, sino en todas las demás.

En la segunda sección: *Establecer valores inclusivos*, estar 'en desacuerdo' se advierte más en el ítem *Toda la comunidad educativa se identifica con la filosofía, los principios y los objetivos de la educación inclusiva* (44.2%), sin embargo, también llama la atención varios ítems que necesitan más información, el más alto es *La Facultad implementa acciones para prevenir riesgos psicosociales* (8.8%).

La tercera sección: *Desarrollar una universidad para todas las personas*, muestra que los ítems con los que están mayormente 'en desacuerdo' son *Los servicios complementarios que ofrece la facultad se ajusta a las necesidades de la comunidad educativa* (49.8%), *Los nombramientos y las promociones docentes son justas* (50.9% que, a propósito, es el segundo más alto de toda la escala), así como también *Cuando el alumno accede a la facultad por primera vez se le ayuda a adaptarse* (49.8%). Respecto a los aspectos en los que se necesita más información, se encontró dos ítems *Se ayuda al profesorado de nueva incorporación a adaptarse a la facultad* (19.6%) y *Los nombramientos y las promociones docentes son justas* (15.1%).

La cuarta sección: *Organizar el apoyo para atender a la diversidad*, tiene ítems que destacan en el indicador 'en desacuerdo', el más alto corresponde a *Se implementan acciones para detectar las relaciones de abuso de poder o bullying* (59.6% que, a propósito, es el porcentaje más alto de toda la escala), pero además necesitan más información para responder al ítem *El profesorado recibe formación para gestionar la disciplina en el aula* (20%), así como para el ítem *La facultad define las políticas para la atención a la diversidad y responde por su divulgación y cumplimiento* (18.6%).

La quinta sección: *Organizar el proceso educativo*, muestra que, casi la mitad de los estudiantes están 'en desacuerdo' en al menos dos ítems como: *Se organizan grupos de aprendizaje para que todo el alumnado se sienta valorado* (43.2%) y *La evaluación motiva y refleja los logros del alumnado* (43.9%). En el ítem que mayor necesidad de información tienen es *El profesorado*

*planifica, revisa y enseña en colaboración con otros docentes* (11.9%).

La última sección: *Movilizar recursos*, presenta un alto porcentaje de 'en desacuerdo' para el ítem *Los recursos de la facultad se distribuyen de forma justa para apoyar la inclusión* (44.9%). En tanto que, los ítems que demandan más información son: *La tutoría universitaria es un ámbito integrado en el servicio de orientación de la facultad a disposición de cualquier miembro de esta* (18.2%) y *Los recursos de la facultad se distribuyen de forma justa para apoyar la inclusión* (15.4%).

### 3.2. Comparación entre secciones y dimensiones

Para comparar los resultados de las seis secciones, se empleó la prueba Kruskal-Wallis ( $\chi^2=73.13$ , 5 gl (grados de libertad),  $p=0.000$ ), con la cual se determinó que existen diferencias entre las secciones. Sin embargo, con esta prueba no es posible identificar cuáles son las diferencias que existen entre las secciones, por ello, como una forma de análisis *post hoc*, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Esta prueba fue empleada para comparar cada sección con todas las demás. Estos resultados permitieron conocer que la sección A.1. *Construir comunidad* es la más alta (mediana=1.82) y es diferente significativamente a todas las demás ( $Z<-1.96$ ), mientras que, a nivel intermedio se encuentran las secciones C.2. *Movilizar recursos* (mediana=1.75), C.1. *Orquestar el proceso educativo* (mediana=1.75) y A.2. *Establecer valores inclusivos* (mediana=1.86). En contraparte, de forma significativamente inferior a las señaladas ( $Z<-1.96$ ), se encontró que las secciones más bajas son B.2. *Organizar el apoyo para atender a la diversidad* (mediana=1.57) y B.1. *Desarrollar una universidad para todas las personas* (mediana=1.63). Los valores de las medianas se expresan en el diagrama de caja y bigotes (Fig. 1).

Para obtener un indicador para cada una de las tres dimensiones, se promediaron las secciones de este modo A: *Crear culturas inclusivas* (Media de A.1. *Construir comunidad* y A.2. *Establecer valores inclusivos*), B: *Elaborar políticas inclusivas* (Media de B.1. *Desarrollar una universidad para todos* y B.2. *Organizar el apoyo para atender a la diversidad*), y C: *Desarrollar prácticas inclusivas* (que contiene Media de C.1. *Orquestar el proceso educativo* y C.2. *Movilizar recursos*). Estos tres promedios se compararon con la prueba de Kruskal-Wallis, la misma que permitió identificar las diferencias

significativas entre estas tres secciones ( $\chi^2=42.96$ , 2 gl,  $p=0.000$ ). En efecto, la dimensión A: *Crear culturas inclusivas* (mediana=1.85) es la más alta, seguida de la dimensión C: *Desarrollar prácticas inclusivas* (mediana=1.73) y, por último, se ubicó la dimensión B: *Elaborar políticas inclusivas* (mediana=1.60).

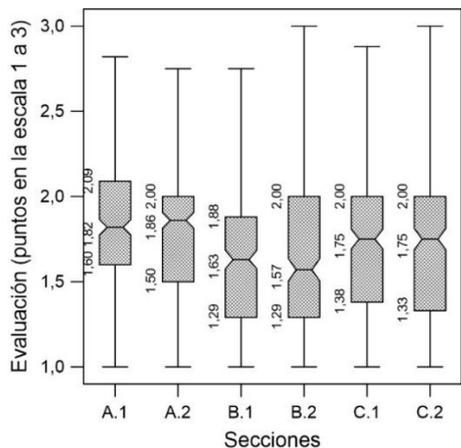


Figura 1. Diagrama de caja y bigotes de las seis secciones.

### 3.3. Comparación entre el comportamiento de respuesta de profesores y estudiantes

Para establecer diferencias entre profesores y estudiantes se empleó el estadístico de prueba U de Mann-Whitney que permitió establecer la existencia de diferencias significativas entre las secciones. La sección A.1. *Construir comunidad* muestra una mediana mayor en profesores (mediana=1.82) con respecto a estudiantes (mediana=2.00;  $Z=-3.604$ ), de igual manera, la sección A.2. *Establecer valores inclusivos* ( $Z=-3.444$ ), los estudiantes tienen una mediana de 1.75 y los profesores de 2.00, la sección B.1. *Desarrollar una universidad para todas las personas*, muestra diferencias significativas entre estudiantes (mediana=1.50) y profesores (mediana=1.88;  $Z=-4.140$ ), ello no ocurre en la sección B.2. *Organizar el apoyo para atender a la diversidad* ( $Z=-1.433$ ) en la cual los estudiantes tienen una mediana de 1.57 y los profesores de 1.71. La sección C.1. *Orquestar*

*el proceso educativo* también tiene diferencias entre profesores (mediana=1.73) y estudiantes (mediana=2.00;  $Z=-3.177$ ), de igual manera en la sección C.2. *Movilizar recursos* ( $Z=-3.816$ ) en la que los docentes tienen una mediana de 1.67 y los profesores de 2.00. El valor de las medianas del profesor comparado con el estudiante se aprecia en el diagrama de caja y bigotes (Fig. 2). En definitiva, con excepción de la sección B.2, en todos los casos se advierte que los profesores tienen una percepción más alta de la inclusión educativa que los estudiantes.

Para resumir, a nivel general, la inclusión educativa en la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca, se comparó la situación desde la perspectiva de estudiantes y profesores. Según la prueba U de Mann-Whitney, se advierte que existe diferencia significativa en la dimensión A: *Crear culturas inclusivas* ( $Z=-4.147$ ,  $p=0.000$ ) pues la mediana de los profesores es de 2.05 y la de los estudiantes de 1.82. Con esta prueba también se estableció diferencias en la dimensión B: *Desarrollar prácticas inclusivas* ( $Z=-2.993$ ,  $p=0.003$ ) según la cual la mediana de los estudiantes es de 1.58 y la de los docentes de 1.79. Por último, la dimensión C: *Elaborar políticas inclusivas* demostró distribución normal en sus datos por lo que se empleó la prueba *t* de Student para muestras independientes en la que también se advirtió diferencias significativas ( $t(283 \text{ gl}) = -4.22$ ,  $p=0.000$ ). En definitiva, existe mayor discrepancia entre estudiantes y docentes en la dimensión A, luego en la C y por último en la B.

## 4. DISCUSIÓN

La educación inclusiva pretende ofrecer educación de calidad para todos, respetando la diversidad, luchando contra la desigualdad social y promoviendo una cultura inclusiva (Leire et al., 2010). En los últimos años, dentro del contexto universitario, encontramos aulas heterogéneas caracterizadas por una diversidad de estudiantes, este escenario invita a analizar sobre los factores que influyen en las IES para que sean consideradas espacios inclusivos. En este proceso de análisis, resulta importante reflexionar sobre las percepciones de los distintos actores de la comunidad

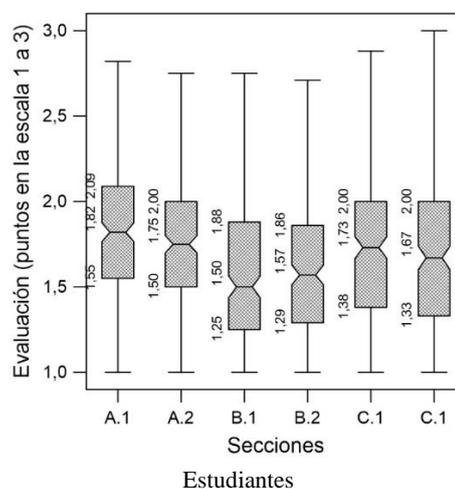
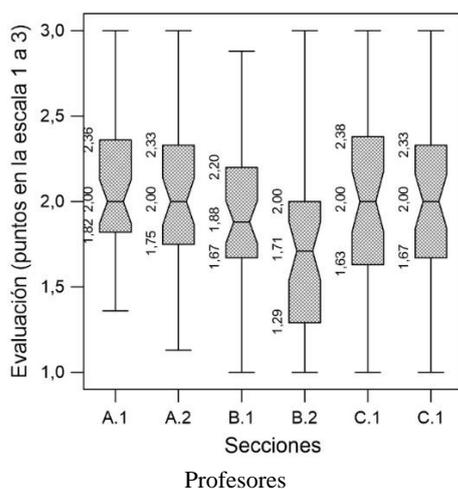


Figura 2. Diagrama de caja y bigotes de las seis secciones según profesores y estudiantes.

universitaria relacionados con culturas, políticas y prácticas inclusivas, para establecer elementos que se puedan mejorar contrastando puntos de vista de los distintos representantes del contexto universitario.

La filosofía de la inclusión basada en la diversidad implica una visión diferente de la educación, aquí el énfasis recae en desarrollar una educación que valore y respete la diferencia, donde el progreso de los estudiantes dependa del tipo de oportunidades y apoyos que se les brinde, de la generación, desarrollo y creación de políticas, prácticas y culturas inclusivas (Echeita & Navarro, 2014; Booth *et al.*, 2015) en cada una y al interior de todas las IES. En esta investigación la percepción de docentes y estudiantes sobre la dimensión A: *Crear culturas inclusivas*, tiene la percepción más alta de la facultad (mediana de 1.85 puntos) lo que permite distinguir que, docentes y estudiantes están motivados en establecer valores inclusivos, con una tendencia positiva hacia la creación de una cultura inclusiva. Booth & Ainscow (2002) desde el ámbito escolar, señalan que la cultura se refiere “al desarrollo de valores inclusivos, compartidos por todo el personal de la escuela, los estudiantes, los miembros del Consejo Escolar y las familias” (p.18), y proponen la necesidad de instaurar una comunidad escolar segura, acogedora, colaboradora y estimulante en la que toda persona sea tomada en cuenta y se promuevan valores inclusivos. A nivel universitario, si hablamos de cultura inclusiva podríamos entender que se refiere al conjunto de reglas, símbolos, creencias y valores compartidos por el personal administrativo, estudiantes, docentes y autoridades, por tanto, la cultura inclusiva cambia y se nutre de todos los participantes en ella.

En la sección *Construir comunidad*, se encuentran percepciones positivas relacionadas con los ítems de la sección *Establecer valores inclusivos*, aspectos que coincide con lo encontrado por los investigadores Ortiz & Lobato (2003) en el estudio “Escuela inclusiva y cultura escolar: algunas evidencias empíricas”, quienes indican que la cultura y los valores inclusivos radican en poseer un ambiente positivo con adecuados niveles de comunicación y respeto entre los integrantes de la comunidad educativa. Por su parte, Márquez & Sandoval (2019), sostienen que avanzar hacia la construcción de sistemas educativos con una cultura inclusiva no es tarea fácil ni puede improvisarse, la participación de los estudiantes compartiendo espacios, actividades y enseñanzas refuerza actitudes y valores positivos hacia la diversidad. En esta misma línea la UNESCO (2016) señala que para avanzar en la construcción de culturas inclusivas debe facilitarse las condiciones de acceso y participación de todos los estudiantes, sobre todo de aquellos que estén en situaciones de vulnerabilidad y exclusión.

En la misma sección, encontramos, que los docentes reconocen como importante la filosofía, principios y los objetivos de la educación inclusiva para avanzar hacia universidades inclusivas, sin embargo, existe una diferencia significativa en relación con la percepción de los estudiantes en las secciones: *Establecer valores inclusivos* y *Desarrollar una universidad para todas las personas*. Al respecto, Márquez & Sandoval (2019), señalan que los valores de un sistema inclusivo lo constituyen: la libertad, responsabilidad e igualdad de

protección de los derechos, aspectos que al estar reconocidos por los docentes, se convierten en elementos claves para avanzar hacia sistemas universitarios más inclusivos. Otros estudios realizados, no coinciden con estos resultados, Fernández (2013) por ejemplo, en su investigación sobre “Competencias docentes y educación inclusiva” encuentra que los docentes valoran los principios y creencias de lo que se hace y falta por hacer en cuanto a educación inclusiva. En esta sección encontramos también, que tanto docentes como estudiantes observan a la facultad como un espacio que pretende contribuir en la mejora del entorno local y regional, resultados que son similares con lo obtenido por González-Gil, Martín-Pastor, Poy & Jenaro (2016) en un estudio denominado “Percepciones del profesorado sobre la inclusión” quienes afirman que las actitudes hacia la inclusión que tienen los profesores es muy positiva y genera altas expectativas en todos los estudiantes, sin embargo que muestran resistencia a la hora de modificar sus prácticas educativas para atender la diversidad.

La dimensión “*Políticas inclusivas*”, determinan la responsabilidad que tienen los centros de educación superior de ofrecer a todos los estudiantes los mejores escenarios educativos, políticas que no solo amplíen el acceso, sino que desarrollen medidas que mejoren la permanencia y el éxito universitario de los estudiantes. Contar con políticas inclusivas garantiza a la inclusión como el eje del desarrollo de la institución universitaria, y que, a partir de las mismas, se mejore el aprendizaje y la participación de todo el estudiantado (Márquez & Sandoval, 2019). En los resultados obtenidos en la sección B.1. *Desarrollar una universidad para todas las personas*, de acuerdo con la percepción de docentes y estudiantes se percibe una facultad con accesibilidad para todos<sup>2</sup>. Estas derivaciones son una aproximación a la compleja relación que se establecen entre las políticas inclusivas y las actitudes hacia la inclusión de todos los integrantes de la comunidad universitaria. Se hace necesario repensar el rol de cada uno de ellos para generar una sociedad que se reconstruya mirando de frente la diversidad e inclusión de todos, garantice la accesibilidad y disminuya las barreras arquitectónicas y físicas que persisten en las universidades impidiendo la movilidad y participación de todos los estudiantes (Márquez & Sandoval, 2019).

En cuanto a las prácticas inclusivas, existe una orientación positiva de dichas prácticas, en el ítem *organizar el proceso educativo*, situación que coincide con Moriña *et al.* (2015) en su estudio denominado “Educación inclusiva en la enseñanza superior: soñando al profesorado ideal”, quienes sostienen que para una apropiada respuesta a la diversidad, los docentes, requieren metodologías claras, preparación y actitudes positivas hacia la inclusión, es decir, para optimizar las prácticas inclusivas deben corregir sus actitudes. Por su parte, Márquez & Sandoval (2019) indican que las universidades están utilizando el discurso de inclusión para garantizar el acceso a los estudiantes diversos, pero no comprometen sus culturas, políticas y prácticas para apoyar la permanencia y finalización de los estudios, con lo cual se puede demostrar que en la práctica, tenemos una inclusión mal entendida y tergiversada.

<sup>2</sup> Accesibilidad que de alguna manera está determinada por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), pues a nivel superior la Universidad

establece el número de cupos y la SENESCYT selecciona los aspirantes.

Los resultados obtenidos en la percepción relacionada con la dimensión *desarrollar prácticas inclusivas*, permiten sostener que docentes y estudiantes son conscientes de la diversidad y que por tanto, se despliegan una serie de prácticas, como organización de grupos de aprendizaje, organización de espacios y tiempos, distribución de los recursos de manera justa, resultados que coinciden con Simón & Carballo (2019) quienes sostienen que los docentes reclaman a las universidades mayor formación que les ayude a construir entornos más inclusivos. Para estos autores, son los docentes quienes demandan una mayor información sobre los servicios de apoyo, la normativa que regula la universidad y las necesidades de formación sobre el tema. De igual manera, Cotán (2017) en su estudio denominado “Educación inclusiva en las IES: narrativas de estudiantes con discapacidad” señala que gran parte de la comunidad universitaria no conoce si existen normativas que apoyen la inclusión, y si las conocen, no saben si se aplican o no, sin embargo, en las prácticas se despliegan una serie de acciones que buscan garantizar la educación de los estudiantes con diversidad. Por ello, la creación de entornos universitarios inclusivos, donde participe activamente toda la comunidad universitaria, no es una tarea fácil, implica la generación y transformación de políticas, estructuras y prácticas institucionales que permitan aprender a vivir con la diferencia, diversidad que es considerada como un aspecto positivo y que fomenta la cohesión social (Márquez & Sandoval, 2019).

## 5. CONCLUSIÓN

Generar políticas, prácticas y crear culturas inclusivas dentro de las IES, es una exigencia de la sociedad del siglo XXI en apoyo a la construcción de una sociedad sostenible y de paz. En términos generales, con los datos obtenidos podemos concluir que docentes y estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca (Ecuador), son conscientes de la importancia de atender la diversidad, están de acuerdo con establecer valores inclusivos dentro de su entorno de trabajo, sin embargo, consideran que la educación inclusiva, a nivel universitario, debe ser un proceso sistemático que inicia con pequeños cambios, para lo cual se requiere la participación e involucramiento de toda la comunidad universitaria.

La mayoría de los docentes consultados, manifiestan no haber recibido formación en educación inclusiva, evidenciando la carencia de información para organizar y planificar los procesos educativos, desde un enfoque de atención a la diversidad, resultado que revela la necesidad de implementar procesos de capacitación y sensibilización sobre temas de inclusión a nivel universitario, lo que seguramente ayudará a reducir barreras, tanto para el aprendizaje y la participación como para la movilidad de los miembros de la comunidad universitaria. Por otro lado, a pesar de que la percepción de estudiantes y docentes de la Facultad de Psicología de la Universidad de Cuenca, de manera general, es que la facultad es accesible a todos y eso los hace sentirse orgullosos de pertenecer a ella, todavía perciben la falta de movilización de recursos y que estos sean distribuidos de manera justa para apoyar la inclusión, no solo enfocándose en el acceso, sino

garantizando la permanencia y culminación de la carrera elegida, tal como lo señala la normativa que regenta la ES. Finalmente, el estudio plantea, en su análisis prospectivo, la posibilidad de realizar un análisis factorial exploratorio en todas las Facultades de la Universidad de Cuenca, con el propósito de confirmar la fiabilidad del instrumento debido a que, varias preguntas (8.4 de los ítems) presentan valores inusuales respecto al conjunto en el que están contenidas. De igual manera, se sugiere ampliar la muestra de docentes y estudiantes en toda la universidad, con la finalidad de generalizar resultados sobre percepción de políticas, culturas y prácticas inclusivas a nivel de ES.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio se realizó en el marco del proyecto: “Percepción de docentes y estudiantes sobre culturas, políticas y prácticas inclusivas en educación superior” ganador del XVII concurso de proyectos de investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC). Expresamos nuestro reconocimiento y agradecimiento a los estudiantes Loja Angélica y Tello Adrián, así como a Jara Ximena y Narváz Alejandro, quienes desde la coordinación del proyecto trabajaron en la recolección de datos, insumos con los que elaboraron sus tesis de graduación.

## REFERENCIAS

- Ainscow, M., Booth, T., & Dyson, A. (2006). *Mejorando escuelas, desarrollando inclusión*. Londres. <https://doi.org/10.4324/9780203967157>
- Asamblea Nacional. (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior LOES*. Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 298, 69 págs. Disponible en [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_EDUCACION\\_SUPERIOR\\_LOES.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY_ORGANICA_DE_EDUCACION_SUPERIOR_LOES.pdf)
- Aznar, P., & Barrón, A. (2017). El desarrollo humano sostenible. Un compromiso educativo. *Teoría de la Educación*, 29(1), 25-53. <http://dx.doi.org/10.14201/teoredu20172912553>
- Booth, T., & Ainscow, M. (2002). *Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva. Index for Inclusion*. Madrid, España: Consorcio Universitario para la Educación Inclusiva (original en inglés publicado en Bristol: CSIE, 2000).
- Booth, T., Simón, C., Sandoval, M., Echeita, G., & Muñoz, Y. (2015). Index for inclusion. Guía para la educación inclusiva. Promoviendo el aprendizaje y la participación en las escuelas: nueva edición revisada y ampliada. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(3), 5-19.
- Corral, K., Villafuerte, J., & Bravo, S. (2015). Realidad y perspectiva de la Educación Inclusiva de Ecuador. Percepciones de los Actores Directos al 2014. Acaraju, Brasil: Congreso Iberoamericano de Investigación Cualitativa. *Investigação Qualitativa em Educação / Investigación Cualitativa en Educación*, 2, 582-587.

- Cotán, A. (2017): Educación inclusiva en las instituciones de educación superior: narrativas de estudiantes con discapacidad. *Revista Española de Discapacidad*, 5(1), 43-61. <https://doi.org/10.5569/2340-5104.05.01.03>
- De la Hoz Blanco, J. (2017). Estilos de gestión y cultura institucional en las organizaciones escolares. *Revista Encuentros*, 15(1), 61-75. <http://dx.doi.org/10.15665/re.v15i1.611>
- Durán, D., Echeita, G., Giné, C., López, M.L., Miquel, E., Moratalla, S., & Sandoval, M. (2002). *Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva*. Madrid, España: Consorcio Universitario para la Educación Inclusiva.
- Echeita, G., & Navarro D. (2014). Educación inclusiva y desarrollo sostenible. Una llamada urgente a pensarlas juntas. *Edetania*, 46, 141-161.
- Espinosa, C., Gómez, V., & Cañedo, C. (2012). ¿Integración o inclusión? La educación superior ecuatoriana y el pleno acceso de estudiantes con discapacidad. *Revista Ciencia y Sociedad*, 37(3), 1-19.
- Fernández, J. (2013). Competencias docentes y educación inclusiva. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(2), 82-99.
- Fernández, N., & Pérez, C. (2016). La educación superior latinoamericana en el inicio del nuevo siglo. Situación, principales problemas y perspectivas futuras. *Revista Española de Educación Comparada*, 27, 123-148. <https://doi.org/10.5944/reec.27.2016.15044>
- González-Gil, F., Gómez-Vela, M., & Jenaro, C. (2007). Índice para la Inclusión: Desarrollo del juego, el aprendizaje y la participación en Educación Infantil. *Salamanca: Universidad de Salamanca*. Disponible en: <https://www.eenet.org.uk/resources/docs/Index%20EY%20Spanish.pdf>
- González-Gil, F., Martín-Pastor, E., Poy, R., & Jenaro, C. (2016). Percepciones del profesorado sobre la inclusión: Estudio preliminar. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 11-24. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.3.219321>
- González, R., González, B., Guerrero, V., & Ríos, G. (2018). Principales retos a la inclusión en la educación superior ecuatoriana. *Enfermería Investiga*, 3, 84-90.
- Herdoíza, M. (2015). *Construyendo igualdad en la educación superior. Fundamentación y lineamientos para transversalizar los ejes de igualdad y ambiente*. Quito, Ecuador: SENESCYT. Disponible en: [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/Construyendo-igualdad-en-la-educacion-superior\\_nov\\_2018.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/Construyendo-igualdad-en-la-educacion-superior_nov_2018.pdf)
- Jara, R., Melero, N., & Guichot, E. (2015). Inclusión socioeducativa, perspectivas y desafíos: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador y Universidad de Sevilla España. *Alteridad. Revista de Educación*, 10(2), 164-179. <https://doi.org/10.17163/ALT.V10N2.2015.03>
- Jara, X., & Narváez, E. (2019). *Percepción de docentes universitarios sobre culturas, políticas y prácticas inclusivas en la Facultad de Psicología* (Bachelor's tesis). Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32554>
- Leire, A., Fernández, J., & Goicoechea, P. (2010). *¿La educación inclusiva como utopía que nos ayuda a caminar?* Congreso Iberoamericano de Educación, Educación Inclusiva. Recuperado de [http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/EDUCINCLUSIVA/R1879\\_Darreche.pdf](http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/EDUCINCLUSIVA/R1879_Darreche.pdf)
- Loja, G., & Tello, A. (2019). Percepción de los estudiantes de la Facultad de Psicología sobre prácticas, políticas y culturas inclusivas (Bachelor's tesis). Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32431>
- Márquez, C., & Sandoval, M. (2019). Claves para promover la inclusión en educación superior. En: Márquez Vázquez (Ed.), *Avanzamos hacia Universidades más inclusivas. De la retórica a los hechos*. pp. 45-60. Madrid. Editorial DYKINSON, S.L. <https://www.researchgate.net/publication/334658162>
- Martínez, R., Castellanos, M. Á., & Chacón, J. C. (2015). Análisis de datos en Psicología y Ciencias de la Salud. *Volumen II: Inferencia Estadística. EOS*.
- Moriña, A., Cortés, M., & Molina, V. (2015). Educación inclusiva en la enseñanza superior: soñando al profesorado ideal. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 9(2), 161-175.
- Naciones Unidas. (2015a). *Edición ilustrada de la Declaración Universal de los derechos humanos (DUDH)*. 1-72. Disponible en: <https://www.un.org/es/udhrbook/>
- Naciones Unidas. (2015b). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea General. 1-40. Disponible en: [https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/res70d1\\_es.pdf](https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/res70d1_es.pdf)
- Ochoa Cervantes, A. (2019). El tipo de participación que promueve la escuela, una limitante para la inclusión. *Alteridad*, 14(2), 184-194. <https://doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.03>
- Ortiz, M., & Lobato, X. (2003). Escuela inclusiva y cultura escolar: algunas evidencias empíricas. *XIII Congreso Nacional e Iberoamericano de Pedagogía*, 55, 27-39.
- Pardo, P. (2011). La función de la universidad en las sociedades del conocimiento. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, 17, 145-158.
- Ponce, J., & Carrasco, F. (2017). Acceso y equidad a la educación superior y posgrado en el Ecuador, un enfoque descriptivo. *Mundos Plurales: Revista Latinoamericana De Políticas y Acción Pública*, 3(2), 9-22. <https://doi.org/10.17141/mundosplurales.2.2016.2841>
- Ruxton, G., & Beauchamp, G. (2008). Time for some a priori thinking about post hoc testing. *Behavioral Ecology*, 19(3), 690-693. <https://doi.org/10.1093/beheco/arn020>
- Salceda, M., & Ibáñez, A. (2015). Adaptación del Index for Inclusion al ámbito de la educación superior: Estudio preliminar. *Intangible Capital*, 11(3), 508-545. <https://doi.org/10.3926/ic.647>

- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de desarrollo 2017-2021. "Toda una vida"*. Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo. Quito Ecuador. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida/>
- Simón, R., & Carballo, R. (2019). Educación Inclusiva en la Universidad: el papel del profesorado. En Márquez Vázquez (Ed.), *Avanzamos hacia Universidades más inclusivas. De la retórica a los hechos*. pp. 100-121. Madrid. Editorial DYKINSON, S.L.
- Sinchi, E., & Gómez, G. (2018). Acceso y deserción en las universidades. Alternativas de financiamiento. *Alteridad*, 13(2), 274-287. <https://doi.org/10.17163/alt.v13n2.2018.10>.
- UNESCO. (2016). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1-60. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa)
- Universidad de Cuenca. (2017). *Instructivo que regula el proceso de Inclusión en la Universidad de Cuenca*. Unidad de Bienestar Universitario, 1-4.



*Artículo científico / Research paper*

## Características vocacionales y comportamiento social de la Generación Z. Caso El Triunfo, Ecuador

### Vocational characteristics and social behavior of the Generation Z. Case El Triunfo, Ecuador

**Erika Rupert-Lucero** , **Lisbeth Gómez-Pin**, **Madison Palma-Hernández**

Facultad de Ciencias Sociales, Educación Comercial y Derecho, Carrera de Psicología, Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador.

Autor de correspondencia: erupertil@unemi.edu.ec

Fecha de recepción: 9 de octubre de 2019 - Fecha de aceptación: 21 de marzo de 2020

#### RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue caracterizar a la generación Z y cuáles son sus intereses y aptitudes profesionales como indicador de la construcción de sus proyectos de vida, así como, explorar el comportamiento social que conlleva la acción en la toma de decisiones vocacionales. La muestra la conforman 161 estudiantes, se caracteriza por tener 45% de mujeres y 55% de varones de un rango de edad entre 13 y 19 años. Los resultados indican que este grupo de análisis construye sus proyectos de vida en base a intereses enfocados en el arte y aptitudes hacia la medicina y ciencias de la salud, con características del comportamiento social direccionada a tener consideración con los demás, pero con una necesidad latente de indicadores de liderazgo.

**Palabras clave:** Generación Z, intereses y aptitudes vocacionales, comportamiento social, proyecto de vida.

#### ABSTRACT

The main objective of this study was to characterize the Z generation and what their professional interests and aptitudes are as an indicator of the construction of their life projects, as well as, to explore the social behavior that the action entails in making vocational decisions. The sample is made up of 161 students and is characterized by 45% women and 55% men between 13 and 19 years old. The results indicate that the analyzed group builds its life projects on interests focused on art and aptitudes towards medicine and health sciences, with strong characteristics of consideration with others, but with a latent need for leadership indicators.

**Key words:** Generation Z, interests and vocational skills, social behavior, life project.

### 1. INTRODUCCIÓN

La generación Z predice una era de mejores seres humanos, esto se debe por todas las vivencias que los adolescentes<sup>1</sup> de esta edad han vivido (Mastroianni, 2016), desde el cambio y la promoción de la igualdad de género, el realce del rol de la mujer en los distintos sectores productivos y la promoción de los valores humanos con mayor énfasis (Burcaglia, 2013). Los estudios generacionales inician con el fotógrafo Robert Capa que escribió, después de las grandes guerras, sobre la generación desconocida, la X<sup>2</sup>. De ahí tomó el nombre el grupo de los nacidos entre los 60 y 70. Después vinieron

los millennials, que se hicieron mayores con el nuevo milenio de la mano de la crisis y la tecnología. Los Z están ahora saliendo de las aulas escolares (Ensick, 2013). Cada rango de edad se caracteriza por un nombre y las cualidades que los expertos han designado.

A partir del libro "Generations", los autores Strauss & Howe (1991) toman la responsabilidad de difundir las características generacionales que se vienen observando en el progreso de la sociedad de la América anglo-norteamericana. De acuerdo con sus estudios de cada una de las generaciones, se denomina a la generación Y<sup>3</sup> a aquella que ha sido estudiada desde la sociología por su

<sup>1</sup> El término adolescencia deriva del latín «adolescere» que significa «crecer hacia la adultez». La adolescencia es aquella etapa del desarrollo ubicada entre la infancia y la adultez, en la que ocurre un proceso creciente de maduración física, psicológica y social que lleva al ser humano a transformarse en un adulto (Gaete, 2015). La adolescencia ha sido definida por la Organización Mundial de la salud como el período entre los 10 y 19 años (OPS, 2010).

<sup>2</sup> El término generación X se usa para referirse a las personas nacidas tras la generación Baby Boomers, entre 1972 y 1982 aproximadamente.

<sup>3</sup> La generación Y, conocida como generación del milenio o milénica (*millennial generation*), es la cohorte demográfica que sigue a la generación X y precede a la generación Z.



particular forma de relacionarse y posicionarse en el mundo laboral. Luego que la última cohorte de los millennials alcanzó su mayoría de edad, se ha despertado un interés por identificar, caracterizar y denominar al siguiente grupo poblacional que tome la posta (Carlsson & Karlsson, 1970). Este interés ha sido mostrado de manera muy explícita tanto por parte de los estudiosos de la demografía, como por parte de los investigadores interesados en socio economía o socio tecnología; y también, con mucha más intensidad de la habitual, desde el ámbito del marketing y los medios de comunicación. A través de una encuesta realizada por Howe (2006) a sus lectores se encontró una denominación para una generación cuyos individuos más jóvenes nacían entre los años 2000 y 2006.

La generación Z o los centennials, son el grupo de edad que antecede a los millennials, y son el foco de análisis social y académico pues, aunque todavía faltan alrededor de 20 años para que tomen las riendas del liderazgo social y político mundial, representan el 25.9% de la población mundial, lo cual los posiciona como la generación de mayor población en el planeta (Décima, 2019). Se trata de la primera generación que ha incorporado Internet en las fases más tempranas de su aprendizaje y socialización, y también aquella a la que la crisis -económica y política- ha marcado más directamente su personalidad. Prensky (2001) los define como “aquellos individuos que nacieron en la era digital y son usuarios permanentes de las tecnologías con una habilidad perfeccionada”.

A medida que transcurre el tiempo, las cosas cambian y evolucionan es así que en una era de cambios generacionales se promueve la tendencia de caracterizar las edades de acuerdo a su comportamiento y a la demanda de productos tecnológicos que satisfagan la inmediatez de los procesos (Fumero, 2011), es necesario rescatar proyectos de vida asociados a los intereses y comportamiento social de cada contexto (Inglés *et al.*, 2009). Por tal motivo los objetivos del estudio son: Identificar las principales características de la generación Z<sup>4</sup> para analizar los componentes principales de sus proyectos de vida por medio de la medición de aptitudes, intereses vocacionales y del comportamiento social. Caracterizar la generación Z en sus aptitudes e intereses vocacionales. De esta manera se podrá determinar los indicadores que rigen el comportamiento social de los adolescentes de la generación Z y verificar si existe alguna relación entre las aptitudes e intereses vocacionales con el comportamiento social de la generación Z.

De acuerdo a las vivencias, a las aptitudes e intereses se forma la identidad vocacional (Muuss, 1996; Florenzano, 1996). La identidad vocacional es el resultado de varios procesos que exigen una elección acertada del futuro profesional del adolescente, mismo que se ve influenciado, entre otros factores, por el tipo de escuela (privada o pública) y por las características de la personalidad (Bland, Meurer, & Maldonado, 1995). Si la identidad vocacional es construida por las experiencias que pueden brindar los centros educativos y por rasgos de la personalidad que pueden ser heredados y/o adquiridos de sus vivencias diarias en interacción con su grupo familiar próximo, explorar ambas variables convertidas en indicadores de intereses y aptitudes vocacionales y

comportamiento social, nos permitirá tener una visión amplia de la caracterización de la generación Z en el contexto ecuatoriano, con la finalidad de aportar a los centros de educación orientación sobre mejoras en el proceso de orientación vocacional que esté más asociado a las características (Cerezo, 2016).

Las características de los adolescentes de hoy son de gran importancia para el sistema social, académico y personal, ya que marcan en la historia nuevas formas de visualizar el mundo, nuevas formas de percibir el entorno profesional y abren camino a distintas formas de emprender, emprendimiento enmarcado a las nuevas demandas del mercado comercial (Gómez & Palma, 2019). Por estas y otras razones el mundo del marketing ha propuesto caracterizar las edades desde los fundamentos de los rasgos del comportamiento social (Eisenberg & Fabes, 2006). Esta caracterización de las edades y de su comportamiento, que en primera instancia se produjo para mejorar las ventas de productos tecnológicos que se asocian a las necesidades de cada generación, ha servido para que desde la psicología y la sociología se establezcan patrones de comportamiento y establecer semejanzas y diferencias en los constructos sociales, académicos y a las preferencias profesionales de cada una de las generaciones.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Participantes

El muestreo fue no probabilístico con los siguientes criterios de inclusión: 1. Estudiantes matriculados en el nivel educativo en los niveles de EGB Superior y Bachillerato. 2. Que tengan una edad entre 16 a 19 años y 3. Que hayan completado todos los cuestionarios. La muestra se distribuye por sexo y edad, la caracterización por sexo se distribuye de la siguiente manera: mujeres (n=72, equivalente a 45%) y hombres (n=89, correspondiente a 55%); en total son 161 estudiantes de un rango de edad entre 16 a 19 años.

### 2.2. Instrumentos

Para la medición del intereses y aptitudes de un individuo frente a áreas específicas se utilizó la prueba vocacional de CHASIDE, propuesta por el Dr. John L. Holland, quien fue un profesional de las ciencias humanas. La prueba tiene 98 preguntas, distribuidas para categorizar 14 indicadores de intereses y aptitudes profesionales. En el análisis de fiabilidad, el alfa de Cronbach fue de 0.92.

Para la cuantificación de comportamiento social se usó la Batería de Socialización BAS 3, integrada por 75 ítems, aplicable a adolescentes de 11 a 19 años. Esta prueba permite obtener un perfil del comportamiento social a partir de sus cinco escalas de socialización: consideración con los demás (Co), autocontrol en las relaciones sociales (Ac), retraimiento social (Re), ansiedad social/timidez (At) y liderazgo (Li) (Silva & Martorell, 2001). En el análisis de fiabilidad con los datos de la muestra, el instrumento obtuvo un  $\alpha=0.85$ .

<sup>4</sup> La generación Z es más conocida como Millennials (generación de 1981 a 1995). La generación Z es la de las personas que han nacido entre 1995 y 2015, es decir, que

tienen entre 0 y 20 años; y es la primera cohorte en tener la tecnología de internet.

Además, se aplicó una encuesta diseñada para obtener datos sobre: 1. Desempeño académico; 2. Nivel de satisfacción con la institución académica; 3. Uso del tiempo libre; y 4. Sentimientos percibidos hacia la institución educativa (I.E.), docentes y compañeros. Las respuestas fueron diseñadas de acuerdo con la escala de Likert para cuantificar las respuestas en tres niveles: bajo, medio y alto.

### 2.3. Procedimiento

Se procedió a realizar todos los trámites académicos para iniciar con el proceso de levantamiento de información, vía oficio se solicitó permiso a los directivos de la Unidad Educativa Particular y a su vez solicitar el consentimiento informado de los participantes, garantizando el anonimato y confidencialidad de los datos. Se explicó el objetivo del estudio y se aplicaron los instrumentos. Una vez obtenido los datos, se clasificaron los cuestionarios para verificar si todos habían sido contestados. Se excluyeron 18 participantes por no haber contestado todos los instrumentos de forma correcta.

### 2.4. Análisis estadístico

Se realizó un estudio cuantitativo de corte transversal. Los datos fueron ingresados al programa estadístico SPSS v.22 para el análisis de frecuencias, correlaciones ( $r$  de Pearson), se tomó un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$  para identificar correlaciones significativas entre las variables.

## 3. RESULTADOS

La muestra es homogénea, el grupo de análisis conlleva un número similar en la distribución por sexo. Además, la muestra se caracteriza por otros datos importantes que se asimilan a los indicadores teóricos de la generación Z como: 1. El uso del tiempo libre se caracteriza por juegos en ordenadores o dispositivos electrónicos. 2. Mayores Preocupaciones direccionadas a la situación económica; y 3. Un porcentaje significativo ya ha acudido al psicólogo. (Tabla 1).

Las características de los estudiantes encuestados indican mayor preferencia del uso del tiempo libre en juegos en ordenadores o dispositivos electrónicos ( $n=50$ ; 31.1%) y el deporte ( $n=43$ ; 26.7%), además, para la mayoría, su fuente de preocupación es la situación económica ( $n=42$ ; 26.1%), seguida por el trabajo ( $n=35$ ; 21.7%). Estos datos se unen a los diferentes espacios de socialización como sentirse “muy bien” en las relaciones interpersonales con los compañeros ( $n=69$ ; 43%) pero una significativa parte de los estudiantes se siente “regular” en su relación con la I.E. ( $n=91$ ; 56.5%).

De igual manera se evidencia un indicador elevado en torno a las notas académicas que poseen los estudiantes (Tabla 2), teniendo que en su mayoría poseen una nota caracterizada como “Bien” (38.5% M; 36.6% F-Q; 32.9% C-N; 38.5% C-S; 24.2% L; 31.1% D-H), estos indicadores reflejan el rendimiento no satisfactorio de los alumnos, es decir, están enfocados

**Tabla 1.** Características socio-afectivas de la población de estudio.

Caracterización (%)	Variables							
	Repetidores de curso	Cómo te sientes en la I.E.	Cómo te sientes con los profesores	Cómo te sientes con los compañeros	Cuán satisfecho estás en la I.E.	Cuáles son tus mayores preocupaciones	Actividades en tiempo libre	Ha acudido al psicólogo
No	54.7							
Sí, un curso	44.1							
Sí, dos o más	1.2							
Muy mal		1.2	1.2		4.9			
Mal		1.3	0.6		9.3			
Regular		26.1	24.2	16.1	56.5			
Bien		35.4	41.0	41.0	24.8			
Muy bien		35.4	32.9	43.0	4.3			
Ninguna						11.2		
Trabajo						21.7		
Situación Económica						26.1		
Estudios						9.8		
Salud						13.7		
Relaciones con amigos						17.4		
Ninguna							3.7	
Salir con amigos							11.2	
Deporte							26.7	
Estudios extracurriculares							15.5	
Cultura - Religión							11.8	
Juegos en ordenadores o dispositivos							31.1	
Sí								37.8
No								49.6
No sé								12.4

Leyenda:  $n = 161$ , I.E. = inteligencia emocional.

**Tabla 2.** Notas académicas en las principales asignaturas.

Caracterización (%)	Notas académicas					
	Matemáticas	Física-Química	Ciencias Naturales	Ciencias Sociales	Lenguaje	Desarrollo Humano
Deficiente	3.7	1.2	1.2	4.3	1.2	1.2
Insuficiente	6.2	5.0	6.8	2.5	9.3	7.5
Suficiente	14.3	16.1	9.9	9.3	34.8	8.7
Bien	38.5	36.6	32.9	38.5	24.2	31.1
Notable	19.3	23.6	21.1	19.3	30.4	22.4
Sobresaliente	18.0	17.4	28	26.1	1.2	29.2

Leyenda: n=161

significativamente en aprobar mas no en destacar, esto sin embargo no debe ser discriminatorio, pero las distracciones, que como adolescentes poseen, vuelve estos resultados una problemática por la falta evidente de preparación y conocimientos que enmarca dichos resultados.

Los intereses y las aptitudes vocacionales que presentan los estudiantes encuestados (Tabla 3) muestra indicadores significativos en torno a la Ciencias Exactas y Agrarias (C.E.A.) como una de las características aptitudinales más alta (57.1%), obteniendo iguales resultados en cuanto a los intereses vocacionales de acuerdo a la misma característica (85.1% C.E.A.), a esta le sigue las Administrativas y Contables (interés vocacional medio de 74.5% y altas aptitudes para un 70.8% de los encuestados).

El principal indicador del comportamiento social de los adolescentes (Tabla 4) que participaron en el estudio fue el de consideración con los demás (Alto 41%, Medio 50.3% y Bajo 8.7%), le precede el autocontrol de las relaciones sociales (Alto 14.9%, Medio 57.1% y Bajo 28%), el tercer indicador fue el de ansiedad social (Alto 16.8%, Medio 63.4% y Bajo 19.9%), el cuarto indicador fue el de liderazgo (Alto 6.9%, Medio 68.8% y Bajo 24.4%) y por último pero no menos importante, ya que revela indicadores importantes de atender, es el de

retraimiento social (Alto 3.7%, Medio 70.2% y Bajo 26.1%).

En el análisis de correlación entre las variables de estudio se puede identificar aspectos importantes entre los indicadores de comportamiento social con áreas específicas de interés vocacional. Las mismas que están asociadas entre sí como componentes indispensables para la vida profesional (Tabla 5). Las Tablas 6 y 7 muestran la correlación entre el desempeño académico, por un lado, y la satisfacción escolar e interacción por otro lado, y las variables asociadas, respectivamente. El resultado muestra el grado de asociación de dos áreas importantes del tronco común del perfil del bachiller, con indicadores de actuación en el campo social, tanto en la consideración con los demás y niveles altos de ansiedad social asociados al interés y aptitud vocacional a las ciencias humanas y sociales. En la esfera del comportamiento social se puede visualizar la importancia de que los estudiantes se sientan satisfechos con su entorno escolar eso generará en ellos mejor interacción con los compañeros, por ende, con los docentes también. Esta dinámica de mayor satisfacción escolar y mejor interacción social con la comunidad educativa (compañeros y docentes) correlaciona con menor niveles de retraimiento social ( $r=-0.157$ ;  $p=0.002$ ).

**Tabla 3.** Resultados de la prueba de intereses y aptitudes del CHASIDE.

Caracterización (%)		Variables						
		Administrativas y Contables	Humanísticas y Sociales	Artísticas	Medicina y Ciencias de la Salud	Ingeniería y Computación	Defensa y Seguridad	Ciencias Exactas y Agrarias
Intereses vocacionales	Bajo	10.6	3.7	3.1	5.6	5.6	9.3	14.3
	Medio	74.5	65.8	65.2	63.7	64.6	58.4	85.1
	Alto	12.9	29.8	31.7	40.0	29.8	32.3	0.6
Aptitudes	Bajo	3.1	4.3	8.1	5.0	5.6	9.9	5.6
	Medio	26.1	42.2	40.4	33.5	42.9	46.6	57.1
	Alto	70.8	53.4	51.6	61.5	51.6	43.5	37.3

Leyenda: n=161

**Tabla 4.** Resultados de Batería de Socialización BAS3.

Caracterización (%)	Variables				
	Consideración con los demás	Autocontrol de las relaciones sociales	Retraimiento o social	Ansiedad social	Liderazgo
Bajo	8.7	28.0	26.1	19.9	24.4
Medio	50.3	57.1	70.2	63.4	68.8
Alto	41.0	14.9	3.7	16.8	6.9

Leyenda: n=161

**Tabla 5.** Análisis de correlación entre intereses-aptitudes y comportamiento social.

Comportamiento social	Estadístico	Intereses-Aptitudes					
		Interés vocacional: Medicina y Ciencias de la salud	Interés vocacional: Ciencias Exactas y Agrarias	Aptitudes: Medicina y Ciencias de la salud	Aptitudes: Ingeniería y Computación	Interés vocacional: Humanística y Sociales	Aptitud: Humanística y Sociales
Consideraciones con los demás	r	0.218	0.195	0.162	0.233	0.174	0.166
	p	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001
Autocontrol en las relaciones sociales	r			0.163	0.143		0.151
	p			0.002	0.003		0.002
Retraimiento social	r	-0.137					
	p	0.004					

**Table 6.** Análisis bilateral de correlación de variables asociadas al estudio.

Desempeño	Estadístico	Variables asociadas al estudio						
		Consideraciones con los demás	Ansiedad social	Aptitudes: Medicina y Ciencias de la salud	Aptitudes: Administrativas y Contables	Desempeño académico en Desarrollo Humano	Interés Vocacional: Humanística y Sociales	Aptitud: Humanística y Sociales
Desempeño académico en Química-Física	r	0.148	0.177	0.202	0.163			
	p	0.003	0.001	0.005	0.002			
Desempeño académico en Ciencias Naturales	r		0.233		0.147	0.415	0.214	0.135
	p		0.001		0.003	0.000	0.003	0.003

**Tabla 7.** Análisis de variables asociadas a satisfacción escolar e interacción social.

Satisfacción-Interacción	Estadístico	Variables		
		Interacción con los profesores	Retraimiento social	Interés vocacional: Medicina y Ciencias de la Salud
Satisfacción con la I.E.	r	0.234	-0.157	0.214
	p	0.001	0.002	0.003
Interacción con los compañeros	r	0.405		
	p	0.001		

#### 4. RESULTADOS

Los adolescentes que conformaron parte de este estudio revelan mayor interés en el Arte, el 31.7% de los participantes prefieren las artes por encima de otros intereses profesionales. De acuerdo con los autores esto representa a personas con interés en lo estético, lo manual, lo visual y auditivo. En relación con las aptitudes el 61.5% presenta mayor aptitud para la Medicina y Ciencias de la Salud, a criterio de los autores, son personas altruistas, solidarias, pacientes, comprensivos, respetuosos, persuasivos. En una segunda categoría de preferencia el 32.3% de adolescentes se interesan en Defensa y Seguridad que, de acuerdo con nuestra opinión, revelan habilidades de justicia, equidad, colaboración, espíritu de equipo y liderazgo; mientras que un 70.8% de adolescentes revelan aptitudes en Administración y Ciencias Contables, generalmente asociadas con habilidades en persuasión, objetividad, practicidad, tolerancia, responsabilidad y ambición. En estos resultados podemos observar la polaridad de algunos constructos de intereses y aptitudes, lo que pudiera asociarse a las características de multitareas de los jóvenes Z (Prensky, 2011). Además, estos indicadores pueden

desprenderse de las características y rasgos de la personalidad, así como lo indica el estudio de Bland, Meurer, & Maldonado (1995).

El principal indicador del comportamiento social de los adolescentes que participaron en el estudio fue el de consideración con los demás (Alto 41%, Medio 50.3% y Bajo 8.7%), este aspecto del comportamiento social puede ser asociado a los estudios sobre la competencia social de los adolescentes Z (Hornberger, 2006) y la forma más efectiva que tienen de relacionarse con los demás (Sanders, 2013); le precede el autocontrol de las relaciones sociales (Alto 14.9%, Medio 57.1% y Bajo 28%), el tercer indicador fue el de ansiedad social (Alto 16.8%, Medio 63.4% y Bajo 19.9%), mientras que el cuarto fue el de liderazgo (Alto 6.9%, Medio 68.8% y Bajo 24.4%) y por último, pero no menos importante, ya que revela indicadores importantes de atender, fue el de retraimiento social (Alto 3.7%, Medio 70.2% y Bajo 26.1%). En este apartado es importante resaltar la discrepancia que pudiera existir en que los adolescentes presenten aptitudes de liderazgo, pero en los resultados del comportamiento social no resalten esas acciones específicas de liderar. Comportamiento que puede ser asociado a las características de inmediatez que tienen los jóvenes Z y

poco preocupados por establecer procesos pausados y seguros. Por el contrario, se revela que el principal indicador fue la consideración con los demás, que puede asociarse a la tendencia humanística de los jóvenes Z por todo el movimiento social de inclusión y defensa de los derechos de todos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de ambas variables, con sus respectivos indicadores, se puede observar la relación estrecha entre el indicador Consideraciones con los demás con interés vocacional ( $r=0.218$ ,  $p=0.003$ ) y aptitudes para la medicina y ciencias de la salud ( $r=0.162$ ,  $p=0.002$ ); a la vez este mismo indicador de comportamiento social se relaciona con el interés ( $r=0.174$ ,  $p=0.002$ ) y aptitudes ( $r=0.166$ ,  $p=0.001$ ) en humanística y sociales. De forma antagónica a las relaciones mencionadas, se observa una relación entre retraimiento social ( $r=-0.137$ ,  $p=0.004$ ) con el interés vocacional en medicina y ciencias de la salud, revelando así la necesidad de que, para esta práctica profesional se necesitan personas con un perfil humanista y con buen manejo de las habilidades sociales.

El comportamiento académico (Tabla 2) es una variable que no es parte central del estudio, pero revela una relación entre algunas de las variables de interés, aptitudes vocacionales y comportamiento social, es así que las mejores notas en la asignatura de Química-Física revelan mejores niveles de consideraciones con los demás ( $r=0.148$ ,  $p=0.003$ ), niveles de ansiedad social ( $r=0.177$ ,  $p=0.001$ ) y aptitudes para la medicina y ciencias de la salud ( $r=0.202$ ,  $p=0.005$ ). Así también, el buen desempeño académico en Ciencias Naturales se relaciona con desempeño en la asignatura de Desarrollo Humano e interés y aptitud en Humanísticas y Sociales (Tabla 6); además de estas relaciones, se revela relación con ansiedad social, indicador importante a tomar en cuenta para el diseño de programas de regulación emocional.

En cuanto a la exploración del grado de satisfacción del centro educativo, como indicador importante en la influencia de la identidad vocacional, se observa una relación entre indicadores altos de satisfacción escolar con la buena interacción con los docentes, y los estudiantes que menos satisfechos se encuentran con el centro educativo son los que muestran mayores niveles de retraimiento social. (Tabla 7). A la vez, los adolescentes que tienen mejores relaciones con los compañeros muestran mejores niveles de interacción con los docentes ( $r=0.405$ ,  $p=0.001$ ), revelando la importancia del factor emocional en los procesos de socialización y elección profesional.

## 5. CONCLUSIONES

En primera instancia, es necesario que desde el currículo de acción del DECE (Departamento de Consejería Estudiantil) se promueva de manera transversal, procesos de conocimientos de habilidades y destrezas para poder generar mejores acciones de autoconocimiento de los estudiantes. En el grupo de estudio fue evidente la necesidad de poder equilibrar los intereses con las aptitudes. Resultados que podrían ser propicios para iniciar una exploración más profunda y ampliada sobre este fenómeno observado en esta población en particular. Los indicadores de comportamiento social también revelan una discrepancia significativa entre los intereses y

las acciones en función a la elección vocacional. Una guía de orientación vocacional que consolide todos los ejes expuestos es de vital importancia para mejorar estos procesos y encaminar los mismos a mejores elecciones y actuaciones profesionales. Debido a que es necesario que los estudiantes tengan conocimiento de cuáles son sus intereses e inclinaciones vocacionales, para evitar una futura mala elección en cuanto a sus carreras o proyectos de vida, ya que la mayoría está encaminado a una elección relacionada con el paradigma social sobre la remuneración de la profesión, mas no el interés y pasión propia hacia la misma.

La relación entre las variables y la falta de características de liderazgo en el comportamiento social, son una base para generar programas de Líderes Estudiantiles que se involucren en problemas sociales, a la vez de que sean veedores de que los procesos de la gestión académica se desarrollen en beneficio de todos, por eso se recomienda que los presidentes de curso, líderes del gobierno estudiantil, puedan consolidar sus acciones en un liderazgo eficaz. Diseñar proyectos de vida en una base inestable de variables asociadas a la vida profesional, no va a permitir que la comunidad se beneficie de las características de los jóvenes Z, es menester emprender acciones conjuntas entre la comunidad educativa (docentes, padres de familia, etc.) para involucrar a los adolescentes en actividades más enriquecedoras como el deporte y el arte para moldear las características presentadas. Sobre todo, determinar talleres explicativos donde se dé a conocer los beneficios de la implementación de dichas actividades y se despoje de la comunidad el pensamiento de que estas acciones a tomar son por el simple hecho de terciar a los jóvenes conocidos por la sociedad como "vagos". Este estudio abre el campo a futuras investigaciones que puedan profundizar y analizar en la línea del tiempo el comportamiento social, la elección profesional y la acción laboral de nuevas generaciones con las tendencias actuales.

## REFERENCIAS

- Bland, C., Meurer, L., & Maldonado, G. (1995). Determinants of primary care specialty choice: a non-statistical meta-analysis of the literature. *Academic Medicine*, 70(7), 620-641.
- Burcaglia, T. S. (2013). *El arribo de la generación Z*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/el-arribo-de-la-generacion-z-nid1611438>
- Carlsson, G., & Karlsson, K. (1970). Age, cohorts and the generation of generations. *American Sociological Review*, 35(4), 710-718.
- Cerezo, P. (2016). Los auténticos nativos digitales: ¿Estamos preparados para la Generación Z? *Revista de Estudios de Juventud*, 114, 95-106. Obtenido de [http://www.injuve.es/sites/default/files/2017/28/publicaciones/tema\\_e\\_introduccion.pdf](http://www.injuve.es/sites/default/files/2017/28/publicaciones/tema_e_introduccion.pdf)
- Décima, J. (2019). *Adiós Millennials: llega la "Generación Z"*. Obtenido de [https://www.clarin.com/mundo/ansiedad-diversidad-redes-sociales-perfil-generacion\\_0\\_9FCAtw53i.html](https://www.clarin.com/mundo/ansiedad-diversidad-redes-sociales-perfil-generacion_0_9FCAtw53i.html)
- Eisenberg, N., & Fabes, R. (2006). *Emotion regulation and children's socioemotional competence*. En: Balter, L. y Tamis-LeMonda, C. (Eds.). Childs

- psychology: a handbook of contemporary issue (357-381), Nueva York: Psychology Press.
- Ensick, M. G. (2013). *Generación Z: La vida a través de una pantalla*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/generacion-z-la-vida-a-traves-de-una-pantalla-nid1547175>
- Florenzano, R. (1996). Aspectos biopsicosociales del crecimiento y desarrollo. En: Maddaleno, M. y Florenzano, R. (Eds.). *Guías Curriculares. Salud integral del adolescente*. Santiago: Corporación de Promoción Universitaria; 1996. p. 31-41.
- Fumero, A. (2011). Medios para la información, la relación y la comunicación en la web 2.0. *El Profesional de la Información*, 20(6), 605-609. <https://doi.org/10.3145/epi.2011.nov.01>
- Gaete, V. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista Chilena de Pediatría*, 86(6), 436-443. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.07.005>
- Gómez, P. L., & Palma, H. M. (2019). *Caracterización de la Generación Z y proyectos de vida*. Universidad Estatal de Milagro, Tesis de Licenciatura en Psicología, 51 pp. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4836>
- Hornberger, L. (2006). Adolescent psychological growth and development. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 19(3), 243-246. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2006.02.013>
- Inglés, C., Benavides, G., Redondo, J., García-Fernández, J., Ruiz-Esteban, C., Estévez, C., & Huescar, E. (2009). Conducta prosocial y rendimiento académico en estudiantes españoles de educación secundaria obligatoria. *Anales de Psicología*, 25(1),93-101.
- Mastroianni, B. (2016). *How Generation Z is changing the tech world*. CBS News. Disponible en <https://www.cbsnews.com/news/social-media-fuels-a-change-in-generations-with-the-rise-of-gen-z/>
- Muuss, R. (1996). *Erik Erikson's theory of identity development*. New York, NY: McGraw-Hill.
- OPS. (2010). *Estrategia y plan de acción regional sobre los adolescentes y jóvenes 2010-2018*. 58 pp. Washington D.C., USA: Organización Panamericana de la Salud, Disponible en <https://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Estrategia-y-Plan-de-Accion-Regional-sobre-los-Adolescentes-y-Jovenes.pdf>
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. Chapter 1, 19 pp. New York, NY: McGraw-Hill. Disponible en <http://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Ch1-Digital%20Game-Based%20Learning.pdf>
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a los nativos digitales*. Puerto Rico: Ediciones SM Inc. 240 pp.
- Sanders, R. A. (2013). Adolescent psychosocial, social and cognitive development. *Pediatrics in Review*, 34(8), 354-358.
- Silva, F., & Martorell, M. (2001). *BAS 3 Bateria de socialización (autoevaluación)*. Madrid, España: TEA Ediciones.
- Strauss, W., & Howe, N. (1991). *Generations: the history of America's future, 1584 to 2069*. (1st ed.). New York, USA.



*Artículo científico / Research paper*

## Los efectos de la financiación pública en el desempeño innovador y económico empresarial

The Effects of Public Financing on Innovative and Economic Business Performance

Fanny Cabrera-Barbecho<sup>1</sup> , Cristina Chapa-Zumba<sup>2</sup> , Juan Sarmiento-Jara<sup>3</sup> , Víctor Aguilar-Feijó<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Economista estudiante de la Maestría de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca.

<sup>2</sup> Economista por la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca.

<sup>3</sup> Profesor investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca.

Autor para correspondencia: victor.aguilar@ucuenca.edu.ec

Fecha de recepción: 18 de marzo de 2020 - Fecha de aceptación: 6 de abril de 2020

### RESUMEN

La existencia de fallas de mercado induce a que la inversión privada en actividades de innovación sea menor a la socialmente óptima. De ahí que la intervención del estado puede ser fundamental para promover actividades de innovación tendientes a corregir este problema. El presente artículo, mediante la estimación de un sistema de ecuaciones en su forma reducida, evalúa si la financiación pública estimula la inversión en innovación y mejora el desempeño innovador y económico empresarial en el Ecuador, utilizando la *Encuesta de Actividades de Innovación* del Instituto Nacional de Estadística y Censos, versiones 2009-2011/2012-2014. Se encontró que el apoyo público incrementa la inversión en innovación, promoviendo fundamentalmente la innovación exógena. En cuanto a los efectos sobre la capacidad de innovar en producto o proceso y a los efectos sobre la productividad, se encontraron resultados que difieren de acuerdo al periodo de análisis y al sector económico.

**Palabras clave:** Financiación, inversión, innovación, producto, proceso.

### ABSTRACT

The existence of market failures induces that private investment in innovation activities is less than socially optimal. Hence, state intervention can be essential to promote innovation activities aimed at correcting this problem. This article, by estimating a system of equations in its reduced form, evaluates whether public financing stimulates investment in innovation and improves innovative and economic business performance in Ecuador, using the Innovation Activities Survey of the National Institute of Statistics and Censuses, versions 2009-2011/2012-2014. Public support was found to increase investment in innovation, fundamentally promoting exogenous innovation. Regarding the effects on the ability to innovate in product or process and the effects on productivity, results were found different according to the period of analysis and the economic sector.

**Keywords:** Financing, investment, innovation, product, process

### 1. INTRODUCCIÓN

El Manual de Oslo concibe a la innovación como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, producto, proceso, método de comercialización o un nuevo método de organización (OCDE-Eurostat, 2005), y es considerada como un factor estratégico para mejorar la productividad de las empresas. Dada la importancia de realizar actividades de innovación, es relevante preguntarse por qué no todas las empresas invierten en ella. Jiménez (2008) indica que lo que hace posible a una firma llevar a cabo actividades innovadoras es una financiación adecuada; pero no todas las empresas cuentan con los fondos para financiar actividades innovadoras, debido a que su obtención se dificulta por las

fallas de mercado (Aboal & Garda, 2015; Aghion, David, & Foray, 2009; Greenhalgh & Rogers, 2009; Nooteboom & Stam, 2008).

Entre estas fallas está el *problema de apropiación*: al ser la innovación un bien no rival y no excluyente, genera externalidades positivas, y como consecuencia es posible que las empresas que realizan estas actividades no puedan apropiarse por completo del rendimiento que genera sus inversiones en innovación (Greenhalgh & Rogers, 2009). No obstante, Aboal & Garda (2015) argumentan que a pesar de que la firma utilice algún medio de protección intelectual, existen otros tipos de problemas, como la *incertidumbre* de si los resultados obtenidos son los esperados, o si invertir en actividades de innovación efectivamente permite lograr innovaciones en productos o



procesos. Un tercer problema es la *asimetría de la información*, que conlleva a escenarios de riesgo moral y selección adversa<sup>1</sup> (Crespi *et al.*, 2015; Hall & Lerner, 2009). Finalmente, la conjugación de las anteriores causas conduce a una falla adicional, denominada *falla de coordinación*, en el sentido de que existe un desincentivo a que innovador e inversionista cooperen, debido a la desconfianza (Crespi *et al.*, 2015).

Por estos motivos, la inversión en innovación privada es menor a la inversión óptima social (Aboal & Garda, 2015; Greenhalgh & Rogers, 2009; López, 2009; Nootboom & Stam, 2008), justificando con ello la intervención del gobierno en la estimulación de la misma para lograr eficiencia en términos económicos y sociales (Bukstein & Usher, 2016; Vila, Ferro, & Guisado, 2009). Así, Barona *et al.* (2015) indican que en un país donde no se encuentran desarrollados los mercados de acciones y capital el apoyo público en innovación se vuelve aún más importante. Sin embargo, dado que los recursos públicos son escasos, resulta de vital importancia determinar si efectivamente las políticas de financiación proporcionan los efectos esperados (Guaipatin & Schwartz, 2014; López, 2009).

En el caso particular del Ecuador, aun cuando autores como Guaipatin & Schwartz (2014) estiman que el retorno social de la inversión en Investigación y Desarrollo (I&D) se encuentra en alrededor del 47% -porcentaje mayor al retorno social de invertir en capital físico que es del 12%- el país continúa aún muy rezagado en esta área; de acuerdo a la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), en 2019 ocupó el puesto 99 entre 129 economías a nivel mundial en el ranking del Índice Global de Innovación y el puesto 14 entre 19 países de Latinoamérica. En términos de gasto en investigación y desarrollo (I&D) también mantiene un rezago con respecto a la región; entre 2009 y 2014 se gastó en promedio 0.38% del PIB en este rubro, menor al promedio de América Latina que fue 0.74% (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana RICYT, 2016).

La evidencia empírica del impacto que tiene la financiación pública en Ecuador es escasa, debido en parte a que la primera encuesta exhaustiva sobre actividades de innovación se publica recién en el año 2013. Además, como indican Guaipatin & Schwartz (2014), influyen otros factores tales como el marco regulatorio y clima de negocios, las restricciones crediticias y la vulnerabilidad económica y política que han caracterizado al país, condiciones que desincentivan a los agentes a realizar inversión en actividades de innovación y no generan suficiente interés de evaluar la misma.

Con el fin de aportar evidencia empírica sobre el tema, esta investigación tiene como objetivo evaluar si la financiación pública ha tenido un efecto sobre la inversión en innovación en productos o procesos, así como en el desempeño innovador y económico de las empresas privadas del sector manufactura y servicios del Ecuador durante los periodos 2009-2011 y 2012-2014.

### 1.1. Revisión de la literatura

Siguiendo a Huergo, Trenado & Ubierna (2015), la

intervención pública en el financiamiento de la innovación se justifica para corregir el desincentivo de las fallas de mercado antes mencionadas, sin embargo, es probable que esta intervención no tenga los efectos esperados, lo que hace necesario evaluar la efectividad de dicha intervención (Crespi *et al.*, 2015; López, 2009). El efecto deseado es que la financiación pública estimule el gasto en innovación en las empresas; al respecto, López (2009) menciona que aquello es posible cuando la firma beneficiada se enfrenta a dificultades de financiamiento, haciendo que las empresas utilicen los recursos públicos para financiar estas actividades en lugar de remplazarlos. Sin embargo, es posible que en lugar de ello solamente se sustituyan los recursos privados con públicos, produciendo un efecto exclusión o sustitución, denominado *crowding out*.

A pesar de este posible escenario, autores como Aerts & Schmidt (2008), Carboni (2011), Czarnitzki & Lopes-Bento (2014), González & Pazó (2008), Hud & Hussinger (2015) concluyen que existe evidencia de que el financiamiento público de la innovación genera efectos positivos sobre el esfuerzo innovador y/o gastos en I&D en empresas europeas, descartando un efecto desplazamiento. Este resultado es avalado en mucha de la literatura respecto a los países emergentes y en vías de desarrollo de América Latina (Bukstein & Usher, 2016; Crespi, Solís, & Tacsir, 2011). Dai & Cheng (2015) advierten que en realidad no se evidencia un efecto único (adicionalidad o *crowding out*), sino que estos difieren dependiendo del monto del subsidio. En este sentido, los autores encuentran para empresas manufactureras de China una relación de U invertida entre la inversión de I&D privada y los subsidios públicos, lo que a su vez significa que existe un intervalo óptimo de subsidio donde se evidencia efectos de adicionalidad; sobrepasar el intervalo significa un efecto desplazamiento que dependerá del nivel de subsidio. No obstante, una de las limitaciones más comunes de los autores es la falta de información para realizar análisis de efectos diferenciados del apoyo público (Czarnitzki & Lopes-Bento, 2014).

Autores como Arza & López (2010), Zúñiga & Crespi (2013) indican que la decisión de realizar determinado tipo de actividades de innovación tendrá efectos distintos en el desempeño innovador y económico de la firma; de esta manera, dividen las actividades de innovación en dos: endógena (*In-house*) y exógena (*External Source*). La primera se desarrolla al interior de la empresa y consta de I&D interna, actividades de ingeniería y diseño industrial; las actividades de innovación exógena están compuestas por I&D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de tecnologías de la información y la comunicación, transferencias de tecnología y consultorías, diseño organizacional gestión y capacitación (INEC, 2011).

En este contexto, se espera que ambos tipos de actividades generen mayor productividad; no obstante, realizar actividades internas es preferible (Jaramillo *et al.*, 2001), ya que crea capacidades propias para la economía en conjunto con una reducción de dependencia de tecnología externa. De acuerdo a Lasarga, Rosich, & Rueda (2015) es probable que en una economía en desarrollo la financiación pública incentive a realizar actividades de

<sup>1</sup> Según Greenhalgh y Rogers (2009), el problema de asimetría de la información hace referencia a que el agente que innova

tiene mayor información sobre los retornos de la innovación en comparación con el agente que invierte.

innovación exógenas, debido a la necesidad de las firmas de absorber capacidades antes de crear innovaciones (Howell, 2017).

Según Bukstein & Usher (2016) no solo se debe estudiar la existencia o no de efectos de desplazamiento de fondos públicos por privados, ya que invertir en innovación no necesariamente significa que el resultado del mismo tenga éxito. Adicionalmente, se debe realizar un análisis a mediano plazo que evalúe los efectos de la financiación pública sobre la capacidad de introducir al mercado un nuevo o significativamente mejorado producto y/o proceso.

Entre la literatura que estudia esta dimensión se tiene además a Herrera (2012) para empresas españolas, Hewitt-Dundas & Roper (2010) para firmas manufactureras irlandesas, Szczygielski *et al.* (2016) para empresas de Turquía y Polonia, quienes encuentran que el apoyo público tiene efectos positivos sobre la introducción de innovaciones de producto o proceso, o sobre las ventas de productos nuevos o mejorados. Sin embargo, Radicic & Pugh (2015) para medianas y pequeñas empresas europeas evidencian efectos positivos sobre la propensión de solicitud de patentes, pero no sobre ventas innovadoras; Czarnitzki & Lopes-Bento (2014) encuentran que las empresas financiadas patentarán más en el período  $t+1$  con respecto a las no financiadas, pero evidencian efectos inconclusos sobre ventas con novedades en el mercado. Benavente, Crespi & Maffioli (2007) señalan que no existe evidencia de efectos significativos para la creación de nuevos productos en empresas chilenas, pero es posible que exista efectos inconclusos debido a que dichos efectos se observan en un lapso de tiempo mayor que el analizado.

A más de los efectos mencionados Bukstein & Usher (2016), López (2009) argumentan que la innovación no es el objetivo final, sino que es un medio por el que las empresas alcanzan una mayor rentabilidad y desempeño económico, efecto que se visualiza en el largo plazo. En este contexto, es relevante evaluar si efectivamente la financiación pública conlleva a un mayor desempeño de las empresas beneficiadas en comparación con las no beneficiadas. Varios estudios que analizan los efectos del apoyo público sobre el desempeño económico de las empresas no evidencian que el apoyo gubernamental aumenta la productividad de las firmas beneficiadas (Bukstein & Usher, 2016; Chudnovsky *et al.*, 2006; De Negri, Borges Lemos, & De Negri, 2006). Particularmente para América Latina, Benavente *et al.* (2007) encuentran que las empresas participantes del fondo de desarrollo tecnológico mejoran el crecimiento de la empresa en términos de ventas, número de empleados y exportaciones, pero no se observa impactos significativos en su productividad.

Por el contrario, autores como Crespi *et al.* (2015) para firmas colombianas, Castro & Jorrot (2013) para empresas de servicios argentinos, demuestran que la ayuda gubernamental para las actividades de I&D e innovación contribuye a un mejor rendimiento de las empresas. En particular, Castro & Jorrot (2013) encuentran efectos positivos de los beneficios fiscales, mas no de los subsidios, sobre la productividad de las Pymes del sector servicios de software informáticos en Argentina. De manera que la evidencia en este aspecto no es concluyente, fundamentalmente porque se requeriría de un tiempo más extenso para observar el impacto del apoyo público sobre la productividad.

Autores como Aboal & Garda (2015), Audretsch, Coad, & Segarra (2014), Lee (2011), enfatizan que el impacto de la financiación pública sobre la innovación es distinto, dependiendo de las características de cada empresa, industria y país. Por tanto, analizar la efectividad de la misma a nivel agregado y hacer conclusiones generalizadas puede no aplicarse a todas las industrias (Lee, 2011). Es posible que existan efectos heterogéneos del apoyo gubernamental sobre las firmas de diferentes sectores económicos. Por ejemplo, se considera que el impacto puede ser mayor en el sector de manufactura debido a sus fuertes encadenamientos productivos con otros sectores. Por otro lado, el sector servicios representa más del 70% del PIB en las economías desarrolladas y más del 60% en las economías en vías al desarrollo (Aboal & Garda, 2015); según Cimoli (2010), las innovaciones de este sector tienen efectos en el resto de la economía, tanto en términos de eficiencia como de competitividad y complementariedad. No obstante, los costos de transacción para innovar en el sector servicios son más altos en comparación con el de manufactura, debido a la intangibilidad de los servicios; esta es la razón por la que es más complejo proteger innovaciones en este sector y por ende la incorporación de la inversión al rendimiento es más dificultosa.

Dado lo descrito y la posición del país en este contexto, nuestras hipótesis de investigación son: (1) la financiación pública estimula la intensidad de innovación; (2) en economías en desarrollo el apoyo público incentiva realizar actividades de innovación exógena más que endógena; (3) el apoyo gubernamental aumenta la capacidad de introducir innovaciones de producto y/o proceso; (4) las firmas beneficiadas presentan mayor productividad que las no beneficiadas; (5) finalmente, el impacto de la política difiere dependiendo del sector manufactura o servicios a la que pertenece la firma.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados provienen de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI), rondas 2009-2011 y 2012-2014, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en conjunto con la Secretaría Nacional de Educación superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), a las empresas pertenecientes a los sectores de extracción de minas y canteras, industrias manufactureras, comercio y servicios, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU 4.0). Así, para el trienio 2009-2011, se recolectó información de 2,815 empresas, mientras que para el trienio 2012-2014 de 6,275 empresas. De acuerdo con los objetivos de este estudio, la muestra utilizada se limita a las empresas privadas de manufactura y servicios, por lo que la muestra final para el periodo 2009-2011 fue de 2,485 empresas, 1,178 (47%) de manufactura y 1,307 (53%) de servicios; mientras que para el periodo 2012-2014 el total de observaciones incluidas en el análisis fue de 4,044 empresas, de las cuales 1,610 (40%) pertenecen al sector manufactura y 2,434 (60%) al sector servicios.

La muestra final de empresas incluye tanto aquellas que realizaron algún tipo de innovación durante el periodo de análisis, como aquellas que no lo hicieron. Esta decisión trae consigo algunas ventajas, pero también algunos problemas en la muestra y en la estimación. Por un lado,

la muestra con la que se trabaja es mayor que aquella resultante si se hubiera considerado en el análisis únicamente las empresas que tuvieron un gasto positivo en innovación. Por otro lado, el número de variables explicativas que es posible utilizar se limita, ya que algunas de ellas solamente se registraron para las empresas que realizaron algún tipo de innovación. Además, al momento de modelar el gasto en innovación se presenta un fuerte problema de censura, debido a la existencia de observaciones con valor igual a cero.

A partir del trabajo seminal de Crépon, Duguet, & Mariesse (1998), la literatura empírica ha desarrollado varios estudios que analizan el proceso de innovación aplicando este enfoque conocido como CDM. De manera particular, varias investigaciones utilizan el modelo CDM para analizar el efecto específico de uno de los determinantes de la innovación, entre ellos, Czarnitzki & Delanote (2017) aplican un enfoque CDM ampliado para analizar el efecto de los subsidios públicos a la inversión en I+D. En este estudio, la metodología utilizada plantea la estimación de un sistema de ecuaciones en su forma reducida basados en el modelo CDM, buscando modelar todo el proceso involucrado en la innovación, que va desde la decisión de la empresa sobre el monto a erogar en actividades de innovación, hasta el efecto de la innovación en el desempeño de la productividad laboral. Se incluyen tres relaciones causales.

La primera relaciona la intensidad de la innovación, medida por el logaritmo del gasto en innovación, con sus determinantes; esta relación puede ser representada mediante la siguiente ecuación:

$$y_i = \mathbf{x}'_{1i}\boldsymbol{\beta}_1 + \alpha_1 FP_i + u_i \quad (1)$$

Donde  $y_i$  representa el logaritmo del gasto en innovación realizado por la empresa  $i$ -ésima,  $\mathbf{x}_i$  es un vector de controles determinantes del gasto en innovación,  $FP_i$  representa al tratamiento y toma el valor de 1 si la empresa recibió algún tipo de financiamiento público para realizar actividades de innovación y 0 en caso contrario. Finalmente,  $u_i$  es un término aleatorio, que se asume ruido blanco.

La segunda relación da cuenta del efecto del gasto en innovación y la financiación pública en resultados tangibles de la innovación, tales como nuevos productos o procesos. Para ello se plantean dos ecuaciones; la primera, está representada por la siguiente expresión:

$$pd_i^* = \alpha_{yd}\hat{y}_i + \alpha_3 FP_i + \mathbf{x}'_{2i}\boldsymbol{\beta}_2 + u_{2i} \quad (2)$$

Donde  $pd_i^*$  es una variable latente, tal que observamos  $pd_i = 1$  si la empresa logró generar algún producto nuevo, y  $pd_i = 0$ , si no lo hizo. La variable  $\hat{y}_i$  es el logaritmo del gasto en innovación estimado en la ecuación previa, mientras que  $\mathbf{x}_{2i}$  representa el vector de controles. En la práctica  $\mathbf{x}_2$  puede ser igual a  $\mathbf{x}_1$ . Una segunda ecuación, está dada por:

$$pr_i^* = \alpha_{yr}\hat{y}_i + \alpha_3 FP_i + \mathbf{x}'_3\boldsymbol{\beta}_3 + u_{3i} \quad (3)$$

Donde  $pr_i^*$  es una variable latente, tal que observamos  $pr_i = 1$  si la empresa logró generar algún proceso nuevo, y  $pr_i = 0$ , si no lo hizo. Las demás variables se explican por sí mismas.

La última relación se establece entre la productividad laboral con los productos derivados de la innovación y con el financiamiento público, de la siguiente manera:

$$q_i = \alpha_{d,r}(pd_i^*; pr_i^*) + \alpha_4 FP_i + \mathbf{x}'_4\boldsymbol{\beta}_4 + u_{4i} \quad (4)$$

Donde, asumiendo una función de producción tipo Cobb-Douglas,  $q_i$  es el logaritmo productividad (logaritmo de las ventas por trabajador), mientras que el vector  $\mathbf{x}_4$  incluye variables como el logaritmo del número de empleados, el logaritmo del capital físico por empleado, entre otras.

### 2.1. Endogeneidad, censura y otros problemas econométricos

Existen cuatro problemas econométricos que deben ser enfrentados. En primer lugar, surge el problema de sesgo de selección, debido a que el financiamiento público a las empresas no se realiza de manera aleatoria. Los organismos estatales al otorgar apoyo público utilizan algún tipo de proceso de selección, en la que se eligen a las empresas de acuerdo a ciertas características que afectan a las variables de resultado, es decir, características que influyen en el éxito del programa y por tanto no habría independencia entre el tratamiento y el resultado (Aboal & Garda, 2015; López, 2009). Como consecuencia no se debe estimar de forma directa la ecuación (1), ya que no existe aleatoriedad en la selección para el tratamiento.

Existen varias metodologías econométricas que toman en cuenta este problema, entre las que se encuentran los métodos de emparejamiento, diferencias en diferencias, regresión discontinua y variables instrumentales (López, 2009; Wooldridge, 2002). Debido a los fuertes supuestos del método de emparejamiento, al hecho de que la metodología de diferencia en diferencias necesita información tanto antes como después del tratamiento, y que no se cuenta con un índice de elegibilidad continuo para aplicar el método de regresión discontinua, en la presente investigación se aplica el método de variables instrumentales (VI), utilizado por autores como Hewitt-Dundas & Roper (2010), Huergo *et al.* (2015). Esta metodología se aplica mediante dos etapas; en la primera se estima una ecuación de selección, para determinar la probabilidad de recibir el tratamiento a través de un modelo probit (Cerulli, 2011; Wooldridge, 2002). En términos formales se tiene:

$$FP_i(\mathbf{x}) = p(FP = 1|\mathbf{x}) \quad (5)$$

Donde  $FP_i(\mathbf{x})$  toma el valor de 1 si la empresa recibe apoyo financiero del gobierno y el valor de 0 en caso contrario. En la segunda etapa se requiere de uno o más instrumentos que sean relevantes y exógenos con el término de error (Wooldridge, 2009, p.508); para ello se utiliza la probabilidad estimada  $\widehat{FP}_i$  de la ecuación (5) como instrumento para la ecuación (1):

$$y_i = \mathbf{x}'_{1i}\boldsymbol{\beta}_1 + \alpha_1 \widehat{FP}_i + u_i \quad (6)$$

Por lo tanto, si  $\widehat{FP}_i$  es un instrumento válido y no está correlacionado con el error,  $\hat{\alpha}_1$  es una estimación válida para el efecto medio del tratamiento (ATE) (Wooldridge,

2002)<sup>2</sup>.

El segundo problema econométrico a enfrentar es el problema de la endogeneidad que se presenta en las ecuaciones (2) y (3) debido a que la variable dependiente de la primera relación es endógena en las ecuaciones de los productos de la innovación; por tanto, es probable que los errores de estas ecuaciones estén correlacionados. Para solventar este problema se utiliza, tal como se aprecia en las ecuaciones (2) y (3), el valor estimado de la variable dependiente correspondiente a la primera ecuación, es decir  $\hat{y}_i$ .

Adicionalmente, tenemos el problema de la censura en la ecuación (6). Es factible asumir que un porcentaje importante de empresas toman una solución de esquina, es decir no realizan gastos en innovación ya que presentan utilidades marginales negativas de invertir en innovación y, como consecuencia, prefieren no hacerlo; mientras que para valores positivos en esta variable de resultado existe una distribución continua, característica necesaria para aplicar un modelo tobit, con variable dependiente limitada con censura a la izquierda en cero. Formalmente, se expresa  $y_i$  en términos de una variable latente no observada,  $y_i^*$ :

$$y_i^* = \mathbf{x}'_{1i}\boldsymbol{\beta}_1 + \alpha_1\widehat{FP}_i + u_i \quad (7)$$

Con  $u_i \sim N(0; \sigma^2)$ . Además  $y_i = y_i^*$  si  $y_i^* > 0$ ,  $y_i = 0$  si  $y_i^* \leq 0$ .

Finalmente, el último aspecto econométrico a considerar es el de la posible correlación entre los errores de las ecuaciones de resultado de la innovación, es decir la posibilidad de que  $Cov(u_{2i}; u_{3i}) \neq 0$ . Para dar cuenta de esta posibilidad, se estima el efecto promedio del tratamiento sobre la probabilidad de innovar en producto y/o proceso mediante un modelo probit bivalente.

## 2.2. Variables y relaciones esperadas

Las variables de resultado que se emplean para medir la efectividad del tratamiento se utilizan de acuerdo a las especificaciones de Aboal & Garda (2015), Bukstein & Usher (2016), Herrera (2012), Lasarga *et al.* (2015). Con respecto al impacto del financiamiento público sobre el monto de inversión en innovación (intensidad de innovación), se emplean las siguientes variables: *Inversión total en innovación* e *inversión de fuente privada*, esta última para capturar un posible efecto de *crowding out*; la primera se mide como el logaritmo del gasto en I&D mas esfuerzos innovativos en producto y proceso, por empleado; la segunda como el logaritmo del gasto en I&D mas esfuerzos innovativos en producto y proceso menos el porcentaje de financiación pública en innovación, por empleado. Inversión en actividades relacionadas a la innovación endógena (*in house*) e inversión en actividades de innovación exógena (*external source*), para capturar el efecto del financiamiento público en la intensidad de la innovación, de acuerdo al tipo de actividades de innovación; se mide como el logaritmo del gasto en innovación endógena y exógena por empleado, respectivamente.

Con respecto a los efectos sobre la capacidad de innovar, se incluye las variables *innova en productos* e *innova en procesos*, que toman el valor de 1 si la empresa logró introducir nuevos productos (o procesos) significativamente mejorados, o 0 en caso contrario, durante el periodo de análisis. Finalmente, para determinar los efectos en el desempeño de la empresa, se utiliza la variable productividad laboral medida a través del logaritmo de las ventas por empleado.

*Variables explicativas*: la política a ser evaluada es la financiación pública<sup>3</sup>; así, la variable de tratamiento es binaria, codificada como 1 si la empresa es beneficiaria, o como 0 en caso contrario. Siguiendo la metodología del apartado anterior, las variables de control corresponden a características observables de las empresas y de su entorno que influyen en la probabilidad de selección para otorgar financiamiento público, en la intensidad de la innovación, en la probabilidad de innovar en productos y/o procesos y en la productividad laboral. A continuación, se explica brevemente los controles utilizados en las distintas ecuaciones a estimar. El detalle sobre el signo esperado y período en el que se toma cada variable se encuentra en el Anexo 1.

*Factores que afectan la probabilidad de recibir financiamiento público, la intensidad y resultados de la innovación*: según Hall (2010) las empresas pequeñas y jóvenes tienen mayor probabilidad de fracasar en proyectos de innovación, dado que se enfrentan a un mayor costo de capital y problemas de financiamiento frente a firmas grandes y con mayor experiencia. En caso de que el gobierno aplique instrumentos de política para impulsar empresas con dificultades de financiamiento, se espera una relación negativa del tamaño y edad con respecto a la probabilidad de recibir financiación pública; por otro lado, cuando los organismos públicos tengan estrategias de “*picking the winner*”, se espera una relación directa, es decir, que con el fin de reducir la probabilidad de fracaso en proyectos de innovación se favorece aquellas firmas con mayor capacidad de innovar (Aerts & Schmidt, 2008; Dai & Cheng, 2015).

Una empresa que pertenece a un grupo empresarial puede tener menor dificultad para innovar y mayor capacidad de generar un efecto *spillover*, dado el vínculo que tiene con otras empresas de la casa matriz (Klette, Møen, & Griliches, 2000); para estas empresas se espera una menor probabilidad de recibir financiamiento público cuando los organismos estatales desean impulsar aquellas firmas con mayor dificultad de innovar (Clausen, 2009; Dai & Cheng, 2015; Szczygielski *et al.*, 2016). Un comportamiento similar se espera para empresas que cuentan con capital de origen extranjero.

En cuanto a la capacidad de las firmas para realizar actividades de innovación, esta sería mayor cuanto mayor sea la intensidad en capital fijo (Dai & Cheng, 2015; Guan & Pang, 2017); sin embargo, evidenciando una posición contraria, Czarnitzki & Lopes-Bento (2014) mencionan que una de las razones para que una firma cuente con alta intensidad de capitales es porque se enfrenta a mayores barreras de entrada, y por tanto puede ser menos propensas a innovar. Acs & Audretsch (1987) evidencian que las firmas pequeñas con alta intensidad de capital no son

<sup>2</sup> Cabe acotar que ATE representa el efecto medio de la financiación pública en innovación sobre la variable de resultado siempre y cuando los efectos del apoyo sean homogéneos (iguales en magnitud para todas las firmas).

<sup>3</sup> La financiación pública hace referencia a si la firma obtuvo fondos de organismos públicos que fomentan la innovación en productos o procesos; no se especifica si se trata de un préstamo o de un subsidio.

incentivadas a realizar actividades de innovación. Una vez más el signo esperado para la probabilidad de recibir financiamiento público depende de la estrategia de los organismos estatales.

Siguiendo a Herrera (2012), si una firma se sitúa en una región geográfica de alta concentración industrial es posible que presente mayores oportunidades de desarrollo, no solo para conseguir recursos sino para obtener resultados de sus innovaciones. Entonces, dependiendo de la estrategia del estado, éste puede por un lado apoyar a aquellas empresas situadas en regiones con menos capacidad para innovar, o proporcionar mayor apoyo a las empresas ubicadas en regiones económicamente más desarrolladas. Además, las firmas pertenecientes a algún sector considerado estratégico del país podrían tener una mayor propensión a recibir financiamiento público.

Las empresas con más experiencia y capacidades tendrán mayores posibilidades de innovar, por lo que se espera una relación directa con respecto a variables como la intensidad de innovación previa, la existencia de un departamento en I&D y la experiencia en la participación en programas públicos de apoyo a la innovación.

Las empresas que exportan se enfrentan a mercados más competitivos, por lo que la innovación puede ser una estrategia importante para generar mayor valor a sus firmas y sobrevivir en el mercado (Aerts & Schmidt, 2008); se espera que las empresas exportadoras tengan mayor probabilidad de recibir apoyo cuando los gobiernos están dispuestos a financiar firmas que se enfrentan a mayor competitividad en el mercado para promover la demanda comercial (Clausen, 2009).

Se consideran además variables que den cuenta del acceso a otras fuentes de financiamiento para la innovación: recursos propios, banca y recursos del exterior. De esta manera, si una firma tiene un bajo porcentaje en estas fuentes para financiar actividades de innovación, presentarán mayor restricción financiera y por lo tanto mayor probabilidad de recibir recursos del estado (Huergo *et al.*, 2015).

En cuanto al momento temporal de las variables, algunas de ellas se toman al comienzo del período analizado con el fin de evitar problema de endogeneidad (Gertler *et al.*, 2009), entre las que tenemos: tamaño, capital fijo, gasto en actividades de innovación, competitividad y productividad. El resto de variables no presentan este tipo de problemas ya que están medidas para todo el período

analizado.

### 3. RESULTADOS

En esta sección se analizan algunas características de las empresas estudiadas y su desempeño innovador, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre el grupo de tratados y no tratados. En la Tabla 1 se presenta el porcentaje de empresas que realizan actividades de innovación en producto o proceso, así como la proporción de firmas que reciben apoyo financiero público por sector.

Aproximadamente la mitad de las empresas consideradas realizaron algún tipo de actividades en innovación, aunque el porcentaje disminuye entre los dos periodos analizados. Por otro lado, la proporción de firmas que reciben financiamiento es bastante baja: menos del 3% en todos los casos. Se observa, además, una disminución en la proporción de firmas beneficiadas para el segundo periodo en el sector servicios, frente a un aumento en el sector manufacturero.

#### *Probabilidad de recibir financiamiento público*

El Anexo 2 presenta los efectos marginales asociados a la ecuación (5); las columnas 1-2 corresponden al total de empresas para los periodos 2009-2011 y 2012-2014, respectivamente. En términos generales se puede afirmar que una firma tiene mayor propensión a obtener apoyo público si ha realizado gastos en innovación en años previos, si ha participado de algún programa de apoyo a la innovación y si se enfrenta a dificultades financieras. A más de los factores mencionados, en particular para el periodo 2009-2011 se evidencia un efecto importante de la edad y de la pertenencia a un sector estratégico.

Al comparar entre sectores, vemos que para la industria manufacturera la importancia de contar con experiencia previa en actividades de innovación es mayor en comparación con el sector servicios. Además, las firmas manufactureras tienen menor probabilidad de recibir apoyo cuando cuentan con fondos para financiar sus actividades. Este resultado se explica porque las empresas de servicios enfrentan mayores problemas de apropiabilidad de los retornos de sus innovaciones, debido a las características intangibles de los servicios (Aboal & Garda, 2015).

**Tabla 1.** Empresas privadas con actividades de innovación y apoyo financiero gubernamental: 2009-2014.

Sector	1	2	3	4	5	6
	% de empresas		% de empresas con actividades de innovación en producto/proceso		% de empresas con apoyo financiero público	
	2009-2011	2012-2014	2009-2011	2012-2014	2009-2011	2012-2014
Manufactura	47.4	39.8	60.95	58.30	1.78	2.80
Servicios	52.6	60.2	49.30	44.0	1.91	1.00
Total	100	100	54.81	49.70	1.85	1.70

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del INEC.

**Tabla 2.** Efecto medio de la financiación pública a nivel agregado en el periodo 2009-2014.

Hipótesis	ATE	
	Todas las empresas	
	2009-2011	2012-2014
<i>Parte I - Hipótesis 1: Efectos de la financiación pública en los inputs</i>		
Inversión total	15.34 *** (1.5034)	10.23 *** (1.3008)
Inversión privada	17.88 *** (1.5177)	8.08 *** (1.4400)
<i>Parte II - Hipótesis 2: Efectos en el tipo de actividades de innovación</i>		
Actividades endógenas	10.20 *** (1.4250)	6.17 *** (0.9701)
Actividades exógenas	12.03 *** (1.5113)	9.38 *** (1.2805)
<i>Parte III - Hipótesis 3: Efectos sobre la capacidad de innovar</i>		
Innovación en productos	1.84 *** (0.2634)	1.39 *** (0.1868)
Innovación en procesos	1.06 *** (0.2323)	1.87 *** (0.1719)
<i>Parte IV - Hipótesis 4: Efectos del financiamiento público en el desempeño de las empresas</i>		
Productividad	-5.44 *** (0.8794)	1.43 ** (0.6276)
Nº Observaciones	2420	3861
<i>Hipótesis 1: Efectos de la financiación pública en los inputs</i>		
Test de exogeneidad <sup>a</sup>	Wald test	Wald test
Inversión total	80.23 ***	32.50 ***
Inversión privada	194.71 ***	26.18 ***
<i>Hipótesis 2: Efectos en el tipo de actividades de innovación</i>		
Test de exogeneidad <sup>a</sup>	Wald test	Wald test
Actividades endógenas	43.23 ***	22.55 ***
Actividades exógenas	49.26 ***	25.52 ***
<i>Hipótesis 3: Efectos sobre la capacidad de innovar</i>		
Test biprobit	Chi <sup>2</sup> rho=0	Chi <sup>2</sup> rho=0
Innovación en productos	33.06 ***	25.66 ***
Innovación en procesos		
<i>Hipótesis 4: Efectos del financiamiento público en el desempeño de las empresas</i>		
Test de exogeneidad	Hausman test	Hausman test
Productividad	33.98 ***	6.11 **

<sup>a</sup>Test de exogeneidad. Ho: las variables son exógenas.

\*\*\* p<0.01; \*\* p<0.05; \* p<0.1. Errores estándar entre paréntesis.

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Estos primeros hallazgos evidencian que los organismos estatales tienden a financiar a las firmas con experiencia previa en innovación y que tienen problemas de financiamiento, debido a que dichas firmas tienen mayor probabilidad de conseguir éxito en sus innovaciones. Este resultado es consistente con los hallazgos de Herrera (2012) y Huergo et al. (2015).

#### Efecto medio del tratamiento sobre las variables de resultados

La Tabla 2 muestra los efectos estimados del financiamiento público sobre la intensidad de la innovación, distinguiendo entre el gasto de innovación total y privado, así como entre el gasto de innovación en actividades endógena vs. exógenas; sobre la capacidad de innovar (innovación en productos/procesos) y sobre el rendimiento de las empresas (productividad laboral). Para validar la metodología de variables instrumentales se

realiza el test de exogeneidad; se puede ver que se rechaza la hipótesis nula de que las variables del modelo sin instrumentos son exógenas ( $p=0$ ). En la misma tabla se valida el uso del modelo probit bivalente para modelar las ecuaciones de innovación en productos/proceso.

Un primer resultado denota que el financiamiento público aumenta la inversión en actividades de innovación, tanto cuando se considera el total de la inversión, como cuando se considera únicamente la inversión de fuentes privadas. Los signos obtenidos dan cuenta de un escenario donde no se rechaza la hipótesis de efectos positivos de fondos públicos o *crowding in*. A nivel sectorial (Anexo 3) no se reflejan diferencias en los signos obtenidos, pero si se ve un efecto heterogéneo en la magnitud del impacto; así, el efecto medio de la financiación pública para estimular la inversión en actividades de innovación es mayor en las empresas del sector manufactura.

Cuando no se considera el problema de endogeneidad se subestima el efecto de la financiación pública. Esto es

consistente con la literatura empírica en el cual concluyen que, al corregir el sesgo de selección, el apoyo público muestra efectos reales en las empresas beneficiarias (Aerts & Schmidt, 2008; Carboni, 2011; Czarnitzki & Lopes-Bento, 2014; González & Pazó, 2008; Hud & Hussinger, 2015). En cuanto al tipo de actividades de innovación impulsadas por la financiación pública, las estimaciones muestran que, en promedio, las empresas privadas que reciben tratamiento son estimuladas a realizar ambos tipos; no obstante, la magnitud del efecto promedio del tratamiento es mayor en actividades de innovación exógena frente a las actividades endógenas. En el análisis sectorial, si bien se encuentran comportamientos análogos, los efectos son heterogéneos en su magnitud. Así, las empresas de ambos sectores son estimuladas a realizar actividades exógenas más que endógenas, pero con efectos mayores en las empresas manufactureras.

Acerca de si el financiamiento público aumenta la capacidad de las empresas a innovar en producto y/o proceso, los resultados ayudan a confirmar esta hipótesis. Sin embargo, se puede rescatar algunas diferencias entre periodos; durante el trienio 2009-2011 el apoyo público tiene un mayor impacto en la introducción de productos, mientras que lo contrario sucede en el periodo 2012-2014. A nivel sectorial, los resultados para las firmas manufactureras no difieren del resultado global. Para las empresas de servicios, el financiamiento público aumenta la capacidad para innovar en producto, pero no evidencia efectos sobre la capacidad de innovar en procesos.

Finalmente, se analiza si el apoyo público estimula la productividad de las empresas. Los resultados muestran que durante el periodo 2009-2011 la concesión de financiamiento público en innovación tiene efectos negativos sobre la productividad laboral; por el contrario, en el segundo periodo se evidencian efectos positivos y significativos. Por sectores, en manufactura se evidencia efectos positivos sobre el desempeño económico en el primer trienio, pero no hay efectos en el segundo periodo analizado; a diferencia del sector servicios, donde el efecto medio sobre la productividad laboral es negativo en el primer trienio, pero no muestra efectos en el segundo.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el financiamiento público es efectivo al estimular a las empresas ecuatorianas a invertir en innovación; una de las explicaciones posibles es que el apoyo fue otorgado a aquellas empresas que tienen experiencia en realizar actividades de innovación, pero que enfrentan problemas de financiamiento. Estos resultados son similares a los encontrados por Bukstein & Usher (2016) y Crespi *et al.* (2011) en su estudio para América Latina. Sin embargo, las fuentes de financiamiento, ya sea a través de recursos propios, de la banca, del exterior o públicos, muestran ser un determinante fundamental para invertir en innovación. Por lo tanto, una sugerencia es que los organismos públicos competentes amplíen su financiamiento, no solo considerando firmas con experiencia en actividades innovadoras, sino también empresas sin experiencia en este tipo de actividades. Un resultado congruente con otros estudios (Lasarga *et al.*, 2015) muestra que las empresas ecuatorianas realizan en mayor medida actividades de innovación exógena frente a la endógena, lo que significa

que Ecuador se encuentra en el proceso de absorción de capacidades más que creación de las mismas.

Cabe señalar que el financiamiento público no solo incentiva a las empresas a invertir en actividades de innovación, sino también genera éxito en la introducción de un producto y/o proceso nuevo o significativamente mejorado. En el primer periodo analizado, las empresas beneficiadas mostraron interés en aumentar su productividad a largo plazo por medio de la innovación de productos, a diferencia del segundo periodo, donde las firmas se muestran más propensas a obtener resultados inmediatos sobre la productividad, mediante la innovación de procesos; esto explica las diferencias de efectos en el desempeño económico entre periodos. Así, el efecto negativo sobre la productividad laboral en el trienio 2009-2011 se puede deber a que las empresas beneficiadas propendieron a innovar en producto, con lo que el tiempo para obtener los rendimientos esperados es mayor. Por el contrario, los efectos positivos sobre la productividad laboral en el trienio 2012-2014 puede deberse a que las empresas tratadas se muestran más propensas a innovar en procesos, lo que permite obtener rendimientos en un menor plazo. Sin embargo, este resultado es en parte inesperado, debido a que parte de la literatura señala que es necesario más tiempo para observar el impacto sobre la productividad (Bukstein & Usher, 2016; Czarnitzki & Lopes-Bento, 2014).

Con respecto a los resultados a nivel sectorial, se confirma la hipótesis de efectos heterogéneos de la financiación pública; el impacto del apoyo público sobre la intensidad de innovar es mayor para las firmas manufactureras frente a las de servicios. Esto lleva a concluir que para las empresas del sector servicios no solo es importante disponer de financiamiento para realizar actividades de innovación, sino también otro tipo de factores, como disponer de mayores oportunidades tecnológicas. Por otro lado, solo existe evidencia de aumento en la productividad de las empresas beneficiadas del sector manufactura durante el primer trienio; de acuerdo a Aboal & Garda (2015) este resultado puede deberse a que los costos de transacción para innovar en el sector servicios son más altos, debido a la intangibilidad de los servicios, razón por la que es más complicado proteger innovaciones en el sector servicios.

Es importante señalar que esta investigación enfrenta algunas limitaciones. En primer lugar, el periodo de análisis es muy corto, tiempo que no permite evidenciar efectos del financiamiento público a largo plazo, especialmente sobre la productividad. Por otro lado, no se dispone de información acerca del monto de la financiación, así como el año en el que las empresas se benefician del tratamiento. Tampoco se especifica el tipo de financiación pública, lo que conlleva a suponer que el financiamiento es homogéneo para todas las empresas, un supuesto poco realista. Se debe tener en cuenta que el financiamiento se realiza con el fin de dar capacidades a las empresas para realizar actividades en innovación, pero los hallazgos de este estudio no permiten saber si una empresa que recibe financiamiento es impulsada a continuar invirtiendo e innovando, o solamente lo hace durante un periodo corto luego de ser financiada.

Finalmente, con el fin de mejorar los instrumentos de apoyo a la innovación es necesario estudiar la articulación entre los actores del Sistema Nacional de Innovación, puesto que para innovar no solo depende de actores como el gobierno y las empresas, sino de otros actores como las

universidades y la sociedad.

## REFERENCIAS

- Aboal, D., & Garda, P. (2015). ¿La financiación pública estimula la innovación y la productividad? Una evaluación de impacto. (Spanish). *Revista de La CEPAL, 2015*(115), 45-70.
- Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1987). Innovation, market structure, and firm size. *The Review of Economics and Statistics, 69*(4), 567-574.
- Aerts, K., & Schmidt, T. (2008). Two for the price of one? On additionality effects of R & D subsidies: A comparison between Flanders and Germany. *Research Policy, 37*(5), 806-822.
- Aghion, P., David, P. A., & Foray, D. (2009). Science, technology and innovation for economic growth: Linking policy research and practice in “STIG Systems.” *Research Policy, 38*(4), 681-693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.016>
- Arza, V., & López, A. (2010). Innovation and productivity in the Argentine manufacturing sector (No. No. IDB-WP-187). *IDB Working Paper Series* (Vol. 187). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1817297>
- Audretsch, D. B., Coad, A., & Segarra, A. (2014). Firm growth and innovation. *Small Business Economics, 743-749*. <https://doi.org/10.1007/s11187-014-9560-x>
- Barona, B., Rivera, J. A., Aguilera, C. I., & Marizado, P. A. (2015). Financiación de la innovación en Colombia. *Entramado, 11*(1), 80-93.
- Benavente, J., Crespi, G., & Maffioli, A. (2007). Public support to firm-level innovation: An evaluation of the Fontec Program. No 507, *OVE Working Papers*, Inter-American Development Bank, Office of Evaluation and Oversight (OVE).
- Bukstein, D., & Usher, X. (2016). *Impactos de los instrumentos de promoción de la innovación empresarial*. Documento de Discusión No. IDB-DP-431.
- Carboni, O. A. (2011). R&D subsidies and private R&D expenditures: Evidence from Italian manufacturing data. *International Review of Applied Economics, 25*(4), 419-439. <https://doi.org/10.1080/02692171.2010.529427>
- Castro, L., & Jorrat, D. (2013). *Evaluación de impacto de programas públicos de financiamiento sobre la innovación y la productividad*. El caso de los Servicios de Software e Informáticos de la Argentina. Documento de trabajo N° 115, CIPPEC.
- Cimoli, M. (2010). *Innovar para crecer: Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamerica*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Secretaría General Iberoamericana (SEGIB).
- Cerulli, G. (2011). ivtreatreg: a new STATA routine for estimating binary treatment models with heterogeneous response to treatment under observable and unobservable selection. *CNR-Ceris Working Papers*. Venice. <https://doi.org/The Stata Journal>
- Chudnovsky, D., López, A., Rossi, M., & Ubfal, D. (2006). Evaluating a program of public funding of private innovation activities. An econometric study of FONTAR in Argentina (OVE/WP-16/06). *OVE Working Paper*. Washington, D.C.
- Clausen, T. H. (2009). Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level? *Structural Change and Economic Dynamics, 20*(4), 239-253. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2009.09.004>
- Crépon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology, 115-158*.
- Crespi, G., Garone, L. F., Maffioli, A., & Melendez, M. (2015). Long-term productivity effects of public support to innovation in Colombia. *Emerging Markets Finance and Trade, 51*(1), 48-64. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.998080>
- Crespi, G., Solís, G., & Tacsir, E. (2011). *Evaluación del impacto de corto plazo de SENACYT en la innovación de las Empresas Panameñas*. Nota Técnica No. 263. Washington, D.C: BID.
- Czarnitzki, D., & Lopes-Bento, C. (2014). Innovation subsidies: Does the funding source matter for innovation intensity and performance? Empirical evidence from Germany. *Industry and Innovation, 21*(5), 380-409. <https://doi.org/10.1080/13662716.2014.973246>
- Czarnitzki, D., & Delanote, J. (2017). Incorporating innovation subsidies in the CDM framework: empirical evidence from Belgium. *Economics of Innovation and New Technology, Taylor & Francis Journals, 26*(1-2), 78-92.
- Dai, X., & Cheng, L. (2015). The effect of public subsidies on corporate R&D investment: An application of the generalized propensity score. *Technological Forecasting and Social Change, 90*(B), 410-419. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.04.014>
- De Negri, J. A., Borges Lemos, M., & De Negri, F. (2006). Impact of P&D incentive program on the performance and technological efforts of Brazilian industrial firms (OVE/WP-14/06). *OVE Working Paper*. Washington, D.C.
- Gertler, P., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L., Vermeersch, C., Negocios, N. L. O. S., & Municipales, E. (2009). *La evaluación de impacto en la práctica*. World Bank. <https://doi.org/978-0-8213-8681-1>
- González, X., & Pazó, C. (2008). Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy, 37*(3), 371-389. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.10.009>
- Greenhalgh, C., & Rogers, M. (2009). *The nature and importance of innovation*. In: Innovation, Intellectual Property, and Economic Growth. New Jersey: Princeton University Press.
- Guaipatin, C., & Schwartz, L. (2014). *Ecuador: Análisis del sistema nacional de innovación hacia la consolidación de una cultura innovadora*. Washington D.C, BID.

- Guan, J., & Pang, L. (2017). Industry specific effects on innovation performance in China. *China Economic Review*, 44, 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2017.03.013>
- Hall, B. (2010). The financing of innovative firms. *Review of Economics and Institutions*, 3880, 1-30. <https://doi.org/10.5202/rei.v1i1.4>
- Hall, B., & Lerner, J. (2009). The financing of R&D and innovation. *NBER Working Papers 15325*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Herrera, L. (2012). El efecto diferenciado de la financiación pública de la innovación: regiones centrales versus periféricas. *Innovación y Competitividad ICE*, (869), 81-98.
- Hewitt-Dundas, N., & Roper, S. (2010). Output additionality of public support for innovation: Evidence for Irish manufacturing plants. *European Planning Studies*, 18(1), 107-122. <https://doi.org/10.1080/09654310903343559>
- Howell, A. J. (2017). Picking “winners” in China: Do subsidies matter for indigenous innovation and firm productivity? *China Economic Review*, 44, 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2017.04.005>
- Hud, M., & Hussinger, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research Policy*, 44(10), 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.003>
- Huergo, E., Trenado, M., & Ubierna, A. (2015). The impact of public support on firm propensity to engage in R&D: Spanish experience. *Technological Forecasting and Social Change*, 113(B), 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.05.011>
- INEC. (2011). *Manual del encuestador del formulario de actividades de innovación. Periodo 2009-2011*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Jaramillo, Hernán Lugones, Gustavo Salazar, M. (2001). *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Manual de Bogotá. RICYT, OEA, CYTED, COLCIENCIASOCYT. Colciencias-OCYT.
- Jiménez, L. F. (2008). Capital de riesgo e innovación en América Latina. *CEPAL Review*, 172-194.
- Klette, T. J., Møen, J., & Griliches, Z. (2000). Do subsidies to commercial R & D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies. *Research Policy*, 29(4-5), 471-495. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00086-4)
- Lasarga, E., Rosich, L., & Rueda, H. (2015). *Evaluación de impacto de las políticas de incentivo a la actividad innovadora en el sector industrial uruguayo*. Series Documentos de Investigación Estudiantil No. DIE 02/2015 (Vol. 1963).
- Lee, C. Y. (2011). The differential effects of public R&D support on firm R&D: Theory and evidence from multi-country data. *Technovation*, 31(5-6), 256-269. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.01.006>
- López, A. (2009). *Las evaluaciones de programas públicos de apoyo al fomento y desarrollo de la tecnología y la innovación en el sector productivo en América Latina: Una revisión crítica*. Nota Técnica, Dialogo Regional de Política, Red de Innovación, Ciencia y Tecnología, BID.
- Nooteboom, B., & Stam, E. (Eds.). (2008). *Micro-foundations for innovation policy*. Amsterdam: Amsterdam University Press. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/j.ctt46mwvr>.
- OCDE-Eurostat. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. (OCDE) (3ª ed.). <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- ONUDI. (2016). *Informe sobre el desarrollo industrial 2016. El rol de la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial inclusivo y sostenible*. 70 pp. Vienna, Austria: ONUDI.
- Radicic, D., & Pugh, G. (2015). Input and output additionality of R&D programmes in European SMEs. In *European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (p. 567).
- RICYT. (2016). Indicadores. Retrieved August 8, 2017, from <http://www.ricyt.org/indicadores>
- SENPLADES. (2013). *Plan nacional buen vivir*. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Desarrollo y Planificación.
- Szczygielski, K., Grabowski, W., Pamukcu, M. T., & Tandogan, V. S. (2016). Does government support for private innovation matter? Firm-level evidence from two catching-up countries. *Research Policy*, 46(1), 219-237. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.10.009>
- Vila, M., Ferro, C., & Guisado, M. (2009). Innovación, financiación pública y tamaño empresarial. *Cuadernos de Gestión*, 10, 75-88.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data* (Vol. 58). London UK: The MIT Press. <https://doi.org/10.1515/humr.2003.021>
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. 890 pp. Cengage Learning (Eds.) (4ª ed.).
- Zúñiga, P., & Crespi, G. (2013). Innovation strategies and employment in Latin American firms. *Structural Change and Economic Dynamics*, 24, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2012.11.001>

**Anexo 1. Medición y signo esperado de variables****Tabla 3.** Variables modelo probit.

Variable	Medición	Período 2009-2011	Período 2012-2014	Signo esperado
<b>Características generales</b>				
Tamaño (t-2)	Logaritmo natural del número de empleados	2009	2012	+ -
Edad	Logaritmo natural años de vida de la empresa	2009	2012	+ -
Grupo	1. Si la empresa pertenece algún grupo empresarial. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+ -
Capital Extranjero	1. Si la empresa tiene capital extranjero. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	-
Intensidad de capital (t-2)	Logaritmo de Inversión de capital fijo sobre el número de empleados.	2009	2012	+ -
Centro	1. Si pertenece a Pichincha, Guayas, Azuay o Manabí. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	-
Sector estratégico	1. Si la empresa pertenece al sector <i>ciiu1</i> "D", o <i>ciiu1</i> "E", o <i>ciiu1</i> "J", o <i>ciiu2</i> =="C23" <sup>a</sup>	2009-2011	2012-2014	+
<b>Experiencia en actividades de innovación</b>				
Apropiabilidad (patentes)	1. Utilizó patentes como método formal de propiedad intelectual. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+ -
Innovación (t-2)	1. Si tiene gastos positivos en actividades de innovación, o 0 caso contrario.	2009	2012	+ -
Departamento I+D	1. Si la empresa cuenta con departamento formal de Investigación y Desarrollo. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+ -
Programas	1. Si la empresa solicitó y accedió a otros programas públicos de apoyo a la innovación en producto y proceso. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+
<b>Competitividad de la firma</b>				
Exportación (t-2)	Ratio exportaciones sobre el total de ventas.	2009	2012	+
Productividad (t-2)	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados.	2009	2012	+ -
<b>Dificultades de financiamiento</b>				
Recursos propios	Porcentaje de gastos en innovación financiado por recursos propios.	2009-2011	2012-2014	-
Apalancamiento	Porcentaje de gastos en innovación financiado por préstamos de la banca privada.	2009-2011	2012-2014	-
Financiamiento exterior	Porcentaje de gastos en innovación financiado por recursos del exterior.	2009-2011	2012-2014	-

<sup>a</sup> *ciiu1*"D" suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; *ciiu1*"E" distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento; *ciiu1*"J" información y comunicación; *ciiu2*"C23" fabricación de otros productos minerales no metálicos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

**Tabla 4.** Variables independientes utilizadas, hipótesis 1-2-3.

Variable	Medición	Período 2009-2011	Período 2012-2014	Signo esperado
Variables dependientes	Inversión total, Inversión privada (Hipótesis uno) Innovación en productos, Innovación en procesos (Hipótesis tres)	Actividades endógenas y exógenas (Hipótesis dos)		
Tratamiento				
Apoyo gubernamental predicho	Probabilidad de recibir financiamiento público en innovación estimado			+-
Características generales				
Tamaño	Logaritmo natural del número de empleados	2011	2014	+ -
Edad	Logaritmo natural años de vida de la empresa	2009	2012	+ -
Grupo	1. Si la empresa pertenece algún grupo empresarial. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+ -
Capital Extranjero	1. Si la empresa tiene capital extranjero. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+-
Intensidad de capital	Logaritmo de Inversión de capital fijo sobre el número de empleados.	2011	2014	+ -
Centro	1. Si pertenece a Pichincha, Guayas, Azuay o Manabí. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+-
Sector servicio media alta tecnología	1. Si la empresa pertenece al sector servicio de media alta tecnología. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+-
Sector manufactura media alta tecnología	1. Si la empresa pertenece al sector de manufactura de media alta tecnología. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+-
Sector a nivel de letra	Sector código CIU a nivel de letra			
Experiencia en actividades de innovación				
Apropiabilidad (patentes)	1. Utilizó patentes como método formal de propiedad intelectual. 0 caso contrario	2009-2011	2012-2014	+ -
I+D (t-2)	Gastos positivos en actividades de innovación sobre las ventas totales	2009	2012	+ -
Departamento I+D	1. Si la empresa cuenta con departamento formal de Investigación y Desarrollo.	2009-2011	2012-2014	+ -
Programas	1 si la empresa solicitó y accedió a otros programas públicos de apoyo a la innovación en producto y proceso. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+
Competitividad de la firma				
Exportación (t-2)	Monto total de exportaciones sobre las ventas totales	2009	2012	+
Productividad (t-2)	Log de las ventas sobre el número de empleados.	2009	2012	+ -
Dificultades de financiamiento				
Recursos propios	Porcentaje de gastos en innovación financiado por recursos propios. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+
Apalancamiento	Porcentaje de gastos en innovación financiado por préstamos de la banca privada. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+

Financiamiento Exterior	Porcentaje de gastos en innovación financiado por recursos del exterior. 0 caso contrario.	2009-2011	2012-2014	+
-------------------------	--	-----------	-----------	---

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

**Tabla 5.** Variables independientes utilizadas ecuación 5, hipótesis 4.

Variable	Medición	Período 2009-2011	Período 2012-2014	Signo esperado
Variable dependiente	Productividad (Hipótesis cuatro)			
Tratamiento				
Apoyo gubernamental predicho	Probabilidad estimada de recibir financiamiento público			
Tamaño	Logaritmo natural del número de empleados	2011	2014	+ -
Intensidad de capital	Logaritmo de Inversión de capital fijo sobre el número de empleados.	2011	2014	+ -
Empleados calificados	Logaritmo del número de empleados calificados (tercer nivel, especialidad, maestría, y superior) sobre el número de empleados total	2011	2014	+
Sector a nivel de letra	Sector código CIU a nivel de letra			

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

## Anexo 2.

Tabla 6. Efectos marginales modelo probit.

Variable dependiente (Financiación pública)	Todas las empresas				Empresas manufactureras				Empresas servicios									
	2009-2011		2012-2014		2009-2011		2012-2014		2009-2011		2012-2014							
	Efectos marginales	Std. Err.	Efectos marginales	Std. Err.	Efectos marginales	Std. Err.	Efectos marginales	Std. Err.	Efectos marginales	Std. Err.	Efectos marginales	Std. Err.						
<b>Características generales</b>																		
Tamaño (t-2)	-0.004	(0.0027)	0.0016	(0.0016)	-0.002	(0.0039)	0.0007	(0.0037)	-0.001	(0.0064)	0.0014	(0.0059)						
Edad	0.0105	***	(0.0038)	0.001	(0.0025)	0.0047	(0.0050)	0.0062	(0.0048)	0.0075	(0.0083)	0.0066	(0.0069)					
Grupo	-0.004	(0.0101)	-0.008	(0.0059)	-0.017	(0.0126)	-0.024	*	(0.0121)	-0.028	(0.0195)	-0.036	**	(0.0177)				
Capital Extranjero	-0.015	(0.0183)	-0.011	(0.0076)	0.0044	(0.0159)	-0.012	(0.0154)	0.004	(0.0249)	-0.011	(0.0218)						
Intensidad de capital	0.0008	(0.0010)	0.0007	(0.0007)	0.001	(0.0010)	0.0011	(0.0013)	0.0014	(0.0017)	0.0004	(0.0021)						
Centro	-0.009	(0.0063)	-0.002	(0.0048)	-0.009	(0.0084)	0.0035	(0.0093)	-0.013	(0.0141)	0.0108	(0.0143)						
Sector estratégico	0.0149	**	(0.0072)	0.0031	(0.0068)	0.0221	*	(0.0133)	0.0064	(0.0157)	0.0323	(0.0231)	0.0061	(0.0233)				
<b>Experiencia en actividades de innovación</b>																		
Apropiabilidad (patentes)	0.0103	(0.0083)	0.0087	(0.0063)	-0.004	(0.0101)	0.0045	(0.0116)	-0.008	(0.0156)	-6E-04	(0.0139)						
Innovación (t-2)	0.0542	***	(0.0178)	0.0571	***	(0.0145)	0.0898	***	(0.0320)	0.0811	***	(0.0273)	0.0927	**	(0.0411)	0.0459	**	(0.0216)
Departamento I+D	-0.001	(0.0075)	0.003	(0.0064)	-0.002	(0.0093)	0.0056	(0.0115)	-0.004	(0.0142)	0.0107	(0.0152)						
Programas	0.0212	***	(0.0069)	0.0195	***	(0.0045)	0.0207	**	(0.0098)	0.0244	***	(0.0082)	0.028	**	(0.0142)	0.0176	(0.0116)	
<b>Competitividad de la firma</b>																		
Exportación (t-2)	0.0057	(0.0128)	0.0034	(0.0109)	-0.003	(0.0166)	0.002	(0.0173)	0.0026	(0.0258)	-0.002	(0.0255)						
Productividad (t-2)	-0.004	*	(0.0021)	0.0024	(0.0016)	0.0033	(0.0031)	0.0008	(0.0033)	0.0064	(0.0043)	0.0019	(0.0052)					
<b>Dificultades de financiamiento</b>																		
Recursos propios	-0.051	***	(0.0161)	-0.061	***	(0.0144)	-0.082	***	(0.0286)	-0.093	***	(0.0263)	-0.145	***	(0.0356)	-0.175	***	(0.0227)
Apalancamiento	-0.027	(0.0195)	-0.046	***	(0.0150)	-0.070	**	(0.0305)	-0.065	**	(0.0261)	-0.128	***	(0.0362)	-0.148	***	(0.0207)	
Financiamiento Exterior	-0.002	(0.0288)	-0.025	(0.0189)					-0.039	(0.0339)			-0.109	***	(0.0353)			
N. observaciones	2420		3873		1141		1576		688		922							
Pseudo R2	0.1953		0.1916		0.254		0.1785		0.2691		0.3461							
Wald chi	109.1		99.55		60.41		45.78		54.62		112.26							
Log likelihood	-183.4		-273.4		-78.11		-165		-68.67		-115.61							

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\* p<0.01; \*\*p<0.05; \* p<0.1.

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

## Anexo 3.

Tabla 7. Efecto medio del financiamiento público por sector.

Hipótesis	Manufactura				Servicios			
	2009-2011		2012-2014		2009-2011		2012-2014	
	ATE		ATE		ATE		ATE	
Parte I - Hipótesis 1: Efectos de la financiación pública en los inputs								
Inversión total	12.91	***	10.20	***	5.89	***	7.33	***
	(1.3307)		(1.4957)		(1.1898)		(2.1694)	
Inversión privada	13.44	***	8.74	***	6.23	***	4.08	**
	(0.9768)		(1.9503)		(1.2907)		(1.9236)	
Parte II - Hipótesis 2: Efectos en el tipo de actividades de innovación								
Actividades endógenas	7.82	***	6.62	***	3.52	***	3.59	***
	(1.1956)		(1.2477)		(0.9130)		(1.3529)	
Actividades exógenas	10.05	***	9.28	***	5.40	***	7.28	***
	(1.8382)		(1.4971)		(0.9482)		(2.0981)	
Parte III - Hipótesis 3: Efectos sobre la capacidad de innovar								
Innovación en productos	1.31	***	1.4	***	1.44	***	1.59	***
	(0.2664)		(0.2173)		(0.4723)		(0.3174)	
Innovación en procesos	1.08	***	1.75	***	0.00		1.32	***
	(0.2120)		(0.2082)		(0.1766)		(0.2941)	
Parte IV - Hipótesis 4: Efectos del financiamiento público en el desempeño de las empresas								
Productividad	1.80	*	-0.0306		-5.70	***	1.45	
	(1.0194)		(0.4703)		(0.5357)		(1.0316)	
Nº Observaciones	1155		1571		1265		2290	

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\* p<0.01; \*\*p<0.05; \* p<0.1.

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación (ENAI) de los periodos 2009-2011 y 2012-2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).



*Artículo científico / Research paper*

## Cinética de fermentación láctica natural de col blanca (*Brassica oleracea L. capitata*)

### Kinetic of the natural lactic fermentation of white cabbage (*Brassica oleracea L. capitata*)

Daniela Zúñiga-García<sup>1,2</sup> , María Montaleza-Auquilla<sup>2</sup> , Diana Andrade<sup>1,2</sup>, Jéssica León-Vizñay<sup>1,2</sup> , Patricia Ramírez<sup>1,2</sup> , Alexandra Criollo-Ayala<sup>2</sup> , Sonia Astudillo<sup>1,2</sup>, María Loja<sup>3</sup>, Susana Andrade<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Proyecto Alimentación, Nutrición y Salud, Departamento de Biociencias, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Docente, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador.

Autor para la correspondencia. jessica.leonv@ucuenca.edu.ec

Fecha de recepción: 21 de marzo de 2020 - Fecha de aceptación: 23 de abril de 2020

#### RESUMEN

Este estudio examinó la cinética química de la fermentación láctica natural de col blanca (*Brassica oleracea L.-var. capitata*). Primero, se desarrolló un diseño experimental y se definieron las condiciones óptimas de fermentación (temperatura, tiempo de fermentación y concentración de sal marina) para el crecimiento de bacterias lácticas. El óptimo corresponde a una temperatura de 25°C, una duración de 14 días y un contenido de sal marina del 3%. El experimento se replicó en once frascos y se determinó el pH, la concentración de glucosa, fructosa y bacterias ácido lácticas. En segundo lugar, se utilizó el método integral para definir la cinética química de la reacción. Para la glucosa, la cinética se ajustó a una de orden cero y constante cinética  $2 \times 10^{-6}$  g/ml.min (coeficiente de correlación = 0.98), y mostró que la velocidad de reacción era independiente de la concentración de la glucosa. Con respecto a la fructosa, la cinética de segundo orden estableció una constante cinética  $1.45 \times 10^{-2}$  ml/g.min (coeficiente de correlación = 0.98). Así la ecuación  $-r_{C_6H_{12}O_6} = [0.0145 (C_{C_6H_{12}O_6})^2]$  g/ml.min representa la velocidad de consumo de azúcar en una reacción de fermentación láctica natural de col blanca. El enfoque de modelado ayudará al fermentador a mejorar el diseño y el proceso de producción.

**Palabras clave:** Fermentación láctica, modelo cinético, orden de reacción, col blanca, vida útil.

#### ABSTRACT

This study examined the chemical kinetics of natural lactic fermentation of white cabbage (*Brassica oleracea L.- capitata var.*). First, the experimental design was developed and the optimal conditions (temperature, fermentation time and sea salt concentration) for the growth of lactic bacteria were defined. The optimal corresponds to a temperature of 25°C, a duration of 14 days and a sea salt content of 3%. The experiment was replicated in eleven bottles and the pH, the concentration of glucose, fructose, and lactic acid bacteria were determined. Second, the integral method was used to define the kinetics of the chemical reaction. For glucose, zero-order kinetics was set with a kinetic constant of  $2 \times 10^{-6}$  g/ml.min (correlation coefficient = 0.98), and showed that the reaction rate was independent of the glucose concentration. Regarding the fructose, the second-order kinetics was set with a constant of  $1.45 \times 10^{-2}$  ml/g.min (correlation coefficient = 0.98). The equation  $-r_{C_6H_{12}O_6} = [0.0145 (C_{C_6H_{12}O_6})^2]$  g/ml.min represents the speed of sugar consumption in a natural lactic fermentation reaction of white cabbage. The modeling approach will help the fermenter to improve the fermenting design and enhance the production process.

**Keywords:** Lactic fermentation, kinetic reaction, kinetic order, white cabbage, shelf life.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una tendencia hacia una mayor demanda y consumo de verduras y frutas por su contenido de fibra dietaria, vitaminas y minerales (Salinas-Hernández, González-Aguilar, Pirovani, & Ulin-Montejo, 2007; Septiembre-Malaterre Remize, & Pouchet, 2018).

Existe evidencia científica que indica que el consumo de vegetales previene patologías como hipertensión (Dauchet *et al.*, 2007), enfermedades coronarias e infarto cardiaco (He, Nowson, Lucas, & MacGregor, 2007). La mayor parte de las verduras y frutas son consumidas frescas o mínimamente procesadas, estos alimentos mínimamente procesados y especialmente los vegetales frescos tienen



una corta duración ya que son rápidamente susceptibles al deterioro por acción de microorganismos patógenos. La cocción, pasteurización y adición de preservantes químicos son las principales tecnologías utilizadas para garantizar la seguridad de los vegetales, pero su aplicación conlleva al cambio de las características físicas y químicas de los alimentos. La fermentación de ácido láctico se considera como una biotecnología simple y valiosa para mantener y/o mejorar las propiedades de seguridad, nutricionales, sensoriales y de vida útil de las verduras y frutas (Pardali, Paramithiotis, Papadelli, Mataragas, & Drosinos, 2017). Es por ello, que la industria alimentaria se ha preocupado por estudiar y optimizar este tipo de tecnología para la obtención de diversos productos de origen vegetal como la col fermentada.

En la optimización del proceso de fermentación láctica se lleva a cabo la selección de controles específicos, mediciones, establecimiento de ecuaciones de ajuste de datos experimentales, velocidades de degradación (Quintero, Acosta, Mejía, Ríos, & Torres, 2013), todo ello para la contribución del diseño de los equipos fermentadores, mejoras en la línea de producción y aseguramiento de la calidad del producto final. En este contexto, entender la cinética de las fermentaciones resulta una herramienta útil e importante en el control de los procesos, ya que su estudio se basa en las velocidades y mecanismos de la reacción a través de ecuaciones que relacionan las concentraciones con el tiempo, o el análisis de otros factores como conversiones de sustrato, concentración de biomasa, concentración de productos formados, etc. (Quintero *et al.*, 2013). Así mismo, aplicar un diseño experimental permitirá manejar los procesos de producción de mejor forma, ya que se involucran diversas variables de entrada (presión, temperatura, tiempo, concentración, etc.) que interactúan para generar el mejor resultado (variable de salida); además, los profesionales del área se benefician de esta herramienta al conocer la combinación de dichas variables que favorecen el resultado y conllevan a la toma de mejores decisiones en los procesos productivos (Varela & Lopez, 2011).

Ecuador tiene una gran diversidad de producción de cultivos, debido a sus variadas características de suelo, clima y ubicación geográfica, siendo la Costa y la Sierra las de mayor producción. Entre los principales productos que se cultivan se encuentra el repollo o col blanca, según el Tercer Censo Nacional Agropecuario 2000, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en el país existe un 15% de territorio nacional sembrado y, de este, un 14% corresponde a esta verdura (INEC, n.d.). Al ser un producto fresco y perecedero, la fermentación láctica se convierte en una alternativa que permitiría alargar su tiempo de vida útil y mejorar sus propiedades organolépticas como el sabor. Esta fermentación se caracteriza por bajos requerimientos de energía para su procesamiento, por lo que se presenta como una alternativa importante desde el punto de vista económico (Piagentini, Pirovani, & Güemes, 2004; Ling, Tang, Kong, Mitcham, & Wang, 2015).

En la actualidad, no se han encontrado estudios sobre los parámetros cinéticos o las ecuaciones matemáticas que describen los procesos que ocurren en la fermentación láctica en verduras como el repollo o col blanca, información que es importante para optimizar diferentes parámetros de producción como velocidades de degradación de los azúcares y el tiempo de fermentación (Quintero *et al.*, 2013). En la literatura se reportan curvas

y datos cinéticos de algunos productos, microorganismos y sustratos fermentados en diferentes procesos como yogurt (Pauletti *et al.*, 2004), ácido láctico a partir de lactosuero (Jakymec *et al.*, 2001; Burgos-Rubio, Okos, & Wankat, 2000; Acevedo, Guzmán, & Rodríguez, 2013), degradación de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en bebida a base de remolacha (Sánchez-Chávez, Cortez-Arredondo, Solano-Cornejo, & Vidaurre-Ruiz, 2015) entre otros.

El objetivo de esta investigación fue determinar la cinética química de la fermentación láctica natural de repollo o col blanca empleando el método integral, para la obtención de la constante cinética ( $k$ ) y el orden de reacción ( $n$ ) con la optimización previa de las condiciones de fermentación (temperatura, tiempo y concentración de sal marina).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales

Se utilizó repollo o col blanca (*Brassica oleracea L. - var. capitata*), con características organolépticas apropiadas de color, textura y estado de madurez adecuado para el consumo, provenientes de los cultivos de la parroquia rural San Joaquín de la provincia del Azuay. La preparación de la materia prima se llevó a cabo en el Laboratorio de Alimentos del Tecnológico, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca. A partir de ella, se separaron las hojas externas deterioradas, el tronco central y se eliminaron los contaminantes físicos y microbiológicos a través de un lavado a chorro con agua potable y una solución desinfectante comercial. A continuación, se cortaron las hojas en tiras finas de aproximadamente 0.5 cm de ancho, se adicionó sal marina y se prensó manualmente durante 10 minutos para obtener el jugo del vegetal (líquido de gobierno) que contiene los azúcares y nutrientes necesarios para el proceso fermentativo. Posteriormente, se almacenaron las hojas inmersas en el jugo en frascos de vidrio previamente esterilizados, sin dejar espacio de cabeza. Las tapas de los frascos contaron con un acople manual que permitía la salida de  $\text{CO}_2$  generado y evitaba la disrupción del ambiente anaerobio durante la fermentación. Los parámetros, para dar inicio a la fermentación láctica, como la temperatura, tiempo y concentración de sal marina se determinaron a partir de un diseño experimental factorial que se explica en la sección 2.2.

### 2.2. Pretratamiento

Para determinar las condiciones óptimas del proceso de fermentación láctica se realizó un diseño factorial  $2^k$ , donde  $k$  representa el número de factores a analizar: temperatura, tiempo de fermentación y concentración de sal marina, cada uno de los cuales se establecieron a dos niveles, uno mínimo (-1) y otro máximo (+1) (Tabla 1). En el caso de la temperatura se recomienda rangos de 18 a 35°C, tiempos de fermentación comprendidos entre 14 a 21 días y concentración de sal marina entre un 2 a 3% (p/p) (Montano, Castro, & Rejano, 1992), estos parámetros permitirán no retardar el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas (BAL) y con ello la calidad y estabilidad del producto fermentado.

**Tabla 1.** Diseño experimental  $2^k$ .

Factor	Variable	Niveles	
		Mínimo (-1)	Máximo (+1)
Temperatura (°C)	$x_1$	18	25
Tiempo (días)	$x_2$	14	21
Sal marina (% p/p)	$x_3$	2	3

(% p/p): porcentaje peso-peso

**Tabla 2.** Matriz del modelo para dos niveles y 3 factores (Lundstedt *et al.*, 1998).

Experimento	$b_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$	y
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	y1
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	y2
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	y3
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	y4
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	y5
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	y6
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	y7
8	1	1	1	1	1	1	1	1	y8

Se llevó a cabo ocho experimentos en diferentes condiciones (Tabla 2) ajustados a un modelo polinomial, según la Ec. (1).

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (1)$$

De la Tabla 2, la variable de respuesta (y) que hace referencia al valor de pH, será el parámetro que permitirá escoger el experimento de interés o mejor experimento, es decir un pH cercano al valor adecuado para el desarrollo de bacterias ácido lácticas (pH entre 3.6 y 4). Las condiciones del mejor experimento posteriormente se replicaron con igual técnica en once frascos de 500 ml y durante el proceso de fermentación se tomaron alícuotas del líquido de gobierno (aproximadamente 55 ml.), cada doce horas para realizar análisis de pH, azúcares y análisis de bacterias ácido lácticas (ver Secciones 2.3, 2.4, y 2.5).

### 2.3. Análisis de pH y determinación de glucosa y fructosa

La determinación del pH se realizó en las muestras del mejor experimento, se ejecutó cada 12 horas durante 7 días y se empleó un potenciómetro fijo marca HANNA en alícuotas de 25 ml de líquido de gobierno. El análisis de pH se efectuó en el Laboratorio de Alimentos del Tecnológico, Facultad de Ciencias Químicas. La valoración de glucosa y fructosa se realizó en un cromatógrafo para líquidos de alta resolución marca JASCO, modelo CO-4061, con "loop" de inyección de 10  $\mu$ l, valorándose dos veces al día durante 7 días. Además, se realizó un pretratamiento del líquido de gobierno de cada muestra, que consistió en diluir en agua ultra pura en una proporción (1:1), y una posterior filtración mediante una membrana grado HPLC de 0.45 $\mu$ m, técnica adaptada de Macherey-Nagel (MACHEREY-NAGEL, n.d.), análisis llevado a cabo en el Laboratorio de Ingeniería de Reactores y Catálisis de la Facultad de Ciencias Químicas.

### 2.4. Análisis de BAL

En las muestras del mejor experimento fueron analizadas las bacterias ácido lácticas los días 1, 3 y 6 de

fermentación. Se recolectaron 25 ml de líquido de gobierno en frascos estériles, en condiciones asépticas y fueron enviadas a un laboratorio externo basándose en el método Mossel para la determinación de las BAL.

### 2.5. Modelo cinético de la fermentación láctica

Para poder predecir la rapidez de desaparición o consumo de reactante, es decir el grado de influencia de los azúcares en la fermentación láctica se determinó la cinética química de la reacción a través del método integral (Levenspiel, 1979). Para un sistema discontinuo de volumen constante, la medida de la velocidad de reacción del reactivo A corresponden a las Ecs. (2 y 3).

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = k f(C_A) \quad (2)$$

$$-r_A = k C_A^n \quad (3)$$

Donde:  $-r_A$  es la velocidad de desaparición de la reacción fermentativa (g/ml.min), k la constante cinética,  $C_A$  la concentración de reactante A (g/ml), y n el orden de reacción (puede tomar valores de 0, 1, 2).

A partir de la Ec. (4),

$$-\frac{dC_A}{f(C_A)} = k dt \quad (4)$$

se obtiene, la integral que representa la sumatoria del consumo del reactante A, Ec. (5).

$$-\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{f(C_A)} = k \int_0^t dt = kt \quad (5)$$

La Tabla 3 muestra la Ec. (3) y Ec. (5) desarrolladas, que corresponden a los órdenes 0, 1 y 2, de velocidad de reacción.

Luego, se grafica la integral de la ecuación cinética en el eje de las ordenadas vs el tiempo de reacción en el eje de las abscisas. Para la gráfica de cada orden de reacción se obtiene el coeficiente de correlación de Pearson ( $R^2$ ) y la pendiente de la recta por medio del método de mínimos cuadrados, si los datos no se distribuyen sobre una recta ha de rechazarse la ecuación cinética. Finalmente, se escoge el orden de reacción cuyo coeficiente de correlación tenga un valor lo más próximo a uno que significa un ajuste lineal más fuerte. La pendiente representará la constante cinética de la reacción ( $k$ ).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Pretratamiento

Con respecto a los ocho experimentos llevados a cabo, los ensayos seis y ocho mostraron un medio con un pH apropiado, pero se seleccionó el ensayo seis, por ser el mejor experimento y llevarse a cabo en menor tiempo de fermentación de 14 días, a una temperatura de 25°C y una concentración del 3% de sal marina (Tabla 4). Esta concentración de sal facilitó la penetración a los tejidos vegetales y salida de los carbohidratos, compuestos nitrogenados, minerales y otras sustancias que son utilizadas durante la fermentación (Montano *et al.*, 1992). Se verifica estudios realizados por Garrido (Garrido, Alarcón, Medina, Ordoñez, & Pérez, 2016) que muestran una relación directa entre la sal añadida y las propiedades físico químicas del alimento, un mayor porcentaje de sal provoca que los alimentos pierdan agua por presión osmótica y generen una microbiota-mixta en la que predominan las bacterias lácticas, las que acidifican el medio y bajan el pH (Prescott, Harley, & Klein, 2004).

En este estudio se determinó que el pH óptimo fue de 3.67 a una temperatura de 25°C, al revisar la literatura llevada a cabo en otras investigaciones de col fermentada se observa valores de pH por debajo de 4 en la primera semana de fermentación (Garrido *et al.*, 2016), en aceitunas el rango estipulado fue entre 3.8 y 4.2 (Leiva Fernández, Arancibia Araya, & Tapia Contreras, 2015)

para que exista el desarrollo de las BAL y evite el crecimiento superficial de mohos y levaduras, en otro estudio realizado en el mosto de Agave cocui se determinó que las condiciones óptimas se dan a una temperatura de 33°C y un valor de pH óptimo de 4 (Granadillo & Rodríguez, 2014). Así mismo en tallos de espárragos (Palomino & Meza, 2017) muestra valores de pH entre 3.8 a 3.95.

#### 3.2. Análisis de pH, glucosa, fructosa y BAL

Al replicar el mejor experimento, se observó que en los primeros siete días (10080 minutos) de la fermentación, el pH desciende de 5.72 a 3.60 (Tabla 5), manteniéndose este último valor constante hasta el día 14, estudios realizados por Garrido *et al.* (2016) corroboran que un descenso importante de pH se realiza en la primera semana de fermentación, razón por la cual los análisis se llevaron a cabo en los primeros siete días de la fermentación como se detallan en la Sección 2.3 y 2.4.

En la Tabla 5, se presentan los resultados de los análisis de glucosa y fructosa. La primera observación que se puede realizar es que la concentración de glucosa y fructosa en el tiempo de fermentación presentan variaciones (Fig. 1). A partir del minuto 4320 (84 horas) comienza el descenso de glucosa y fructosa, desde este momento se analizó la velocidad de reacción. Estas variaciones se deben a que el repollo, dentro de sus carbohidratos, también contiene fibra (celulosa), la cual se transforma en azúcares y esto hace que aumente la concentración de las mismas en el producto (Holland *et al.*, 2014), el repollo contiene 3.4 g de carbohidratos y 2 g de fibra por cada 100 g de porción comestible, pero no se detalla la cantidad existente por tipo de azúcar.

Todos los vegetales proporcionan glucosa y fructosa como los principales carbohidratos fermentables que se podrían metabolizar en ácido láctico (Wouters, Grosu-Tudor, Zamfir, & De Vuyst, 2013). En el presente estudio se corrobora lo mencionado ya que entre los dos carbohidratos la fructosa fue el principal carbohidrato que influye en la velocidad de reacción, luego de realizar los análisis respectivos.

**Tabla 3.** Ecuaciones cinéticas para los diferentes órdenes de reacción (Levenspiel, 1979).

Orden de reacción	Velocidad de reacción	Ecuación cinética integrada
0	$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = k$	$C_{A0} - C_A = kt$
1	$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = kC_A$	$\ln\left(\frac{C_{A0}}{C_A}\right) = kt$
2	$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = k(C_A)^2$	$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = kt$

**Tabla 4.** Matriz del diseño factorial.

Experimento	Temp. (°C)	Tiempo (días)	Sal marina (% p/p)	pH
1	18	14	2	3.55
2	25	14	2	3.42
3	18	21	2	3.25
4	25	21	2	3.42
5	18	14	3	3.29
6	25	14	3	3.67
7	18	21	3	3.2
8	25	21	3	3.67

**Tabla 5.** Variaciones de azúcares, pH y BAL durante la primera semana de fermentación.

## (a) Glucosa

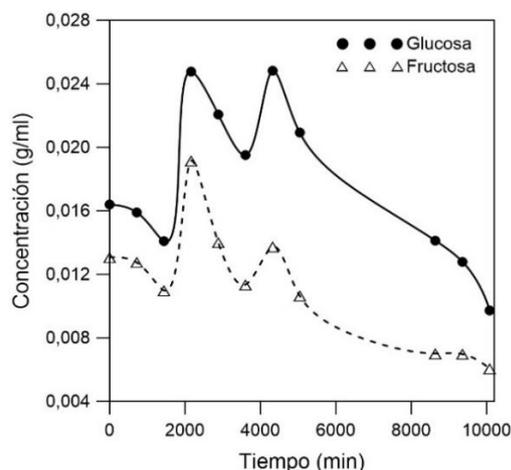
Tiempo (min.)	Concentración glucosa (g/ml)	Ecuación cinética para glucosa			pH	BAL (UFC/ml)
		Orden 0	Orden 1	Orden 2		
		$C_{AO} - C_A$	$\ln\left(\frac{C_{AO}}{C_A}\right)$	$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{AO}}$		
0	0.016405	-	-	-	5.72	-
720	0.015906	-	-	-	5.60	-
1440	0.014090	-	-	-	5.51	$0.43 \times 10^8$
2160	0.024767	-	-	-	5.42	-
2880	0.022078	-	-	-	5.30	-
3600	0.019500	-	-	-	5.10	-
4320	0.024814	0	0	0	4.04	$2.1 \times 10^8$
5040	0.020926	0.003888	0.170416	7.487611	3.94	-
8640	0.014125	0.010689	0.563462	30.496629	3.82	$8.8 \times 10^8$
9360	0.012786	0.012028	0.663057	37.910712	3.62	-
10080	0.009723	0.015091	0.936914	62.549084	3.60	-

Leyenda:  $C_{AO}$  Concentración inicial de azúcar;  $C_A$  Concentración final de azúcar; g/ml gramos de azúcar por mililitro; BAL Bacterias ácido lácticas; UFC Unidades formadoras de colonias.

## (b) Fructosa

Tiempo (min.)	Concentración fructosa (g/ml)	Ecuación cinética para fructosa			pH	BAL (UFC/ml)
		Orden 0	Orden 1	Orden 2		
		$C_{AO} - C_A$	$\ln\left(\frac{C_{AO}}{C_A}\right)$	$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{AO}}$		
0	0.01307	-	-	-	5.72	-
720	0.012747	-	-	-	5.60	-
1440	0.010985	-	-	-	5.51	$0.43 \times 10^8$
2160	0.019156	-	-	-	5.42	-
2880	0.014010	-	-	-	5.30	-
3600	0.011354	-	-	-	5.10	-
4320	0.013732	0	0	0	4.04	$2.1 \times 10^8$
5040	0.010649	0.003083	0.254263	21.082927	3.94	-
8640	0.007015	0.006717	0.671678	69.729071	3.82	$8.8 \times 10^8$
9360	0.006977	0.006755	0.677110	70.505474	3.62	-
10080	0.006043	0.007689	0.820828	92.658117	3.60	-

Leyenda:  $C_{AO}$  Concentración inicial de azúcar;  $C_A$  Concentración final de azúcar; g/ml gramos de azúcar por mililitro; BAL Bacterias ácido lácticas; UFC Unidades formadoras de colonias.



**Figura 1.** Consumo de glucosa (g/ml) y fructosa (g/ml) durante el tiempo de fermentación láctica en minutos.

Además, en la Tabla 5, se evidencia los recuentos microbianos de BAL realizados durante los días 1 (1440 minutos), 3 (4320 minutos) y 6 (8640 minutos) de fermentación láctica que muestran la presencia de los

microorganismos en concentraciones de  $8.8 \times 10^8$  UFC/ml al final de la primera semana de fermentación láctica. En estudios realizados a concentraciones celulares de  $10^6$  UFC/ml de bacterias ácido lácticas presentes en la col fermentada se evidencia mejora del sistema inmune en especies que los ingiere (Garrett *et al.*, 2003) (Garrido *et al.*, 2016)). Por otro lado, estos microorganismos impiden el crecimiento de otros perjudiciales y a la vez generan compuestos químicos con efecto conservante (Di Cagno, Coda, De Angelis, & Gobbetti, 2013). En pepinillos se ha podido comprobar mediante técnicas de microscopía electrónica que las bacterias ácido lácticas también se desarrollan en el interior de los frutos después de su colocación en salmuera (Sáenz, 1983).

Por otro lado, se han desarrollado combinaciones de tecnologías innovadoras que incluyen sistemas como las bacterias ácido lácticas (BAL) que ofrecen alternativas eficientes para alargar la vida útil y al mismo tiempo incrementar la seguridad de los alimentos, evitando alterar las cualidades nutricionales y sensorial es uno de los aspectos más importantes en la decisión de compra (Garrett *et al.*, 2003), haciendo que los productos fermentados como la col blanca, sean en general más apetitosos y digeribles (Di Cagno, Coda, De Angelis, & Gobbetti, 2013).

3.3. **Modelo cinético de la fermentación láctica**

Se realizaron regresiones lineales ajustadas a la relación del consumo de glucosa vs el tiempo de fermentación láctica, en donde se muestran las ecuaciones y sus respectivos coeficientes de correlación (Fig. 2). Los resultados se presentan en la Tabla 6.

Al comparar los coeficientes de correlación de la glucosa para cada orden de reacción, se eligió a 0.98 por tener el mejor ajuste lineal, y que corresponde a un orden de reacción cero y a una constante cinética  $2 \times 10^{-6}$  g/ml.min. Al reemplazar estos valores en la Ec. (3), se determina que la velocidad de reacción ( $-r_A$ ) es independiente de la concentración de la glucosa, Ec. (6).

$$-r_{C_6H_{12}O_6} = [2 \times 10^{-6} \text{ g/ml.min } (C_{C_6H_{12}O_6})^0] = 2 \times 10^{-6} \text{ g/ml.min} \quad (6)$$

Donde:  $-r_{C_6H_{12}O_6}$  en g/ml.min

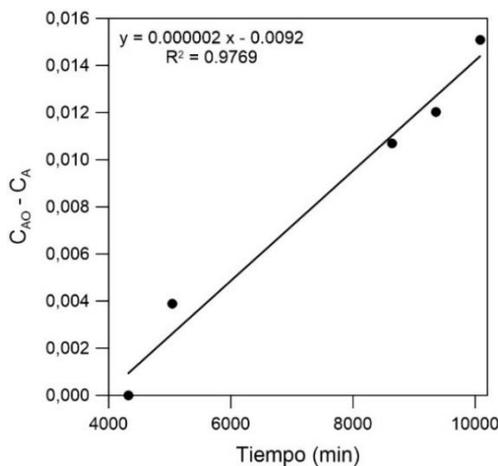
Para el caso de la fructosa (Fig. 3), se replica el mismo proceso de análisis que para la glucosa. Los resultados se encuentran en la Tabla 7.

Al comparar los coeficientes de correlación de la fructosa para cada orden de reacción, se eligió a 0.98 por tener el mejor ajuste lineal, y que corresponde a un orden de reacción dos y a una constante cinética  $1.45 \times 10^{-2}$  ml/g.min. Al reemplazar estos valores en la Ec. (3), se determina que la velocidad de reacción ( $-r_A$ ) de acuerdo a Ec. (7), es:

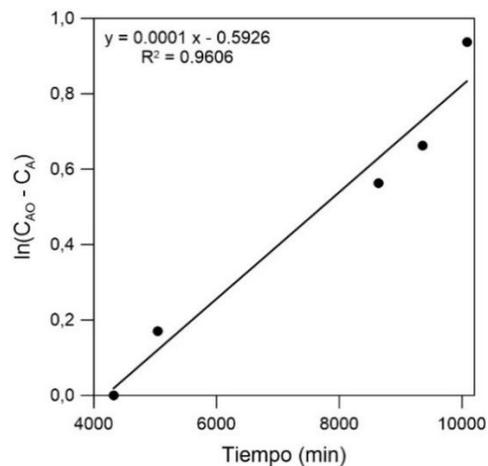
$$-r_{C_6H_{12}O_6} = [1.45 \times 10^{-2} \text{ ml/g.min } (C_{C_6H_{12}O_6})^2] \quad (7)$$

Donde:  $-r_{C_6H_{12}O_6}$  en g/ml.min

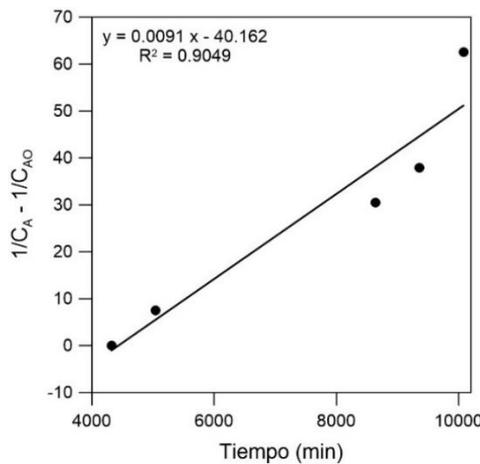
Así, la Ec. (7), se convierte en un modelo cinético cuando se quiere obtener la velocidad de consumo de azúcares en una reacción de fermentación láctica natural de repollo o col blanca.



a) Regresión lineal para reacción de orden cero



b) Regresión lineal para reacción de primer orden

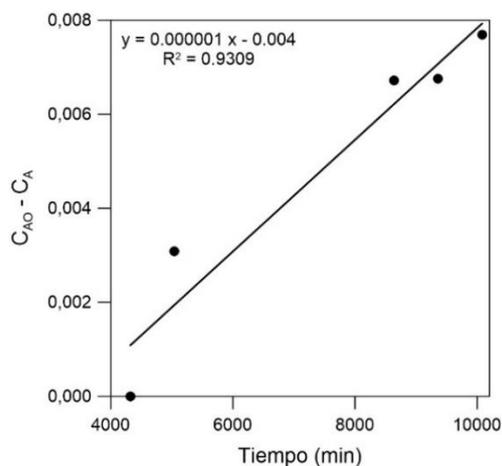


c) Regresión lineal para reacción de segundo orden

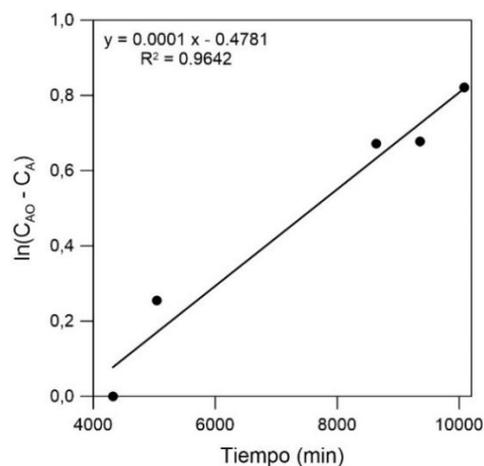
**Figura 2.** Ecuaciones de regresión lineal ajustadas a la relación del consumo de glucosa vs. el tiempo de fermentación: (a) Reacción de orden cero vs el tiempo de fermentación láctica, (b) Reacción de primer orden vs el tiempo de fermentación láctica, y (c) Reacción de segundo orden vs. el tiempo de fermentación láctica. Leyenda:  $C_{A0}$ : concentración inicial de glucosa;  $C_A$ : concentración final de glucosa;  $R^2$ : coeficiente de correlación.

**Tabla 6.** Comparación de los coeficientes de correlación para la selección del orden de reacción de glucosa y su correspondiente constante cinética.

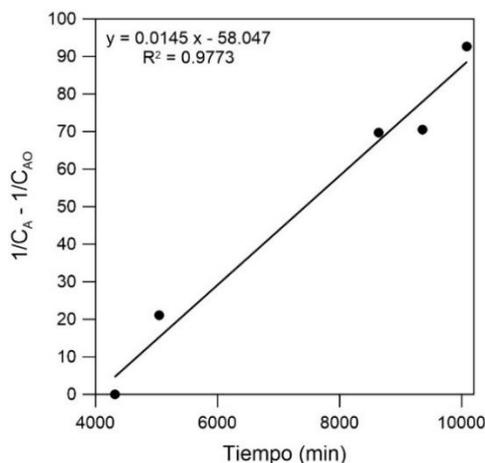
Orden de reacción (n)	Ecuación regresión lineal (y = mx + b)	Coefficiente de correlación (R <sup>2</sup> )	Constante cinética (k)
0	y = 0.000002x - 0.0092	0.98	2x10 <sup>-6</sup> g/ml.min
1	y = 0.0001x - 0.5926	0.96	1x10 <sup>-4</sup> /min
2	y = 0.0091x - 40.16	0.90	9.1x10 <sup>-3</sup> ml/g.min



a) Regresión lineal para reacción de orden cero



b) Regresión lineal para reacción de primer orden



c) Regresión lineal para reacción de segundo orden

**Figura 3.** Ecuaciones de regresión lineal ajustadas a la relación del consumo de fructosa vs. tiempo de fermentación láctica. (a) Reacción de orden cero vs. el tiempo de fermentación láctica, (b) Reacción de primer orden vs. el tiempo de fermentación láctica, y (c) Reacción de segundo orden vs. el tiempo de fermentación láctica. Leyenda: C<sub>A0</sub>: concentración inicial de fructosa; C<sub>A</sub>: concentración final de fructosa; R<sup>2</sup>: coeficiente de correlación.**Tabla 7.** Comparación de los coeficientes de correlación para la selección del orden de reacción de la fructosa y su correspondiente constante cinética.

Orden de reacción (n)	Ecuación regresión lineal (y = mx + b)	Coefficiente de correlación (R <sup>2</sup> )	Constante cinética (k)
0	y = 0.000001x - 0.004	0.93	1x10 <sup>-6</sup> g/ml.min
1	y = 0.0001x - 0.4781	0.96	1x10 <sup>-4</sup> /min
2	y = 0.0145x - 58.04	0.98	1.45 x10 <sup>-2</sup> ml/g.min

Desde el punto de vista cinético, se puede indicar que la velocidad de fermentación láctica natural desarrollada en col blanca es independiente de la concentración de glucosa, pero si es influenciada por la degradación de la fructosa como puede observarse con los órdenes de reacción obtenidos. En el presente estudio, el modelo

desarrollado se basa en la cinética de las reacciones químicas, sin embargo, hay que considerar que un alimento es un sistema complejo en el que ocurren diferentes tipos de reacciones, por ello, la modelación, no solo se puede aplicar a un reactante o componente

particular sino a una característica de calidad que refleje dichas reacciones (Salinas-Hernández *et al.*, 2007).

Finalmente, la aplicación de dichos modelos matemáticos descritos en este estudio predicen el comportamiento de la reacción química de la col blanca que conllevan a mejorar el diseño de fermentadores en el campo industrial para aumentar la productividad, y al estudiar la velocidad de reacción, éste nos permite conocer la degradación de nutrientes del alimento en el tiempo, sin dejar de lado que la materia prima empleada en esta investigación al ser un vegetal es percibido como un producto saludable, rico en vitaminas, minerales y antioxidantes (Gil, Aguayo, & Kader, 2006), convirtiéndolo en un alimento beneficioso para la salud, sin olvidar que el proceso además de preservar al producto crea enzimas necesarias para la digestión (Parra Huertas, 2010).

Es conveniente continuar con estudios de este tipo, para determinar el tiempo de vida útil (Carrillo Inungaray & Reyes Munguía, 2014) de la col blanca fermentada con el fin de garantizar sus cualidades físico químicas y microbiológicas de acuerdo a las condiciones obtenidas en este estudio. Así mismo, este producto se convertiría en un alimento probiótico (Ramírez, Rosas, Velázquez, Ulloa, & Arce, 2011) con propiedades funcionales muy importantes a analizar.

#### 4. CONCLUSIÓN

El diseño experimental permitió determinar las condiciones óptimas de la fermentación láctica del repollo o col blanca que mejoró la conservación de este vegetal fresco, que más allá de su sabor tan particular le convierte en un alimento probiótico con la proliferación de bacterias beneficiosas para la flora intestinal. Es importante señalar que la metodología aplicada en este estudio cinético se puede replicar en otros vegetales de la especie Brassica oleracea L. variedad coliflor, brócoli, col china, repollo morado, col de bruselas, etc., en los cuales no existen estudios previos y así conocer de mejor manera el comportamiento de la reacción química. Finalmente, los modelos cinéticos obtenidos de cero y segundo orden mostraron la velocidad de degradación de los azúcares en función del tiempo de fermentación láctica que resultó dependiente de la concentración de fructosa, de esta manera se convierte en un modelamiento para mejorar los procesos de producción.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo técnico de Raúl Peláez Samaniego (PhD), docente e investigador de la Facultad de Ciencias Químicas.

#### REFERENCIAS

Acevedo, D., Guzmán, L., & Rodríguez, A. (2013). Fermentation kinetics for the production of Suero Costeño. *Rev. U.D.C.A. Act & Div. Cient.*, 16(2), 427-433.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a17.pdf>

Burgos-Rubio, C. N., Okos, M. R., & Wankat, P. C. (2000). Kinetic study of the conversion of different substrates to lactic acid using *Lactobacillus bulgaricus*. *Biotechnology Progress*, 16(3), 305-314. <https://doi.org/10.1021/bp000022p>

Carrillo Inungaray, M. L., & Reyes Munguía, A. (2014). Vida útil de los alimentos / Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32. <https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>

Dauchet, L., Kesse-Guyot, E., Czernichow, S., Bertrais, S., Estaquio, C., Péneau, S., Vergnaud, A. C., Chat-Yung, S., Castetbon, K., Deschamps, V., Brindel, P., & Hercberg, S. (2007). Dietary patterns and blood pressure change over 5-y follow-up in the SU.VI.MAX cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85(6), 1650-1656. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.6.1650>

Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2013). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiology*, 33(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>

Garrett, E. H., Gorny, J. R., Beuchat, L. R., Farber, J. N., Harris, L. J., Parish, M. E., Suslow, T. V., & Busta, F. F. (2003). Microbiological safety of fresh and fresh-cut produce: Description of the situation and economic impact. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(s1), 13-37. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00029.x>

Garrido, E. F., Alarcón, S. A., Medina, M. A. T., Ordoñez, J. M., & Pérez, A. J. (2016). Elaboración de col fermentada (Chucrut). <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/contenidoAlf?id=f228d8e8-8468-4864-a458-5907ba9421f2&sector=4d53d630-9a2d-11df-acbb-dd1840cb71c5&sectorf=4d53d630-9a2d-11df-acbb-dd1840cb71c5&l=informes>

Gil, M. I., Aguayo, E., & Kader, A. A. (2006). Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *J. Agric. Food Chem.* 54, 12, 4284-4296. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf060303y>

Granadillo, I. L., & Rodríguez, G. T. (2014). Efecto de la temperatura y el pH en la fermentación del mosto de Agave cocui. *Multiciencias*, 14(4), 375-381.

He, F. J., Nowson, C. A., Lucas, M., & MacGregor, G. A. (2007). Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: Meta-analysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension*, 21(9), 717-728. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1002212>

Holland, B., Welch, A. A., Unwin, I. D., Buss, D. H., Paul, A. A., & Southgate, D. A. T. (2014). *McCance and Widdowson's the composition of foods*. Royal Society, pp. 282-337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1039/9781849737562>

INEC. (n.d.). Censo Nacional Agropecuario. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

- Jakymec, M., Morán, H., Páez, G., Ferrer, J. R., Mármol, Z., & Ramones, E. (2001). Cinética de la producción de ácido láctico por fermentación sumergida con lactosuero como sustrato. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 11(1), 53-59.
- Leiva Fernández, D., Arancibia Araya, V., & Tapia Contreras, F. (2015). *Importancia del control de parámetros durante la fermentación de aceitunas, para asegurar su calidad*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Centro Regional de Investigación Intihuasi, 49. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40449.pdf>
- Levenspiel, O. (1979). *Método integral de análisis de datos*. In *Ingeniería de las reacciones químicas* (pp. 48-74). Reverté, S.A.
- Ling, B., Tang, J., Kong, F., Mitcham, E. J., & Wang, S. (2015). Kinetics of food quality changes during thermal processing: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 8(2), 343-358. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1398-3>
- Liu, S., Han, Y., & Zhou, Z. (2011). Lactic acid bacteria in traditional fermented Chinese foods. *Food Research International*, 44(3), 643-651. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.034>
- Lundstedt, T., Seifert, E., Abramo, L., Thelin, B., Nystrom, A., Pettersen, J., & Bergman, R. (1998). *Experimental design and optimization*. Elsevier Science B.V, 3-40.
- MACHEREY-NAGEL. (n.d.). <https://www.mn-net.com/>
- Montano, A., De Castro, A., & Rejano, L. (1992). Transformaciones bioquímicas durante la fermentación de productos vegetales. *Grasas y Aceites*, 43(6), 352-360. <https://doi.org/10.3989/gya.1992.v43.i6.1132>
- Palomino, C., & Meza, L. (2017). *Formulación y evaluación de la influencia de la salmuera en la fermentación láctica de tallos de espárragos (Asparagus officinalis L.)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Pardali, E., Paramithiotis, S., Papadelli, M., Mataragas, M., & Drosinos, E. H. (2017). Lactic acid bacteria population dynamics during spontaneous fermentation of radish (*Raphanus sativus* L.) roots in brine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(6), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2276-8>
- Parra Huertas, R. (2010). Review. Bacterias del ácido láctico: papel funcional en los alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 93-105.
- Pauletti, M. S., Cruz, L. S., Mazza, G., Rozycki, S., Sabbag, N., & Costa, S. (2004). Fabricación de yogur con bacterias inmovilizadas. Yogurt manufacture with immobilized cells. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(3), 190-196. <https://doi.org/10.1080/11358120409487760>
- Piagentini, A. M., Pirovani, M. E., & Güemes, D. R. (2004). Cinética de deterioro de la calidad de repollo fresco cortado. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(3), 169-176. <https://doi.org/10.1080/11358120409487757>
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2004). *Microbiología* (5ª ed.). S.A. Editorial McGraw-Hill.
- Puerta Quintero, G. I. (2013). Cinética química de la fermentación del Mucílago de Café a temperatura ambiente. *Cenicafé*, 64(1), 42-59. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/525/1/arc064%2801%2942-59.pdf>
- Quintero, J. E., Acosta, A., Mejía, C., Ríos, R., Torres, A. M. (2013). Lactic acid production via cassava-flour - Hydrolysate Fermentation. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 19(3), 287-293. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v19n3/v19n3a7.pdf>
- Ramírez, J. C., Rosas, P., Velázquez, M., Ulloa, J., & Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en los alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*, 2(7), 16 pp.
- Sáenz, M. C. (1983). Comunidad microbiana durante la fermentación del pepinillo elaborado en La Rioja. págs. 185-234. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=110160>
- Salcido, N. M. de la F., & Corona, J. E. B. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 20(1), 43-52. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613084005>
- Salinas-Hernández, R. M., González-Aguilar, G. A., Pirovani, M. E., & Ulín-Montejo, F. (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23(2), 183-196. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2936648>
- Sánchez-Chávez, W., Cortez-Arredondo, J., Solano-Cornejo, M., & Vidaurre-Ruiz, J. (2015). Kinetics of thermal degradation of betacyanins, betaxantins and vitamin C in a juice-based drink beet (*Beta vulgaris* L.) and honey. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 111-118. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.02.03>
- Septiembre-Malaterre, A., Remize, F., & Poucheret, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*, 104, 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>
- Varela, P. D., & Lopez, A. M. (2011). Análisis crítico del diseño factorial 2k sobre casos aplicados. *Scientia Technica*, XVIII(47), 101-106.
- Wouters, D., Grosu-Tudor, S., Zamfir, M., & De Vuyst, L. (2013). Bacterial community dynamics, lactic acid bacteria species diversity and metabolite kinetics of traditional Romanian vegetable fermentations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(4), 749-760. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5788>



*Artículo científico / Research paper*

## **Análisis espacial de PM<sub>10</sub> en el aire y su composición de metales con relación a factores ambientales alrededor de centros de educación preescolar en Cuenca**

### **Spatial analysis of PM<sub>10</sub> in the air and its metals composition with relation to environmental factors surrounding preschool educational centers in Cuenca**

**Ronny Zegarra<sup>1</sup> , Susana Andrade<sup>1</sup> , Mayra Parra<sup>1</sup> , Danilo Mejía<sup>2</sup> , Claudia Rodas<sup>3</sup> **

<sup>1</sup> Departamento de Biociencias, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Centro de Estudios Ambientales (CEA), Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador.

<sup>3</sup> Facultad de Medicina, Universidad del Azuay Av. 24 de Mayo, Cuenca, Ecuador.

Autor para la correspondencia. ronny.zegarra @ucuenca.edu.ec

Fecha de recepción: 6 de enero de 2020 - Fecha de aceptación: 29 de abril de 2020

#### **RESUMEN**

La contaminación del aire por Material Particulado (PM), como consecuencia del aumento del tráfico, es de gran preocupación para la salud pública en las zonas urbanas. El PM llama mucho la atención, primero porque, debido a su tamaño micrométrico, las partículas pueden penetrar en los pulmones e impedir el intercambio de gases, y en segundo lugar debido a su composición química, incluida la presencia de metales pesados, que pueden dañar los sistemas biológicos. A pesar de sus efectos perjudiciales para toda la población, los niños son más vulnerables debido a su organismo en desarrollo. Se sabe que las concentraciones de PM pueden verse influenciadas por las características de la calle, la meteorología y la presencia de vegetación circundante, que constituyen factores ambientales relacionados con la generación, dispersión y deposición de PM. Debido a la necesidad de reducir la exposición de la población a este tipo de contaminación, el presente estudio analizó la correlación de los factores ambientales de generación, dispersión y deposición en función de la información secundaria disponible con la concentración de PM<sub>10</sub> y metales (plomo, cadmio, cobre, y zinc) en muestras de aire recolectadas en 21 centros de educación inicial en la ciudad de Cuenca. Los resultados obtenidos indican bajas relaciones entre contaminantes y factores ambientales, la presencia de alta variabilidad en las concentraciones de contaminantes y niveles de PM<sub>10</sub> que a menudo exceden los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la legislación nacional.

**Palabras clave:** Material particulado, metales pesados, efectos en la salud, factores ambientales, Cuenca.

#### **ABSTRACT**

Particulate matter (PM) air pollution, as a consequence of increasing traffic, is of high concern for public health in urban areas. The PM draws major attention, first because by its micrometric sizes can particles penetrate the lungs and hinder the gas exchange, and secondly due to its chemical composition including the presence of heavy metals, which can damage the biological systems. Despite its detrimental effects for the entire population, kids are more vulnerable because of its developing stage. It is known that PM concentrations can be influenced by street characteristics, meteorology, and the presence of surrounding vegetation, which constitute environmental factors related to the generation, dispersion, and deposition of PM. Due to the necessity of reducing population exposure to this type of pollution, the present study analyzed the correlation of environmental factors of generation, dispersion and deposition based on the available secondary information with the concentration of PM<sub>10</sub>, and metals (lead, cadmium, copper, and zinc) in air samples collected at 21 initial education centers in the city of Cuenca. The obtained results indicate low relationships between pollutants and environmental factors, the presence of high variability in pollutant concentrations, and PM<sub>10</sub> levels often exceeding the limits established by the World Health Organization and national law.

**Keywords:** Particulate matter, heavy metals, health effects, environmental factors, Cuenca.

#### **1. INTRODUCCIÓN**

Las elevadas concentraciones de material particulado (PM) en las áreas urbanas causadas por el incremento del

tráfico vehicular, urbanización e industrialización constituyen un problema ambiental de riesgo para la salud pública. La atención sobre este contaminante se debe a sus



fracciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, que hacen referencia a partículas con diámetros iguales y menores a 10 y 2.5 µm, respectivamente. Estas partículas tienen una alta capacidad de entrada al aparato respiratorio y circulatorio, además de contener en su superficie diferentes elementos orgánicos e inorgánicos, incluyendo metales pesados (Li, Qian, & Wang, 2013). Los metales pueden ingresar a los pulmones por inhalación del PM, llegar hasta el punto de intercambio del oxígeno, viajar a través de la sangre y ser absorbidos hacia los riñones, hígado y otros tejidos como el cerebro y corazón (Flora, Flora, & Saxena, 2006; Fortoul *et al.*, 2015). Las elevadas concentraciones de metales en partículas finas están asociadas a marcadores de enfermedades cardiovasculares como: altos niveles de inflamación y reducidos niveles de células endoteliales progenitoras, indicando una reducción en la capacidad de reparación endotelial (Niu *et al.*, 2013). Los efectos respiratorios generados por el estrés oxidativo de los metales sobre las células pulmonares resultan en inflamación y daño de los tejidos (Cakmak *et al.*, 2014). Su llegada al hígado por el torrente sanguíneo altera el parénquima hepático, causando hepatitis crónica, fibrosis, cirrosis, fallo del hígado y muerte (Laing *et al.*, 2010; Tarantino, 2013). Además, los metales generan reacciones autoinmunes y promueven la carcinogénesis por medio del daño al ADN y activación de diferentes vías de respuesta que conllevan a la progresión de tumores (Fortoul *et al.*, 2015).

La exposición a las elevadas concentraciones del PM y su contenido de metales está relacionada con la presencia factores ambientales que aportan a la generación, dispersión y deposición de dicho contaminante. En las áreas urbanas, las emisiones del tráfico vehicular representan la principal fuente de generación de PM, especialmente de aquellos vehículos que usan combustible diésel, cuyas partículas finas y ultrafinas son de mayor toxicidad por su alto contenido de metales (Mohankumar & Senthilkumar, 2017). Sin embargo, estos también provienen de otras fuentes como son: el desgaste de neumáticos, frenos y vías (Lenschow, 2001; World Health Organization, 2013). Datos del inventario de emisiones atmosféricas nacional del Reino Unido indican que las partículas del uso de frenos, neumáticos y superficie de las vías constituyen el 60% y 73% (en masa), respectivamente, de las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> provenientes del transporte en ese país (Monks *et al.*, 2013). De esta manera, se ha determinado que cerca del 75 al 90% de los metales encontrados en las fracciones de PM<sub>10</sub> corresponden a plomo (Pb), cadmio (Cd), cobre (Cu) y zinc (Zn) (Mohanraj, Azeez, & Priscilla, 2004).

El Pb y Cd presentan una alta toxicidad incluso a bajos niveles y afectan directamente al sistema nervioso central produciendo efectos neurotóxicos y desordenes neurodegenerativos, incluyendo Parkinson y Alzheimer (Jiang, Yao, Zhu, Wang, & Ji, 2007; Rehman, Fatima, Waheed, & Akash, 2018). La exposición aguda y crónica al Pb y Cd causa daños severos al aparato respiratorio por la alteración de las membranas mucosas y la generación de edema pulmonar, congestión capilar, ampliación del intersticio pulmonar y áreas de atelectasia (Fortoul *et al.*, 2015). Por otro lado, metales como el cobre y zinc son metales traza que actúan en funciones catalíticas, estructurales y reguladoras de importancia para los procesos biológicos (Bost *et al.*, 2016; Roohani, Hurrell, Kelishadi, & Schulin, 2013). El exceso de Zn puede promover síndromes metabólicos como: sobrepeso,

hipertensión y dislipidemia en ratas Wistar (Singh, 2012). Altas concentraciones de Cu conducen a la generación de especies oxidativas altamente reactivas, modulando la proliferación de las células cancerígenas y el crecimiento de tumores, (Fortoul *et al.*, 2015). Además, su biodisponibilidad facilita la producción de ATP, como energía para la rápida proliferación de las células cancerosas (Ishida, Andreux, Poitry-Yamate, Auwerx, & Hanahan, 2013).

La cercanía a vías de alto tráfico representa un factor de mayor exposición (U.S. Environmental Protection Agency, 2001). Karner, Eisinger, & Niemeier (2010), indican que las altas concentraciones de los contaminantes atmosféricos presentan una disminución gradual desde el borde de la vía hasta en 570 metros, con una reducción del 50% en los primeros 150 m. Kliengchuay, Meeyai, Worakhunpiset, & Tantrakarnapa (2018) indican que la velocidad del viento, precipitación, temperatura del aire, temperatura y humedad del suelo, son factores meteorológicos que están correlacionados negativamente con la presencia de PM. La presencia de vegetación es otro factor que incide tanto en la deposición como dispersión del contaminante. Esto debido a que afecta los flujos de aire en los cañones urbanos con influencia en el transporte y dilución de los contaminantes (Janhäll, 2015). La vegetación es considerada una herramienta eficiente en la mitigación de la contaminación del aire debido a la mayor probabilidad de deposición de partículas en su superficie, en comparación con las superficies lisas urbanas (Roupsard *et al.*, 2013). Hoy en día, existe una fácil identificación de la presencia y características de la vegetación por medio de índices basados en información satelital, como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, que ha sido relacionado con la provisión de una mejor calidad del ambiente (Buyadi, Mohd, & Misni, 2015).

En la ciudad de Cuenca, se ha determinado que el tráfico vehicular constituye la principal fuente de PM. Astudillo-Alemán *et al.* (2015) indica que el PM<sub>10</sub> de la zona urbana de Cuenca en Ecuador, tiene como parte de su composición: aniones (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) y metales pesados (Cr, Fe, Ni, Zn, Cu y Mn), los cuales ya han sido asociados con daño genotóxico de tipo I en células epiteliales alveolares a 24 horas de exposición. Si bien la afección por metales tiene efectos negativos en toda la población, estos difieren correspondiente a la edad de la población expuesta, existiendo una mayor frecuencia de casos de asma, reducción del desarrollo pulmonar, rinitis alérgica e infecciones respiratorias en niños (Fortoul *et al.*, 2015). Esto se debe a que este grupo se encuentra en una etapa de rápido crecimiento y sus sistemas de detoxificación, inmunitario y termorreguladores están en desarrollo (Perera, 2018). Además de que, por su crecimiento, los niños tienen una mayor frecuencia respiratoria respecto a los adultos y requieren de tres a cuatro veces más la cantidad de comida por peso corporal, presentando mayor exposición a los contaminantes en el aire y comida (World Health Organization, 2006).

Relacionar las interacciones del ambiente con las concentraciones de PM y su contenido de metales es de importancia para medir el impacto de su exposición en futuros análisis de riesgo de la salud humana. De esta manera, el presente estudio tiene por objetivo analizar la relación de las concentraciones de metales pesados en el aire en centros de educación preescolar con: i) las variables meteorológicas presentes durante el monitoreo:

precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación solar global y difusa; ii) entorno de monitoreo y iii) información secundaria relacionada a factores ambientales de generación (tipo de vía, material de calzada, capacidad vehicular), dispersión (ancho de la vía) y deposición de material particulado sobre la vegetación (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) en una ciudad andina.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo exploratorio transversal y utiliza datos de material particulado (PM<sub>10</sub>) y metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) en el aire de centros educativos preescolares, monitoreados como parte del proyecto CEDIA-CEPRA de la Universidad del Azuay, Universidad Indoamérica y Universidad de Cuenca (Rodas Espinoza *et al.*, 2017), con título: “Análisis de metales pesados en PM<sub>10</sub> y su relación con enfermedades alérgicas en niños de 3 a 5 años en centros de educación inicial de las áreas urbana y periurbana de Cuenca”.

### 2.1. Área de estudio

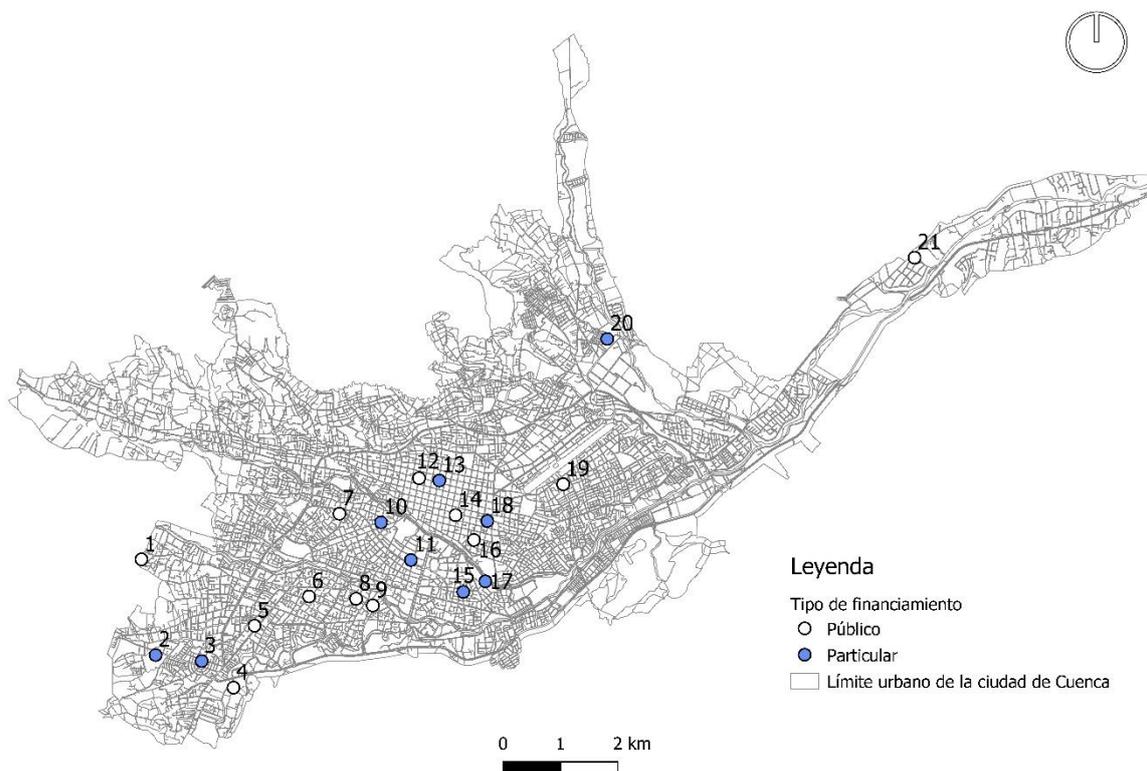
El área de estudio comprende la zona urbana y periurbana del cantón Cuenca, con una superficie aproximada de 73 km<sup>2</sup>, la cual representa 2.34% de la municipalidad y alberga una población cercana a 600,000 habitantes. La ciudad está localizada en la provincia del Azuay, al centro-sur del Ecuador con latitud 2°53'12" Sur y longitud 79°09' Este. El área urbana es ubicada en un valle del callejón interandino a 2530 metros sobre el nivel del mar, y presenta una clasificación climática Semihúmedo Mesotérmico con temperaturas desde los 18 a 22°C

(Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015). Los registros más bajos de temperatura se presentan en los meses de junio a septiembre, mientras que los más calientes entre los meses de diciembre a febrero. Pese a no presentar variaciones significativas a lo largo del año, la amplitud térmica diaria puede ser de hasta 9°C (Cordero & Guillén, 2013). Se presenta una humedad relativa de 65% en promedio anual, sin variaciones considerables a lo largo del año. La nubosidad sobre el área de estudio es elevada, siendo esta entre seis y siete octas, con mayor presencia entre febrero y mayo. Sin embargo, la radiación solar varía desde los 3.92 a 5.06 KWh m<sup>-2</sup> con los valores más altos en noviembre y diciembre, mientras que los más bajos se presentan en junio (Cordero & Guillén, 2013).

La movilidad en la ciudad de Cuenca está dominada por el modo motorizado (69%), siendo los viajes dentro de la ciudad en vehículos privados y transporte público el 32% y 31%, respectivamente. Los viajes desde la periferia con mayor circulación en las vías externas cuentan un promedio de 80,000 viajes en vehículo privado y 26,000 pasajeros movilizados por transporte público hacia el área urbana (GAD Municipal, 2014).

### 2.2. Puntos de monitoreo de material particulado y muestreo de metales pesados

Se seleccionaron 21 centros de educación preescolar como puntos de monitoreo, a partir un total de 141 distribuidos en la ciudad de Cuenca y su periferia. La ubicación geográfica de estos puntos, tras una selección aleatoria dentro del límite de la ciudad y considerando una distribución ecuánime en base a su tipología de financiamiento (público o particular), se indican en la Figura 1.



**Figura 1.** Localización de centros de educación inicial como puntos de monitoreo en la ciudad de Cuenca.

Se obtuvieron concentraciones de los metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) en el aire a través del análisis de una muestra de material particulado PM<sub>10</sub>, que comprende partículas de tamaño iguales y menores a 10 µm, obtenida de un monitoreo previo en cada punto. Dicho monitoreo fue de 24 horas y una sola vez en cada punto durante el periodo febrero - abril 2018. El equipo de monitoreo (Partisol i2000) fue ubicado en las áreas de juego de los niños, algunas de las cuales se encontraban cubiertas parcial o totalmente, con el fin de determinar la exposición de los preescolares a la contaminación en su entorno de mayor actividad. El análisis de composición de los metales pesados fue realizado por el laboratorio certificado de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, utilizando el método de voltametría (Farghaly & Ghandour, 2005), con límites de detección de 5.20, 5.36, 5.07 y 4.20 µg/g para los metales Pb, Cd, Cu y Zn, respectivamente.

### 2.3. Análisis de concentraciones de metales con variables meteorológicas, entorno de monitoreo y factores ambientales

Todos los procesos de análisis espacial relacionados a factores ambientales fueron realizados utilizando el software de acceso abierto QGIS v3.4 Madeira.

### 2.4. Determinación de variables meteorológicas y entorno de monitoreo

Se determinaron los valores de las variables meteorológicas: precipitación, humedad relativa, temperatura y radiación solar global y difusa, correspondientes al día de monitoreo en cada punto mediante una interpolación de tipo distancia inversa ponderada (Inverse Distance Weighting, IDW) (Wong, Yuan, & Perlin, 2004), utilizando los datos de sumatoria para la precipitación y promedio para el resto de variables. Estos datos fueron registrados por las estaciones UPS y Yanuncay, de la red de monitoreo de la Universidad Politécnica Salesiana. De forma adicional, el equipo Partisol i2000 registró también la temperatura obtenida en el punto exacto de monitoreo durante las 24 horas. El entorno de monitoreo hace referencia a la cobertura presente en el espacio de monitoreo, debido a que este se realizó en las áreas de juego de los niños. De esta manera, este se clasificó en abierto, abierto con barreras físicas, abierto con barreras vegetales y cerrado.

### 2.5. Determinación de factores ambientales de generación, dispersión y deposición de metales pesados en el aire

Se determinó el número de segmentos y píxeles correspondientes a cada categoría establecida en tres capas de información geográfica correspondiente a vías, transporte público, e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), asociados a factores ambientales de generación, dispersión y filtración de material particulado. La Tabla 1 indica el número de segmentos extraídos para cada categoría en una circunferencia de 150 m alrededor de los puntos de monitoreo (buffer) debido a su rango de influencia en las concentraciones de PM. El número de líneas de buses está dado por la sumatoria de las líneas, mientras que el NDVI, corresponde al número de píxeles por categoría dentro del buffer indicado. Los rangos de valores para las categorías numéricas fueron determinados

considerando el método de rupturas naturales (Jenks, 1967).

La información sobre vías y transporte público fue proporcionada por la Dirección Municipal de Tránsito y corresponde a un registro vial y de fiscalización de transporte público utilizados en el plan de movilidad de la ciudad para el año 2015. El NDVI, como indicador de la presencia de vegetación en el área urbana, se obtuvo tras la conversión y reemplazo de las bandas de infrarrojo cercano (Near InfraRED, NIR) y rojo (Red, R) de una imagen satelital Landsat 8 en la ecuación (1) (*Landsat 8 Data Users Handbook*, 2018). La imagen satelital corresponde a la fecha 20/9/2017, sin presencia de nubosidad sobre el área de estudio.

$$NDVI = NIR - R / NIR + R \quad (1)$$

Posteriormente se realizó una base de datos, utilizando el software Microsoft Excel, con los resultados del monitoreo: concentración de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>); concentraciones metales pesados (µg/g); entorno de monitoreo (1. Abierto, 2. Abierto con barrera física, 3. Abierto con barrera vegetal y 4. Cerrado); condiciones meteorológicas: precipitación total (mm), temperatura del aire (°C), humedad relativa (%) y radiación solar global y difusa (W/m<sup>2</sup>); factores ambientales de generación: tipo de vía, material de calzada, capacidad vehicular y número de líneas de transporte público; factores ambientales de dispersión: ancho de la vía; y factores ambientales de filtración: NDVI.

### 2.6. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de las variables con herramientas de estadística descriptiva, incluyendo pruebas de normalidad gráficas y estadísticas, utilizando el test Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05$ ). También se determinó el coeficiente de correlación entre las concentraciones de material particulado y metales pesados como variables dependientes de las condiciones de monitoreo y factores ambientales. Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico R 3.2.2 y su interfaz R Studio 0.99.484.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Resultados del monitoreo de material particulado PM<sub>10</sub> y metales pesados

Las concentraciones de material particulado (PM<sub>10</sub>) y metales pesados: Pb, Cd, Cu y Zn presentaron una alta variabilidad entre los puntos y días de monitoreo. Esto se puede observar al comparar las medidas de centralidad y dispersión de los resultados (Tabla 2), los cuales presentan una diferencia considerable entre la media y mediana de los datos, indicando una distribución no normal de los contaminantes. Esta condición se confirmó tras obtener probabilidades menores a 0.01 en el test Shapiro-Wilk, aceptando la hipótesis nula de no normalidad.

Las concentraciones de PM<sub>10</sub> presentan un amplio rango con una mayor frecuencia (57%) de puntos de monitoreo sobre los valores de 50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas, límite establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para este contaminante; registrándose también valores sobre el límite nacional establecido en el texto

**Tabla 1.** Valores de información secundaria relacionada a factores ambientales de generación, dispersión y deposición extraídos en un radio de 150 m alrededor de cada punto de monitoreo.

Variable		Punto																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Factor de generación	Tipo de vía	Av	0	0	0	1	6	4	13	9	11	27	8	0	0	0	13	0	17	8	11	0	2
		C	4	40	78	17	53	28	34	37	25	34	26	44	45	37	48	52	18	44	27	46	11
		P	0	1	0	0	0	1	10	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
		R	4	3	12	2	9	16	21	12	15	18	17	6	2	9	10	12	5	12	10	2	0
		ND	0	3	7	5	17	10	14	14	12	13	3	0	0	0	1	0	2	0	5	2	1
	Material de calzada	Ad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	38	44	37	0	52	0	32	0	0	0
		As	2	2	0	1	0	0	17	2	3	20	2	0	0	0	4	0	15	8	8	0	0
		H	0	4	17	2	7	20	1	12	12	35	16	5	1	1	20	3	15	11	17	0	11
		L	0	3	2	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
		ND	9	38	78	22	69	38	74	58	49	28	36	7	2	9	46	10	12	13	28	50	1
	Capacidad vehicular	C1	19	41	80	24	79	50	75	63	53	30	37	7	2	10	51	10	15	13	40	50	12
		C2	6	2	0	0	0	0	4	0	3	25	4	11	15	30	18	21	9	17	3	0	0
		C3	0	4	17	0	0	6	0	9	8	24	8	31	30	7	0	33	11	29	0	0	2
		C4	0	0	0	1	6	4	13	0	0	13	5	1	0	0	3	1	7	5	11	0	0
		#L	2	4	6	4	6	2	16	1	1	20	10	22	18	11	4	21	13	25	4	0	1
Factor de dispersión	Ancho de calzada	AC1	19	41	80	24	79	48	76	59	52	56	41	7	2	10	51	21	20	20	40	50	12
		AC2	6	6	0	0	0	2	0	2	12	13	0	40	44	36	0	33	3	30	2	0	2
		AC3	0	0	17	0	0	6	5	6	0	14	7	3	1	1	12	11	10	8	6	0	0
		AC4	0	0	0	1	6	4	11	5	0	9	6	0	0	0	9	0	9	6	6	0	0
Factor de filtración	NDVI	NDVI 1	71	2	81	85	150	204	15	33	71	88	187	67	22	130	201	28	190	123	149	176	69
		NDVI 2	147	175	118	135	70	16	161	154	151	126	34	148	182	90	18	146	24	93	68	46	139
		NDVI 3	1	43	14	0	0	0	42	34	0	7	0	3	15	0	0	44	0	3	3	0	7

Tipo de vía: Avenida (Av), Calle (C), Pasaje (P), Retorno (R), No Definido (ND); Material de calzada: Adoquín (Ad), Asfalto (As), Hormigón (H), Lastre (L)

Capacidad vehicular: C1 (0), C2 (<2658), C3 (2659 - 5415), C4 (5416 - 10830); Número de líneas de transporte público (#L)

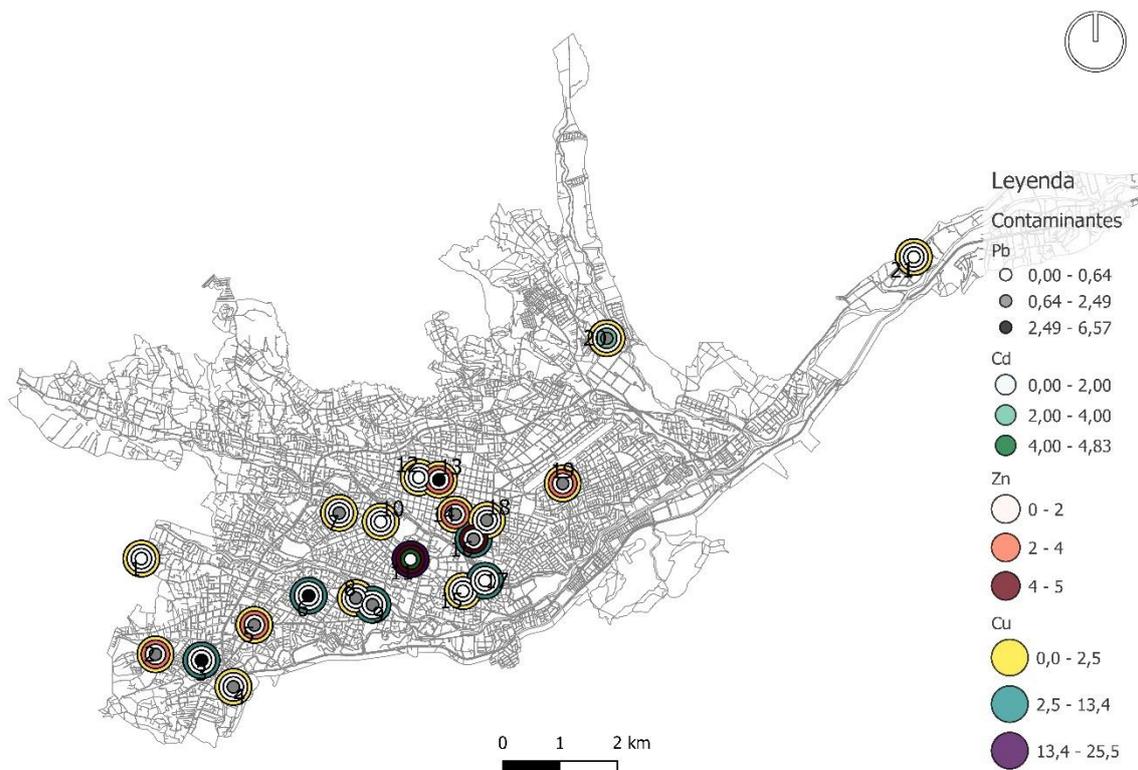
Ancho de calzada: AC1 (0), AC2 (<16.5), AC3 (16.51 - 26), AC4 (26.01 - 50); NDVI: NDVI 1 (<0.2), NDVI 2 (0.2 - 0.5), NDVI 3 (>0.5)

**Tabla 2.** Medidas de dispersión de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, Pb, Cd, Cu y Zn obtenidas del monitoreo.

	PM <sub>10</sub> (µm/m <sup>3</sup> )	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Mínimo	14.02	0.000	0.0000	0.000	0.000
1er Cuartil	28.80	0.485	0.0000	0.710	0.000
Media	42.53	1.250	0.1800	1.440	0.000
Mediana	50.39	1.749	0.6937	3.805	1.203
3er Cuartil	56.40	1.980	0.6200	4.327	2.380
Máximo	131.83	6.570	4.8300	25.500	4.790

unificado de legislación ambiental secundaria del Ecuador (TULSMA) (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas). Esta condición es puesta en consideración por otros estudios que indican el exceso de las concentraciones del PM<sub>10</sub> y PM sedimentable en la ciudad (Astudillo-Alemán *et al.*, 2015; Mejía, Zegarra, Astudillo, & Moscoso, 2018). Por otro lado, los metales pesados presentaron una tendencia a concentraciones bajas, pero con la ocurrencia de valores elevados en algunos puntos de monitoreo. Dichos metales han sido asociados con el incremento de especies reactivas de oxígeno, y con daño genotóxico de tipo I en células epiteliales alveolares en 24 horas de exposición (Astudillo-Alemán *et al.*, 2015). La distribución espacial de las concentraciones de metales, obtenidas en cada punto de monitoreo, se indican en la Figura 2. Los metales presentan una circunferencia en aumento para cada metal, considerando una escala de color de acuerdo a su rango de concentraciones determinado.

Las concentraciones de los metales analizados en el estudio no pudieron ser comparadas con los límites permisibles establecidos para aire ambiente debido a la diferencia en los tiempos de monitoreo. Dichos límites son: 0.15 µg/m<sup>3</sup> promedio en 3 meses para Pb; 2 a 15 ng/m<sup>3</sup> para Cd; 1 mg/m<sup>3</sup> en 8 horas para Cu; y 0.02 a 0.16 µg/m<sup>3</sup> para Zn (Agency for Toxic Substances & Disease Registry, 2017). Sin embargo, las concentraciones de los metales expresadas en ppm o pg/g pueden ser transformadas a µg/m<sup>3</sup> al multiplicarlas por las respectivas concentraciones de PM<sub>10</sub> obtenidas en cada punto y sus debidas transformaciones de masa. De esta manera las concentraciones máximas de Pb (6.13e<sup>-10</sup> µg/m<sup>3</sup>), Cd (3.14e<sup>-10</sup> µg/m<sup>3</sup>), Cu (1.06e<sup>-9</sup> µg/m<sup>3</sup>) y Zn (1.99e<sup>-10</sup> µg/m<sup>3</sup>) se encontraron por debajo de los límites establecidos, considerando además que estas corresponden a un monitoreo de 24 horas.

**Figura 2.** Distribución espacial de las concentraciones de metales Pb, Cd, Zn y Cu de los puntos de monitoreo en la ciudad de Cuenca.

### 3.2. Variables meteorológicas y de entorno durante el periodo de monitoreo

Las variables meteorológicas de humedad relativa, temperatura in situ y ambiente, y radiación solar global y difusa presentaron uniformidad durante los distintos días de monitoreo, sin embargo, la precipitación presentó una alta variabilidad al comparar los valores de media y mediana (Tabla 3), cuya condición de normalidad fue rechazada al obtener valores de probabilidad menores a 0.001 en el test Shapiro-Wilk ( $\alpha=0.05$ ).

Los entornos de monitoreo abierto y abierto con presencia de barreras físicas fueron predominantes en este estudio con un 42 y 36%, respectivamente. Mientras que el 16% presentaron barreras vegetales y el restante con un entorno cerrado por completo.

### 3.3. Relación entre las concentraciones de contaminantes con las variables meteorológicas y entorno de monitoreo

Los resultados de las correlaciones entre los contaminantes atmosféricos PM<sub>10</sub> y metales pesados con las variables meteorológicas y entorno de monitoreo se pueden observar en la Tabla 4. En este estudio, la variable de precipitación presentó un mayor número de correlaciones positivas con todos los contaminantes, a excepción del Zn; siendo la más representativa con el Pb. Si bien esto indica un incremento proporcional entre la variable y las concentraciones de los contaminantes, estudios previos han señalado que la precipitación actúa como un factor de deposición, debido a que arrastra los contaminantes suspendidos y los deposita en el suelo (Donahue, 2018). Por otro lado, aunque la temperatura in situ (T\*) y la temperatura ambiente presentaron una

correlación elevada, estas fueron variables con los contaminantes, indicando coeficientes mayores con los datos in situ como se observa en el caso del PM<sub>10</sub>. El aumento de la temperatura se ha relacionado con la capacidad de reacción de las emisiones vehiculares, generación de partículas secundarias y un incremento en las concentraciones de PM en el aire ambiente (Kalisa, Fadlallah, Amani, Nahayo, & Habiyaemye, 2018). La humedad relativa, temperatura ambiente y ambos tipos de radiación solar no presentaron un comportamiento definido con las concentraciones de los contaminantes, así las correlaciones más elevadas corresponden a T\* - Cd, P - Pb, HR - Cu y RSG - Pb.

Con relación al entorno de monitoreo, se observó que el PM<sub>10</sub> fue el contaminante que presentó una mayor correlación de tipo inverso con esta condición. Esto se puede atribuir a la presencia de barreras físicas o vegetales circundante al área de monitoreo, las cuales pueden disminuir las concentraciones del PM por deposición o dispersión de las partículas (Janhäll, 2015). De esta manera, todos los puntos con entornos de monitoreo cerrados y con presencia de vegetación en su entorno de monitoreo presentaron valores de PM<sub>10</sub> por debajo de los 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , presentándose resultados similares en el 63 y 38% de los puntos con barreras físicas y abiertos, respectivamente. Así también, se observan correlaciones negativas entre el entorno de monitoreo y las variables de temperatura ambiente y humedad relativa, indicando que el incremento de barreras, especialmente vegetación tiene influencia sobre dichas variables. Se ha indicado que la presencia de áreas verdes ejerce una reducción de la temperatura y humedad relativa hasta en 250 m, variando por la tipología de infraestructura verde (Martini et al., 2018).

**Tabla 3.** Distribución de valores meteorológicos obtenidos durante el periodo de monitoreo.

	P (mm)	HR (%)	T* (°C)	T (°C)	RSG	RSD
Min	0	62.27	13.70	13.15	144.2	126.2
1er Cuartil	0.000	69.39	14.60	13.90	241.4	195.9
Media	0.026	72.79	15.55	14.72	308.6	239.0
Mediana	0.792	75.64	15.60	14.80	329.7	252.4
3er Cuartil	1.445	89.35	16.40	15.51	384.8	282.7
Max	5.460	89.79	17.10	16.80	559.4	489.7

P: Precipitación, HR: Humedad Relativa, T\*: Temperatura in situ, T: Temperatura ambiente, RSG: Radiación Solar Global, RSD: Radiación Solar Difusa.

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación entre contaminantes, variables meteorológicas y condiciones de monitoreo durante el monitoreo.

Variable	PM <sub>10</sub>	Pb	Cd	Cu	Zn
EM	-0,34	0,16	-0,16	-0,14	0,13
P	<b>0,12</b>	<b>0,34</b>	0,15	0,21	-0,07
HR	-0,03	-0,11	0,19	0,27	-0,11
T*	<b>0,19</b>	<b>0,15</b>	-0,33	-0,15	0,06
T	0,12	-0,05	0,03	-0,03	-0,15
RSD	-0,01	-0,19	0,17	-0,02	-0,19
RSG	-0,02	0,24	0,07	-0,03	0,05

EM: Entorno de monitoreo, P: precipitación, HR: humedad relativa, T\*: temperatura in situ - Partisol i2000, T: temperatura ambiente, RSD: radiación solar difusa, RSG: radiación solar global.

Se analizaron también las relaciones entre los contaminantes y entre las variables meteorológicas. De entre los contaminantes analizados, los coeficientes más elevados se presentaron entre Cd - Cu, Cu - Zn, Cd - Zn y Cu - PM<sub>10</sub>. Dichas relaciones pueden deberse a que estos metales se encuentran en los materiales de frenos y neumáticos de los vehículos y son emitidos por su uso (Penkała, Ogrodnik, & Rogula-Kozłowska, 2018), estimándose una contribución de 47% y 21%, respectivamente, a las concentraciones de Cu y Zn en el PM<sub>10</sub> (Monks *et al.*, 2013). Las relaciones Cd - Cu y Cd - Zn se atribuyen al uso del combustible diésel, el cual presenta un factor de emisión de 0.75 µg/km; mientras que el desgaste de frenos y neumáticos representan las mayores fuentes emisoras de Cu (383 µg/km) y Zn (79.5 µg/km), respectivamente. Relaciones similares han sido encontradas en otros estudios (Kim *et al.*, 2010). La falta de relación entre los metales en general con el PM<sub>10</sub> se debe a que las concentraciones de los metales en el PM dependen de la naturaleza del ambiente analizado, más no de la concentración del PM (Popoola, Adebajo, & Adeoye, 2018).

Por último, se presentaron correlaciones elevadas entre la precipitación con la humedad relativa y un comportamiento inverso con la temperatura in situ, temperatura ambiente y ambos tipos de radiación solar. Esto se debe a la capacidad de saturación del aire que al alcanzar mayor HR genera precipitación, la cual disminuye la temperatura del aire. Las relaciones directas entre la RSG y RSD se debe a que la segunda es la energía reflejada de la RSG, la cual tiene una influencia positiva en la temperatura y negativa con la humedad relativa.

### 3.4. Factores ambientales de generación, dispersión y deposición de material particulado con contenido de metales pesados

La información secundaria sobre vías presentó un total de 13,251 segmentos, los cuales están clasificados en calles (57%), calles de retorno (20%), avenidas (9%) y pasajes (3%), además de un 11% no clasificado. Aproximadamente del 70 al 80% del total de segmentos carecieron de información detallada sobre diferentes características de las vías, incluyendo materiales de la calzada, ancho de las mismas y su capacidad vehicular; siendo las avenidas y una minoría de calles localizadas principalmente en el centro de la ciudad las que presentan mayor detalle de dichas características. De esta manera, el 66, 91 y 99% de los segmentos de calles, calles de retorno y pasajes, respectivamente, no presentaron información sobre los materiales de calzada; el 79, 98 y 100% de los mismos segmentos sin información sobre su capacidad vehicular; y de igual manera con el 81 y 100% de calles y segmentos de retorno - pasajes en relación a las dimensiones de calzada. Además, con los datos disponibles, se pudo identificar que las avenidas están mayormente compuestas por asfalto (51%) y hormigón (46%), presentando el 50% de sus segmentos en el rango de mayor capacidad vehicular (5,701 - 13,664) y mayor amplitud de calzada (26.01 m - 50 m). Mientras que las calles presentan hormigón (18%), asfalto (9%) y adoquín (5%) como materiales de calzada; además de un 11% con capacidades vehiculares bajas (1 - 2,725) y 18% con anchos de calzada reducidos (0.01 m - 16.5 m).

### 3.5. Relación entre concentraciones de contaminantes con factores ambientales

Las correlaciones obtenidas entre las concentraciones de los contaminantes con la información secundaria de tipos de vía, material de calzada y capacidad vehicular como factores ambientales de generación se presentan en la Tabla 5. Los contaminantes que presentaron un mayor número de correlaciones positivas con las tipologías de vía, materiales de calzada y capacidades vehiculares (de mayor a menor) son, según orden descendente, el PM<sub>10</sub>, Pb, Zn, Cd y Cu.

Tras analizar las relaciones de las concentraciones de los contaminantes con las características viales, se identificó que las concentraciones de PM<sub>10</sub> están ligadas a todos los segmentos viales y con una mayor correlación con la capacidad vehicular más alta, indicando que el alto tráfico vehicular es un factor de mayor exposición a este contaminante. Si bien el PM<sub>10</sub> presentó una mayor correlación con la categoría de vía pasaje, que representa apenas el 3% del total de segmentos, también presentó correlaciones positivas con todos los tipos de segmentos. Además de su alta relación con los materiales de vía no definidos que se encuentran en el 69% de los segmentos de la información disponible. Si bien las concentraciones de Cd, Cu y Zn difirieron en sus relaciones con los tipos de segmentos y materiales de calzada, estos también compartieron una relación positiva con los segmentos de mayor capacidad vehicular. Por otro lado, el Pb presenta una mayor relación con los segmentos de calle ubicados en el centro de la ciudad, dadas las elevadas correlaciones positivas con la categoría calle, adoquín como material de calzada y las capacidades vehiculares intermedias y bajas, propias de estos segmentos. El Pb está relacionado con el uso de frenos y neumáticos para mantener las bajas velocidades promedio de circulación en calles (50 km/h) en comparación con las avenidas (90 km/h). Además de que las bajas velocidades de circulación generan una mayor cantidad de contaminantes, especialmente en áreas de alto tráfico vehicular (Tang, McNabola, Misstear, Pilla, & Alam, 2019). Finalmente, el PM<sub>10</sub> y Zn fueron los únicos contaminantes que presentaron una correlación positiva con el número de líneas de transporte público alrededor de los puntos de monitoreo.

Las correlaciones entre los tipos de segmentos con los materiales de calzada y las capacidades vehiculares remarcan la composición de avenidas por asfalto y hormigón, además de indicar su relación con capacidades vehiculares elevadas (C4). Por otro lado, los segmentos categorizados como calles indicaron una alta relación con las capacidades vehiculares intermedias (C3) y nulas o faltas de información (C1). Además, si bien se presentó una alta correlación de los segmentos de calle con el lastre, este material compone apenas el 2% de los segmentos; mientras que su segunda correlación más elevada que corresponde con los materiales no definidos representa la relación con el 69% de los segmentos totales. De esta manera, las calles pese a ser el 58% del total de segmentos, presentan una alta falta de información sobre material de calzada (66%) y capacidades vehiculares (79%), al igual que con el resto de segmentos.

Los resultados de las correlaciones entre los contaminantes atmosféricos y los factores ambientales de dispersión y deposición se observan en la Tabla 6. Con respecto a los factores ambientales de dispersión; los segmentos sin información, indicados con un ancho de calzada de cero metros (AC1), representaron el 79% de los

**Tabla 5.** Coeficientes de correlación entre contaminantes atmosféricos y factores ambientales de generación.

	Contaminante					Tipo de vía					Material de calzada					Capacidad vehicular					
	PM <sub>10</sub>	Pb	Cd	Cu	Zn	Av	C	P	R	ND	Ad	As	H	L	ND	C1	C2	C3	C4	#L	
PM <sub>10</sub>	1.00																				
Pb	0.03	1.00																			
Cd	-0.06	-0.14	1.00																		
Cu	-0.29	0.06	0.63	1.00																	
Zn	0.06	0.04	0.43	0.44	1.00																
Av	0.14	-0.40	0.07	<b>0.22</b>	-0.03	1.00															
C	0.07	<b>0.59</b>	-0.32	-0.21	-0.08	-0.07	1.00														
P	<b>0.59</b>	-0.14	0.09	-0.04	<b>0.05</b>	0.49	-0.19	1.00													
R	0.10	0.07	-0.15	0.08	-0.19	0.44	0.18	0.59	1.00												
ND	<b>0.20</b>	-0.17	<b>0.11</b>	-0.23	-0.32	-0.34	-0.35	-0.04	-0.38	1.00											
Ad	-0.10	<b>0.34</b>	-0.16	-0.10	<b>0.45</b>	-0.30	0.28	-0.15	-0.08	-0.22	1.00										
As	<b>0.25</b>	-0.44	-0.14	-0.20	-0.22	<b>0.69</b>	-0.21	0.66	0.35	-0.13	-0.21	1.00									
H	-0.30	-0.07	-0.17	<b>0.14</b>	-0.34	0.35	0.30	-0.23	0.27	-0.39	-0.39	0.09	1.00								
L	0.20	0.15	-0.22	-0.12	0.05	0.08	<b>0.59</b>	-0.13	0.01	-0.18	-0.21	-0.14	0.18	1.00							
ND	<b>0.41</b>	<b>0.25</b>	<b>0.02</b>	-0.02	-0.26	0.34	<b>0.47</b>	0.44	0.52	-0.05	-0.45	0.12	0.11	0.56	1.00						
C1	<b>0.39</b>	0.26	-0.02	-0.01	-0.26	<b>0.33</b>	<b>0.47</b>	<b>0.38</b>	<b>0.54</b>	-0.08	-0.46	0.08	0.15	0.61	0.98	1.00					
C2	-0.47	0.05	-0.32	-0.11	0.11	0.10	0.20	-0.24	0.08	-0.31	<b>0.60</b>	0.13	0.22	-0.17	-0.47	-0.43	1.00				
C3	-0.24	<b>0.23</b>	-0.28	-0.06	0.04	-0.08	<b>0.49</b>	-0.25	0.00	-0.41	<b>0.59</b>	-0.04	0.30	-0.17	-0.30	-0.35	0.45	1.00			
C4	<b>0.62</b>	-0.31	<b>0.17</b>	<b>0.04</b>	<b>0.25</b>	<b>0.63</b>	-0.09	0.75	0.37	-0.26	-0.11	<b>0.69</b>	-0.04	0.10	0.28	0.24	-0.16	-0.10	1.00		
#L	<b>0.08</b>	-0.12	-0.24	-0.19	<b>0.18</b>	0.09	0.16	0.17	0.16	-0.42	<b>0.50</b>	0.36	-0.01	-0.11	-0.28	-0.33	0.38	0.53	0.47	1.00	

Av: Avenida, C: Calle, P: Pasaje, R: Retorno, ND: No Definido

Tipo de vía: Avenida (Av), Calle (C), Pasaje (P), Retorno (R), No Definido (ND); Material de calzada: Adoquín (Ad), Asfalto (As), Hormigón (H), Lastre (L)

Capacidad vehicular: C1 (0), C2 (&lt;2,658), C3 (2,659 - 5,415), C4 (5,416 - 10,830); Número de líneas de transporte público (#L)

**Tabla 6.** Resultados correlaciones contaminantes atmosféricos con factores ambientales de dispersión y filtración.

	PM <sub>10</sub>	Pb	Cd	Cu	Zn	AC1	AC2	AC3	AC4	NDVI 1	NDVI 2	NDVI 3
PM <sub>10</sub>	1.00											
Pb	0.03	1.00										
Cd	-0.06	-0.14	1.00									
Cu	-0.29	0.06	0.63	1.00								
Zn	0.06	0.04	0.43	0.44	1.00							
AC1	0.38	0.19	-0.03	0.00	-0.29	1.00						
AC2	-0.34	0.27	-0.35	-0.13	0.13	-0.41	1.00					
AC3	<b>0.47</b>	<b>-0.30</b>	-0.11	-0.17	-0.02	0.52	-0.36	1.00				
AC4	<b>0.41</b>	-0.17	<b>0.54</b>	<b>0.39</b>	<b>0.36</b>	0.25	-0.31	0.34	1.00			
NDVI 1	0.02	0.17	-0.24	-0.13	0.34	-0.22	0.77	0.07	0.06	1.00		
NDVI 2	0.02	-0.03	<b>0.28</b>	0.23	<b>-0.28</b>	0.40	-0.66	0.08	0.02	-0.88	1.00	
NDVI 3	0.14	<b>-0.20</b>	0.00	<b>-0.15</b>	<b>-0.17</b>	-0.30	-0.40	-0.14	-0.17	-0.64	0.49	1.00

Ancho de calzada: AC1 (0), AC2 (<16.5), AC3 (16.51 - 26), AC4 (26.01 - 50)

NDVI: NDVI 1 (superficie sin vegetación), NDVI 2 (mezcla de suelo desnudo con vegetación), NDVI 3 (vegetación abundante)

segmentos alrededor de los puntos de monitoreo seguidos por el 14%, 5% y 2% de los segmentos con anchos de calzada AC2, AC3 y AC4, respectivamente. Mientras que el NDVI como factor de filtración tuvo una mayor presencia promedio de suelo desnudo o sin vegetación (NDVI 1 - 49%), seguido por su combinación con vegetación (NDVI 2 - 47%), y vegetación abundante (NDVI 3 - 4%) de un total de 80 píxeles de 30 m<sup>2</sup> cada uno alrededor de los puntos de monitoreo.

El ancho de la calzada no pudo ser identificado como factor de dispersión de los contaminantes atmosféricos debido a sus elevadas correlaciones positivas con las categorías más elevadas (AC4) y negativas de menor magnitud con su inmediata inferior (AC3). En el caso del PM<sub>10</sub>, el ancho de la calzada indicaría que el segmento presenta mayor espacio de albergue para vehículos, mas no una distancia de la vía al punto de monitoreo donde las concentraciones pueden dispersarse. Mientras que, para el Pb, se presentaron correlaciones negativas con las dos categorías superiores del ancho de calzada, sugiriendo una mayor dispersión con la categoría AC3. Sin embargo, debemos recordar que este contaminante fue ligado a las calles del centro de la ciudad, las cuales presentan anchos de la vía menores a 16 m.

El NDVI ha sido utilizado como un índice de vegetación de fácil obtención a partir de imágenes satelitales. Si bien la presencia de vegetación abundante (NDVI 3) está ligada con mejoras de la calidad del aire (Yitshak-Sade, Kloog, & Novack 2017), en el presente estudio las correlaciones negativas de las concentraciones de los contaminantes con este rango de NDVI fueron variadas. El PM<sub>10</sub> presentó una relación positiva con el NDVI, indicando un incremento de las concentraciones con la presencia de vegetación; caso contrario a lo indicado para el Pb, Cu y Zn.

La principal limitación de este estudio fue el corto periodo de monitoreo en cada punto, la cual sumada las diferencias en las condiciones meteorológicas y del entorno durante el mismo y entre puntos de monitoreo resultan en alta variabilidad. Además se presentaron limitaciones relacionadas al análisis con información secundaria por la falta de detalle de características viales en los segmentos, los cuales han sido ampliamente recomendados a actualización por su representatividad en estimaciones de emisiones vehiculares (EMOV EP, 2014).

#### 4. CONCLUSIONES

El presente estudio analiza el uso de información secundaria de meteorología, características viales y del entorno en la ciudad de Cuenca, asociadas a factores ambientales de generación, dispersión y deposición del material particulado respirable (PM<sub>10</sub>) y su contenido de metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn). Esclarece la situación actual sobre la contaminación del aire en la ciudad de Cuenca con especial énfasis en la exposición de los niños, como población de mayor vulnerabilidad por sus sistemas biológicos en desarrollo. De esta manera, el estudio determinó una alta variabilidad en la exposición a dichos contaminantes presentes en el aire ambiente de centros de educación inicial en la ciudad de Cuenca con concentraciones de PM<sub>10</sub> por encima de los límites permisibles establecidos por la OMS (50 µg/m<sup>3</sup>) y legislación ambiental ecuatoriana (TULSMA) (100 µg/m<sup>3</sup>). Por otro lado, las concentraciones de metales pesados obtenidas no fueron comparables con los límites establecidos por la Agencia para Substancias Tóxicas y Registro de Enfermedades debido a la necesidad de periodos de monitoreo más específicos, distintos al monitoreo de 24 horas continuas utilizado para el PM<sub>10</sub>.

Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos presentaron relaciones poco significativas con las variables meteorológicas durante el estudio, siendo el entorno de monitoreo la variable de mayor influencia en las concentraciones del PM<sub>10</sub>. Se identificaron leves patrones de exposición con base a la información vial secundaria. El PM<sub>10</sub> presentó una relación positiva con todos los tipos de segmentos y materiales de calzada, pero una mayor relación con los segmentos de mayor capacidad vehicular. El Pb presentó mayores relaciones con las categorías de tipos de segmentos: calle, material de calzada: adoquín y capacidades vehiculares: medio-altas (2,659 - 5,415); las cuales corresponden a las calles ubicadas en el centro de la ciudad. La exposición a los metales Cd, Cu y Zn presentó variaciones de acuerdo a los tipos de vía y materiales de calzada debido a que estos están relacionados mayormente con el estilo de conducción (uso de frenos y neumáticos) indicando una relación común con las capacidades vehiculares elevadas. Finalmente, no se determinó una relación significativa entre el número de líneas de transporte público con la exposición a los contaminantes atmosféricos en este

estudio. Es necesario establecer monitoreos ambientales con técnicas estandarizadas, registros continuos por periodos más prolongados y considerando la estacionalidad para establecer relaciones más confiables entre las variables analizadas y la exposición a contaminantes ambientales en la ciudad de Cuenca.

## REFERENCIAS

- Agency for Toxic Substances & Disease Registry. (2017). *Lead (Pb) Toxicity: What are the U.S. standards for lead levels?* 185 pp. USA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=34&po=8>
- Astudillo-Alemán, A. L., Ramirez Orellana, M. I., Garcia Alvear, N. B., Gónzales Arévalo, G. J., Gutierrez Valle, I. A., & Bailón Moscoso, N. C. (2015). Caracterización química del material particulado PM<sub>10</sub> de la zona urbana de Cuenca- Ecuador e investigación de su genotoxicidad e inducción de estrés oxidativo en células epiteliales alveolares A549. *Revista de Toxicología*, 32, 121-126.
- Bost, M., Houdart, S., Oberli, M., Kalonji, E., Huneau, J. F., & Margaritis, I. (2016). Dietary copper and human health: Current evidence and unresolved issues. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 35, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.02.006>
- Buyadi, S. N. A., Mohd, W. M. N. W., & Misni, A. (2015). Vegetation's Role on Modifying Microclimate of Urban Resident. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 202(December 2014), 400-407. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.244>
- Cakmak, S., Dales, R., Kauri, L. M., Mahmud, M., Van Ryswyk, K., Vanos, J., Liu, L., Kumarathasan, P., Thomson, E., Vincent, R., & Weichenthal, S. (2014). Metal composition of fine particulate air pollution and acute changes in cardiorespiratory physiology. *Environmental Pollution*, 189, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.03.004>
- Cordero, X., & Guillén, V. (2013). *Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca*. 2, 61-75. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/viewFile/303/256>
- Donahue, N. M. (2018). Air Pollution and Air Quality. *Green Chemistry*, 151-176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00007-8>
- EMOV EP. (2014). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Canton Cuenca 2014. *Emov Ep, Red de monitoreo de la calidad del aire de Cuenca, December*, 76. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17665.66405>
- Farghaly, O. A., & Ghandour, M. A. (2005). Square-wave stripping voltammetry for direct determination of eight heavy metals in soil and indoor-airborne particulate matter. *Environmental Research*, 97(3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2004.07.007>
- Flora, S. J. S., Flora, G., & Saxena, G. (2006). Environmental occurrence, health effects and management of lead poisoning. In: *Lead* (pp. 158-228). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044452945-9/50004-X>
- Fortoul, T. I., Rodriguez-Lara, V., Gonzalez-Villalva, A., Rojas-Lemus, M., Colin-Barenque, L., Bizarro-Nevares, P., García-Peláez, I., Ustarroz-Cano, M., López-Zepeda, S., Cervantes-Yépez, S., López-Valdez, N., Meléndez-García, N., Espinosa-Zurutuza, M., Cano-Gutierrez, G., & Cano-Rodríguez, M. C. (2015). Health Effects of Metals in Particulate Matter. In: *Current Air Quality Issues: Vol. i* (Issue tourism, p. 13). InTech. <https://doi.org/10.5772/59749>
- GAD Municipal. (2014). *Categorización de la demanda de transporte de Cuenca*. 1.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Cuenca*.
- Ishida, S., Andreux, P., Poitry-Yamate, C., Auwerx, J., & Hanahan, D. (2013). Bioavailable copper modulates oxidative phosphorylation and growth of tumors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(48), 19507-19512. <https://doi.org/10.1073/pnas.1318431110>
- Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution - Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105, 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052>
- Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, 8(4), e61104.
- Jiang, L.-F., Yao, T.-M., Zhu, Z.-L., Wang, C., & Ji, L.-N. (2007). Impacts of Cd(II) on the conformation and self-aggregation of Alzheimer's tau fragment corresponding to the third repeat of microtubule-binding domain. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics*, 1774(11), 1414-1421. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2007.08.014>
- Kalisa, E., Fadlallah, S., Amani, M., Nahayo, L., & Habiyaemye, G. (2018). Temperature and air pollution relationship during heatwaves in Birmingham, UK. *Sustainable Cities and Society*, 43, 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.08.033>
- Karner, A. A., Eisinger, D. S., & Niemeier, D. A. (2010). Near-roadway air quality: Synthesizing the findings from real-world data. *Environmental Science and Technology*, 44(14), 5334-5344. <https://doi.org/10.1021/es100008x>
- Kim, C.-H., Yoo, D.-C., Kwon, Y.-M., Han, W.-S., Kim, G.-S., Park, M.-J., Kim, Y.-S., & Choi, D.-W. (2010). A study on characteristics of atmospheric heavy metals in subway station. *Toxicological Research*, 26(2), 157-162. <https://doi.org/10.5487/TR.2010.26.2.157>
- Kliengchuay, W., Meeyai, A. C., Worakhunpiset, S., & Tantrakarnapa, K. (2018). Relationships between meteorological parameters and particulate matter in Mae Hong Son province, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122801>
- Laing, S., Wang, G., Briazova, T., Zhang, C., Wang, A., Zheng, Z., Gow, A., Chen, A. F., Rajagopalan, S., Chen, L. C., Sun, Q., & Zhang, K. (2010). Airborne particulate matter selectively activates endoplasmic

- reticulum stress response in the lung and liver tissues. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 299(4), C736-C749. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00529.2009>
- Landsat 8 Data Users Handbook. (2018). Landsat missions. <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-18-data-users-handbook-section-5>
- Lenschow, P. (2001). Some ideas about the sources of PM<sub>10</sub>. *Atmospheric Environment*, 35(1), 23-33. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00122-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00122-4)
- Li, H., Qian, X., & Wang, Q. (2013). Heavy metals in atmospheric particulate matter: A comprehensive understanding is needed for monitoring and risk mitigation. *Environmental Science and Technology*, 47(23), 13210-13211. <https://doi.org/10.1021/es404751a>
- Martini, A., Biondi, D., Batista, A. C., Martini, A., Biondi, D., & Batista, A. C. (2018). Distance and intensity of microclimatic influence provided by urban forest typologies. *Floresta e Ambiente*, 25(2), 1-12. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.021317>
- Mejia, D., Zegarra, R., Astudillo, A., & Moscoso, D. (2018). Análisis de partículas sedimentables y niveles de presión sonora en el área urbana y periférica de Cuenca. *Revista de La Facultad de Ciencias Químicas*, 19, 55-64.
- Mohankumar, S., & Senthilkumar, P. (2017). Particulate matter formation and its control methodologies for diesel engine: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80(June), 1227-1238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.133>
- Mohanraj, R., Azeez, P. A., & Priscilla, T. (2004). Heavy metals in airborne particulate matter of urban Coimbatore. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47(2), 162-167. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-3054-9>
- Monks, P., Allan, J., Carruthers, D., Carslaw, D., Fuller, G., OBE, R. H., Heal, M., Lewis, A., Nemitz, E., Williams, M., & Reeves, C. (2013). *Non-exhaust emissions from road traffic*. 93 pp. Disponible en [https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/1907101151\\_20190709\\_Non\\_Exhaust\\_Emissions\\_typeset\\_Final.pdf](https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/1907101151_20190709_Non_Exhaust_Emissions_typeset_Final.pdf)
- Niu, J., Liberda, E. N., Qu, S., Guo, X., Li, X., Zhang, J., Meng, J., Yan, B., Li, N., Zhong, M., Ito, K., Wildman, R., Liu, H., Chen, L. C., & Qu, Q. (2013). The role of metal components in the cardiovascular effects of PM<sub>2.5</sub>. *PLoS ONE*, 8(12), e83782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083782>
- Penkała, M., Ogródnik, P., & Rogula-Kozłowska, W. (2018). Particulate matter from the road surface abrasion as a problem of non-exhaust emission control. *Environments*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.3390/environments5010009>
- Perera, F. (2018). Pollution from fossil-fuel combustion is the leading environmental threat to global pediatric health and equity: Solutions exist. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 1-16. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010016>
- Popoola, L. T., Adebajo, S. A., & Adeoye, B. K. (2018). Assessment of atmospheric particulate matter and heavy metals: a critical review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(5), 935-948. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1454-4>
- Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I., & Akash, M. S. H. (2018). Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. *Journal of Cellular Biochemistry*, 119(1), 157-184. <https://doi.org/10.1002/jcb.26234>
- Rodas Espinoza, C. R., Mora Verdugo, M. A., Neira Molina, V. A., Andrade Tenesaca, D. S., Ochoa, A. M., Argudo, D. M., Parra, A., & Orellana, D. (2017). *Enfermedades alérgicas*. Ecuador: CEDIA. <https://www.cedia.edu.ec/es/proyectos-ganadores/cepra-xi/enfermedades-alergicas>
- Roohani, N., Hurrell, R., Kelishadi, R., & Schulin, R. (2013). Zinc and its importance for human health: An integrative review. *Journal of Research in Medical Sciences*, 18(2), 144-157.
- Roupsard, P., Amielh, M., Maro, D., Coppalle, A., Branger, H., Connan, O., Laguionie, P., Hébert, D., & Talbaut, M. (2013). Measurement in a wind tunnel of dry deposition velocities of submicron aerosol with associated turbulence onto rough and smooth urban surfaces. *Journal of Aerosol Science*, 55, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2012.07.006>
- Singh, K. B. (2012). Long term excessive Zn supplementation induced oxidative stress in Wistar rats fed on semi-synthetic diet. *Food and Nutrition Sciences*, 3(06), 724-731. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.36098>
- Tang, J., McNabola, A., Misstear, B., Pilla, F., & Alam, M. S. (2019). Assessing the impact of vehicle speed limits and fleet composition on air quality near a school. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 1-23. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010149>
- Tarantino, G. (2013). Exposure to ambient air particulate matter and non-alcoholic fatty liver disease. *World Journal of Gastroenterology*, 19(25), 3951-3956. <https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i25.3951>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2001). *Control of emissions of hazardous air pollutants from mobile sources*. USA: Environmental Protection Agency. 45 pp.
- Wong, D. W., Yuan, L., & Perlin, S. A. (2004). Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of air quality data. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 14(5), 404-415. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500338>
- World Health Organization. (2006). *Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals* (Vol. 237). 329 pp. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43604>
- World Health Organization (WHO). (2013). *Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project: final technical report*. 309 pp. Disponible en [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1)
- Yitshak-Sade, M., Kloog, I., & Novack, V. (2017). Do air pollution and neighborhood greenness exposures improve the predicted cardiovascular risk? *Environment International*, 107, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.011>



*Artículo científico / Research paper*

## Diagnóstico postquirúrgico de Carcinoma Acinar gigante de glándula sublingual: Caso clínico

### Post-surgical diagnosis of giant acinar carcinoma of the sublingual gland: Case report

Aníbal Lázaro Serrú-Estévez<sup>1</sup> , Yulia Esther Martín-Suárez<sup>2</sup> , Frank Guevara-Olazábal<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Especialista en 1er Grado en Oncología y Medicina General Integral. Profesor Instructor. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey “Carlos Juan Finlay”, Hospital Docente de Oncología “María Curie”, Servicio de Cirugía de Cabeza y Cuello

<sup>2</sup> Especialista en 1er Grado en Oncología y Medicina General Integral. Profesora Instructora. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey “Carlos Juan Finlay”, Hospital Docente de Oncología “María Curie”, Servicio de Mastología.

<sup>3</sup> Especialista en 1er Grado en Cirugía Maxilofacial. Hospital “Amalia Simoni Argilagos”. Camagüey. Cuba.

Autor para la correspondencia. fguevaraolazabal@gmail.com

Fecha de recepción: 2 de abril de 2020 - Fecha de aceptación: 19 de abril de 2020

#### RESUMEN

El Carcinoma de Células Acinares de glándulas salivales es un tumor de bajo grado de malignidad que constituye entre el 3-17% de los tumores malignos de glándulas salivales en general. Su aparición es más frecuente en la glándula parótida, pero es extremadamente rara en la glándula sublingual y aún más con ránula cervical siendo reportados en la literatura hasta el momento solo muy pocos casos a nivel mundial en dicha localización. El objetivo fue describir una paciente anciana enferma con una tumoración sublingual y cervical agresiva con un diagnóstico postquirúrgico definitivo de Carcinoma Acinar gigante de glándula sublingual con ránula cervical. El caso trata de una paciente femenina, de 87 años de edad, blanca, con antecedentes personales de mastectomía radical por Carcinoma Ductal de la mama izquierda, sin antecedentes patológicos familiares y sin hábitos tóxicos con historia clínica de haber sido atendida durante varios meses en centros no especializados por tumoración sublingual con empeoramiento clínico progresivo y divergencias diagnósticas relevantes. La paciente fue diagnosticada y tratada quirúrgicamente y se recuperó exitosamente, no obstante, el retraso en el diagnóstico y tratamiento certeros de los tumores malignos de glándulas salivales causados por la atención inicial de los pacientes en instituciones hospitalarias no especializadas en el tratamiento de las mismas debe ser fortalecido en vista a disminuir el tiempo y evitar tratamientos inadecuados por errores diagnósticos.

**Palabras clave:** Diagnóstico postquirúrgico, carcinoma acinar, glándula sublingual, ránula cervical.

#### ABSTRACT

Salivary gland acinar cell carcinoma is a tumor with a low grade of malignancy that makes up between 3-17% of tumors of salivary glands in general. Its appearance is more frequent in the parotid gland, but it is extremely rare in the sublingual gland and even more with cervical ranula, being reported in the literature so far only very few cases worldwide with such location. The goal was to describe a sick elderly patient with an aggressive sublingual and cervical tumor with a definitive post-surgical diagnosis of giant acinar carcinoma of sublingual gland with cervical ranula. The case involves a white female patient, 87-year-old, with a personal history of radical mastectomy by Ductal Carcinoma of the left breast, no family pathological history and no toxic habits with a medical history of having been attended for several months in non-specialized centers by a sublingual tumor with progressive clinical worsening and relevant diagnostic divergences. The patient was diagnosed and treated surgically and successfully recovered, however, the delay in the accurate diagnosis and treatment in malignant salivary gland tumors caused by the initial care of patients in hospital institutions non-specialized in the treatment of salivary glands should be strengthened in view of decreasing time and avoiding inadequate treatments by diagnostic errors.

**Keywords:** Post-surgical diagnosis, acinar carcinoma, sublingual gland, cervical ranula.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Los tumores de las glándulas salivales mayores y menores se caracterizan por ser de variado comportamiento biológico y poseer diferentes tipos y subtipos histopatológicos, (Costa, Altemani, & Hermsen, 2011;

Nagao, 2013; Valstar *et al.*, 2017; Hukkanen, Dintzis, & Treuting, 2017; Kessler & Bhatt, 2018) lo cual combinado con su baja incidencia hace difícil evaluar su historia natural, factores, pronósticos y resultados logrados con las distintas modalidades de tratamiento, de una manera



prospectiva y aleatorizada. (Arrangoiz *et al.*, 2013; Marteletti *et al.*, 2017). Las neoplasias de glándulas salivales son poco frecuentes, y corresponden según la literatura a 3-6% de los tumores de cabeza y cuello, y a 0.6% de todas las neoplasias. Tienen una incidencia global estimada en 0.4-13.5 por cada 100,000 personas anualmente y estas incluyen un grupo histopatológico heterogéneo que va desde neoplasias benignas hasta neoplasias malignas muy agresivas de mal pronóstico y con comportamientos clínicos y manejo terapéutico totalmente distintos (Shah, Patel, Singh, & Wong, 2012; Tian, Wang, Hu, & Li, 2010; Neville, Damm, Chi, & Allen, 2015; Campolo *et al.*, 2018).

El carcinoma de células acinares era denominado antiguamente adenoma de células serosas o simplemente adenoma salival y fue considerado una lesión benigna hasta 1953, año en el cual se le atribuyó un potencial maligno y puede aparecer en diferentes partes como el duodeno, los senos, las glándulas salivales (Ilayaraja, Prasad, Anuthama, & Sruthi, 2014; Munteanu *et al.*, 2012; Hamidian *et al.*, 2013; Limite *et al.*, 2014; Avila *et al.*, 2019). Hoy en día debido a su potencial de recurrencia, metástasis y hasta de muerte la Organización Mundial de Salud (OMS) lo reconoce como un carcinoma maligno de bajo grado (Castro & Reyes, 2016; Caliskan, Nurdan, & Henderson, 2015).

Su incidencia varía según distintos autores, algunos refieren que representa el 1 al 6% según Caliskan *et al.* (2015) de los tumores malignos de las glándulas salivales, y otros autores reportan que constituye del 10 al 12% de todas las neoplasias malignas de glándulas salivales siendo la parótida las más afectada (Andreoli, Andreoli, Shrimel, & Devaiah, 2012; Scherl *et al.*, 2018; Lewis, Tong, & Maghami, 2016). Se reporta además que los tumores de la glándula sublingual son raros y en su mayoría son malignos, constituyendo su diagnóstico un reto para todo cirujano de cabeza y cuello (Adirajaiah, Anehosur, Sumana, & Gopalakrishnan, 2012; Sun *et al.*, 2010). Este tumor maligno representa el tercero más común en la edad adulta detrás del carcinoma mucoepidermoide (Zambrano, López, Harris, Reinhard, & Redondo, 2018; Castro & Reyes 2016) y del carcinoma adenoideo quístico; en la edad pediátrica es el segundo más frecuente por detrás del carcinoma mucoepidermoide. Es un poco más frecuente en el sexo femenino y la edad a la que se presentan es menor a la observada en otros tumores malignos (Lee, 2012). Este tumor de bajo grado tiende a recurrir, aunque lo atribuyen a cuando la resección no es completa. Las metástasis distantes ocurren hasta en un 13% de los pacientes y los sitios de metástasis más frecuentes son los ganglios linfáticos cervicales, el hígado, los pulmones, huesos (mayormente columna dorsal), cerebro y órbita contralateral (Escajadillo, 2014; Harrison, 2014).

La ránula intraoral es una enfermedad benigna pseudoquistica de extravasación que tiene su origen en las glándulas salivales sublinguales (Guzmán-Letelier, Crisosto-Jara, Reyes-Marislao, Peñarrocha-Diago, & Peñarrocha-Oltra, 2016; Flaitz, 2018) cuando están presentes pueden complicar los casos de carcinomas de células acinares de las glándulas sublinguales, las ránulas cervicales son entidades muy poco frecuentes (Choi, Bae, Kim, & Song, 2015; Sharma, Singhal, & Ragesh, 2016) y deben ser tratados con la mayor anticipación, en este trabajo se presenta un caso en el cual esto no se cumplió,

aunque posteriormente fue resuelto con éxito en una paciente octogenaria.

El objetivo de este estudio fue describir una paciente anciana enferma con una tumoración sublingual y cervical agresiva con un diagnóstico postquirúrgico definitivo de carcinoma acinar gigante de glándula sublingual con ránula cervical.

## 2. REPORTE DEL CASO

Se trata de una paciente femenina de 87 años procedente del municipio Ciro Redondo, provincia Ciego de Ávila, Cuba, viuda, jubilada, con antecedentes de haber recibido tratamiento quirúrgico hace un año de Mastectomía radical por Carcinoma Ductal de la mama izquierda, sin antecedentes patológicos familiares y sin hábitos tóxicos. La misma acudió al Hospital Provincial de Ciego de Ávila en octubre del 2017 por aumento de volumen bajo la lengua que le molestaba para la alimentación regular. Fue evaluada por el servicio de Maxilofacial y se le realizó una biopsia inicial que informó: Biopsia (B-2446-17): Ránula. Posteriormente y ante el incremento de tamaño de la tumoración se le realizó una segunda biopsia que informó: Biopsia (B-17-2910): Ameloblastoma común, patrón plexiforme.



Imágenes 1 y 2. Paciente a la inscripción al centro médico.

Ante la divergencia diagnóstica es enviada al Hospital Oncológico María Curie de Camagüey donde es atendida por el Servicio de Cirugía de Cabeza y Cuello. Para ese momento presentaba por debajo de la lengua y lateralizada a la derecha tumoración violácea, de consistencia blanda, renitente, aparentemente no adherida a planos profundos y que impresionaba tener algún componente vascular incluido, esto dificultaba el habla y la deglución, de aproximadamente 3 cm de diámetro y otra más pequeña de 0.5 x 0.5 cm de diámetro, levemente posterior a la antes descrita. Se encontró además masa cervical derecha de un mes de evolución y crecimiento progresivo que había alcanzado aproximadamente 6 x 4 cm de diámetro, de consistencia blanda y ligeramente renitente, que involucraba desde el nivel I hasta el nivel III.

Se decide repetir biopsia por aspiración por aguja fina (BAAF), en ese momento y la misma informó: Biopsia (B-17-2910): Sialoadenoma papilífero o papilar de glándula salivar menor que puede recidivar. Se decide realizar exéresis de la tumoración y se lleva a cirugía el 19 de marzo del 2018, fecha en la cual la tumoración cervical había incrementado su volumen hasta casi ocupar el hemicuello derecho. Posteriormente, se decidió realizar abordaje cervical inicial y se encuentra una tumoración de consistencia irregular que se extiende desde el nivel I al IV adherida a los grandes vasos de cuello y a las estructuras nerviosas locales por elementos fibrosos que dificultaban el abordaje. Se realiza exéresis ascendente de la lesión logrando su separación de las estructuras cervicales hasta llegar al nivel I (submentoniano) sitio donde trasponea la musculatura del suelo de la boca la cual se atraviesa y se realiza exéresis de la lesión glandular sublingual principal. Por lo extendido del tiempo quirúrgico (7 horas) y el estado general de la paciente se decide postergar el abordaje de la lesión más pequeña para un segundo tiempo quirúrgico el cual se llevó a cabo el 14 de mayo del 2018 con resultados satisfactorios.

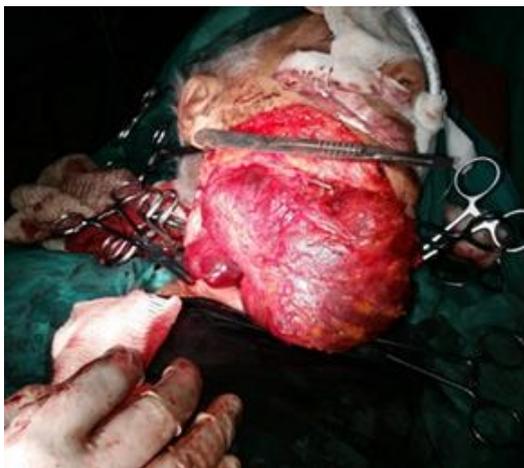


Imagen 3. Paciente en el transoperatorio.

La biopsia de la primera cirugía informó: Biopsia (B-645-18): Tumor epitelial primario maligno de bajo grado tipo carcinoma acinar variante quístico papilar; y la biopsia de la segunda intervención quirúrgica informó: Biopsia (B-1115-18): Adenocarcinoma acinar quístico papilar primario de glándula salivar bien resecaado.

La evolución posterior fue satisfactoria y sin complicaciones. Dada la ausencia de adenopatías

cervicales y ante la negativa familiar de recibir radioterapia posterior dado el buen estado general de la paciente y su edad se concluye con seguimiento estrecho por parte de nuestro servicio y el diagnóstico definitivo de carcinoma acinar de glándula sublingual variante quístico papilar.



Imagen 4. Paciente en el postoperatorio.

### 3. DISCUSIÓN

El diagnóstico de los tumores malignos de glándulas es complejo por lo que frecuentemente, los enfermos son derivados de un centro no especializado, no sin antes haberseles practicado la resección parcial o total de un tumor primario insospechado de maligno o simplemente con una biopsia quirúrgica en un sitio inapropiado. Aún hoy, no más del 6% de los enfermos es derivado con el resultado citológico de una punción con aguja fina. Por otro lado, existen algunas razones que retrasan la sospecha de un cáncer. A su baja frecuencia relativa con los tumores benignos, los procesos inflamatorios, litiásicos o metastásicos, se agrega un signo común al conjunto: la presencia de tumor (Marteletti *et al.*, 2017). En nuestra paciente este fue un punto esencial al ser evaluada y posteriormente remitida desde un hospital no especializado en la atención de las afecciones malignas y sin un servicio constituido y especializado de Cirugía de Cabeza y Cuello lo cual dilató en el tiempo su diagnóstico y posterior tratamiento quirúrgico.

Las ránulas según Sharma *et al.* (2016) son por definición un mucocele en el piso de la lengua en relación a las glándulas sublinguales y aparecen usualmente como una tumoración fluctuante, renitente, a veces con un tinte azulado, mayores de 2 cm y que impresiona que se encuentra a tensión. El sitio más común es la región lateral del suelo de la boca. La ránula cervical (Plunging ránula) tiende a aparecer después de la tercera década de la vida y aparece cuando la presión del fluido logra abrirse paso a través de la perforación del músculo milohioideo al espacio submandibular (Sharma *et al.*, 2016). El diagnóstico inicial de ránula sobre todo cuando se extendió a la región cervical era de inicio el más probable dado los elementos clínicos de la enfermedad, pero el

crecimiento acelerado de la extensión cervical de menos de un mes podría hacer sospechar la etiología maligna de la lesión, aunque los carcinomas de células acinares tienden a tener un crecimiento lento.

Estas neoplasias se originan como resultado de la proliferación neoplásica o citodiferenciación aberrante de la reserva celular pluripotencial que se encuentra en la unión entre los acinos y los conductos intercalados glandulares (Escajadillo, 2014). En este caso el patrón encontrado fue el papilar quístico, se describen solo cuatro patrones de los cuales el sólido y el microquístico son los más frecuentes. El patrón papilar-quístico es menos frecuente que los anteriores, mientras que el folicular es el más raro (Rosero *et al.*, 2011).

La aparición de un carcinoma de células acinares en la glándula sublingual es extremadamente raro, Choi *et al.* (2015) refieren que este tipo de tumor asociado a ránula cervical solo ha sido reportado en ocho ocasiones en la literatura mundial, siendo la última el caso reportado por este trabajo, el cual constituye la novena ocasión documentada en la literatura, lográndose con éxito la recuperación de la paciente que tiene una edad prolongada. Su tratamiento consiste esencialmente en la resección quirúrgica completa del tumor. La radioterapia está indicada si existen márgenes positivos, extensión extra glandular, preservación del nervio facial con márgenes próximos, invasión perineural, ganglios metastásicos, tumores de alto grado y tumores de bajo grado recurrentes. Todos estos representan a su vez riesgo de recurrencia (Escajadillo, 2014). Caliskan *et al.* (2015) reportaron un caso de parótida de 75 años y Andreoli *et al.* (2012) reportaron en esa misma glándula pacientes entre 5 y 95 años. Zambrano *et al.* (2018) trataron un carcinoma mucodermoide palatino en un joven de 18 años y Sharma *et al.* (2016) también reportaron un caso de la misma edad. Choi *et al.* (2015) insisten en el tratamiento a tiempo de estas patologías.



Imagen 5. Paciente 6 meses después de la cirugía.

### 3. CONCLUSIONES

El retraso en el diagnóstico y tratamiento de los tumores malignos de glándulas salivares causado por la atención inicial de los pacientes en instituciones hospitalarias no

especializadas en el tratamiento de las mismas constituye un eslabón a fortalecer en vista disminuir el tiempo y evitar tratamientos inadecuados por errores diagnósticos. Es importante recordar que, aunque infrecuente a nivel de la glándula sublingual el carcinoma de células acinares existe, puede existir asociado a una ránula cervical y puede tratarse quirúrgicamente con éxito aún a edades avanzadas.

### REFERENCIAS

- Adirajaiah, S., Anehosur, V., Sumana, Gopalakrishnan, K. (2012). Adenocarcinoma of the sublingual salivary gland: A case report. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 2(3), 206-209. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2012.10.004>
- Andreoli, M. T., Andreoli, S. M., Shrimel, M. G., & Devaiah, A. K. (2012). Radiotherapy in parotid acinic cell carcinoma: does it have an impact on survival? *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 138(5), 463-466. <https://doi.org/10.1001/archoto.2012.226>
- Arrangoiz, R., Galloway, T., Lango, M., Ridge, J., Sarcu, D., Papavasiliu, P. (2013). Current thinking on malignant salivary gland neoplasms. *Journal of Cancer Treatment and Research*, 1(1), 8-24. <https://doi.org/10.11648/j.jctr.20130101.12>
- Avila, R. E., Samar, M. E., Fonseca, I. B., Corball, A. G., Carriel, V., García-Martínez, L., & Rodríguez, I. (2019). Proliferaciones Oncocíticas de Glándulas Salivales: Estudio Estructural e Inmunohistoquímico de 7 Casos. *International journal of Odontostomatology*, 13(1), 82-88. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2019000100082>
- Caliskan, B., Nurdan, K. A., & Henderson, R. (2015). A rare and unusual case of acinic cell carcinoma of parotid gland evaluated by F-18 FDG PET/CT. *Acta Medica Anatolia*, 3(3), 105-107.
- Campolo, A. G., Ramírez, H. S., Vargas, A. D., León, A. R., Goñi, I. E., & Solar, A. G. (2018). Perfil epidemiológico de neoplasias epiteliales de glándulas salivales. *Revista médica de Chile*, 146(10), 1159-1165. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872018001001159>
- Castro, M. C. C., & Reyes, O. L. M. (2016). Carcinoma de células acinares. Reporte de caso y revisión de la literatura. *Revista Médica Carrionica*, 3(2), 138-143.
- Costa, A. F., Altemani, A., & Hermsen, M. (2011). Current concepts on dedifferentiation/high grade transformation in salivary gland tumors. *Pathology Research International*, 2011, Article ID 325965, 9 págs. <https://doi.org/10.4061/2011/325965>
- Choi, Y. S., Bae, C. H., Kim, Y-D., & Song, S-Y. (2015). A case of acinic cell carcinoma associated with ranula in sublingual gland. *Korean Journal of Otorhinolaryngol-Head Neck Surgery*, 58(9), 637-640. <https://doi.org/10.3342/kjorl-hns.2015.58.9.637>
- Escajadillo, J. R. (2014). *Oídos, nariz, garganta y cirugía de cabeza y cuello*. (4<sup>th</sup> ed.). 974 pp. México: Editorial El Manual Moderno.

- Flaitz, C. (2018). *What is the pathophysiology of mucocele and ranula?* MEDSCAPE. Disponible en <https://www.medscape.com/answers/1076717-103413/what-are-the-differential-diagnoses-for-mucocele-and-ranula>.
- Guzmán-Letelier, M., Crisosto-Jara, C., Reyes-Marislao, B., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Oltra, D. (2016). Marsupialización modificada de ránula gigante intraoral: reporte de caso. *Revista Clínica Periodoncia Implantología y Rehabilitación Oral*, 9(3), 217-221. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2015.06.008>
- Hamidian, J. A., Shokouh-Amiri, H., Wellman, G., Hobbey, J., Veluvolu, A., & Zibari, G. B. (2013). Acinar cell carcinoma presenting as a duodenal mass: review of the literature and a case report. *The Journal of the Louisiana State Medical Society*, 165(1), 20-23, 25.
- Hukkanen, R. R., Dintzis, S. M., & Treuting, P. M. (2017). *Salivary glands*. (Chapter 8). In: Treuting, P. M., & Dintzis, S. M. (Eds.). *Comparative Anatomy and Histology* (2<sup>nd</sup> ed.). 135-145 pp. Print Book & E-Book.
- Harrison, L. B. (2014). *Head and neck cancer: A multidisciplinary approach*. (4<sup>th</sup> ed). 960 pp. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Ilayaraja, V., Prasad, H., Anuthama, K., & Sruthi, R. (2014). Acinic cell carcinoma of minor salivary gland showing features of high-grade transformation. *Journal of Oral Maxillofacial Pathology*, 18(1), 97-101. <http://dx.doi.org/10.4103/0973-029X.131925>
- Kessler, A. T., & Bhatt, A. A. (2018). Review of the major and minor salivary glands, Part 2: Neoplasms and tumor-like lesions. *Journal of Clinical Imaging Science*, 8(1), 48. [https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS\\_46\\_18](https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS_46_18)
- Lee, K. J. (2012). *Essential otolaryngology*. Head and Neck Surgery. (10<sup>th</sup> ed.). Editorial McGraw-Hill, 1117 pp.
- Lewis, A. G., Tong, T., & Maghami, E. (2016). Diagnosis and management of malignant salivary gland tumors of the parotid gland. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 49(2), 343-380. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2015.11.001>
- Limite, G., Di Micco, R., Esposito, E., Sollazzo, V., Cervotti, M., Pettinato, G., Varone, V., Benassaia, G., Amatoa, B., Pilone, V., Luglio, G., Vitiello, A., Hasania, A., & Liccardo, F. (2014). Acinic cell carcinoma of the breast: review of the literature. *International Journal of Surgery*, 12(1), S35-S39. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2014.05.004>
- Marteletti, C., Lermer, D., González Aguilar, G., Rubino, A., Delgado, D., Carrizo, G. (2017). Carcinoma de las glándulas salivales. *Revista Argentina de Cirugía*, 109(2), 68-72.
- Munteanu, M. C., Margaritescu, C., Cionca, L., Nitulescu, N. C., Daguci, L., & Ciuca, E. M. (2012). Acinic cell carcinoma of the salivary glands: A retrospective clinicopathologic study of 12 cases. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 53(2), 313-320.
- Nagao, T. (2013). Dedifferentiation and high-grade transformation in salivary gland carcinomas. *Head and Neck Pathology*, 7(1), S37-S47. <https://doi.org/10.1007/s12105-013-0458-8>
- Neville, B. W., Damm, D. D., Chi, A. C., & Allen, C. M. (2015). *Oral and maxillofacial pathology*. (4<sup>th</sup> ed.), 928 pp. Elsevier.
- Rosero, D. S., Álvarez, R. A., Sota, P. O., Puertas, A. C., Vicente, S. A., & Mejía, E. U. (2011). *Carcinoma de células acinares con tres variantes morfológicas*. Cursos y Congresos/Reuniones Anuales SEAP-IAP/XXXIV Reunión Anual SEAP 2011/Pósteres.
- Shah, J. P., Patel, S. G., Singh, B., & Wong, R. (2012). *Jatin Shah's head and neck surgery and oncology*. (5<sup>th</sup> ed.). 896 pp. Elsevier.
- Sharma, S. K., Singhal, G., & Ragesh, V. G. (2016). A cervical ranula: A case report. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 5(7), 109-113.
- Scherl, C., Kato, M. G., Erkul, E., Graboyes, E. M., Nguyen, S. A., Chi, A. C., Morgan, P. F., Day, T. A. (2018). Outcomes and prognostic factors for parotid acinic cell carcinoma: A National Cancer Database study of 2362 cases. *Oral Oncology*, 82, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2018.05.002>
- Sun, G., Yang, X., Tang, E., Wen, J., Lu, M., & Hu, Q. (2010). The treatment of sublingual gland tumors. *International Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, 39(9), 863-868. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2010.04.051>
- Tian, Z., Li, L., Wang, L., Hu, Y., & Li, J. (2010). Salivary gland neoplasms in oral and maxillofacial regions: a 23-year retrospective study of 6982 cases in an eastern Chinese population. *International Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, 39(3), 235-242. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.10.016>
- Valstar, M. H., de Ridder, M., van den Broek, E. C., Stuiver, M. M., van Dijk, B. A., van Velthuysen, M. L., Balm, A. J. M., & Smeele, L. E. (2017). Salivary gland pleomorphic adenoma in the Netherlands: A nationwide observational study of primary tumor incidence, malignant transformation, recurrence, and risk factors for recurrence. *Oral Oncology*, 66, 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2017.01.004>
- Zambrano, J., López, E., Harris, J., Reinhard, S., & Redondo, C. (2018). Carcinoma mucocépidermoide palatino de bajo grado de malignidad en adolescente. *Revista Ciencias y Salud Virtual*, 10(2), 72-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.22519/21455333.1141>



### Technical Note / Nota Técnica

## Multiple water governance models: Ecuador as a case study

### Múltiples modelos de gobernanza del agua: Ecuador como caso de estudio

Juan Pinos 

Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

Autor para la correspondencia. [jpinos@uazuay.edu.ec](mailto:jpinos@uazuay.edu.ec)

Fecha de recepción: 15 de mayo de 2020 - 29 de mayo de 2020

#### ABSTRACT

Appropriate water management is essential for healthy urban and rural metabolism. Unfortunately, many challenges are associated with water governance, encompassing varying degrees of cooperation and conflict. This technical note describes the multiple water governance models in place in Ecuador such as public, private, community, and partnerships; supported by literature, and discusses the efficiency level of each model for drinking water supply and democratic citizen participation. The analysis articulates how the heterogeneity of governance models across the country respond to different socio-economic and environmental characteristics, and how the distinctive models of water governance lead to vast differences in how people understand and experience governance. The presentation and qualitative case comparison of the existing water management models revealed the transversal character of the problems affecting efficient water management, as well as the sector associated challenges and limitations. The note attempts to establish some insights about the conditions under which the various water management models are suitable and effective. The manuscript concludes by outlining several directions for future research.

**Keywords:** Water governance, adaptive governance, water management, partnerships, communities, water supply.

#### RESUMEN

La gestión adecuada del agua es esencial para un metabolismo urbano y rural saludable. Desafortunadamente, muchos desafíos están asociados con la gobernanza del agua, abarcando diversos grados de cooperación y conflicto. Esta nota técnica describe diferentes modelos de gobernanza del agua que tienen lugar en Ecuador tales como público, privado, comunitario y asociaciones; apoyado por la literatura, y discute el nivel de eficiencia de cada modelo para el suministro de agua potable y la participación democrática de los ciudadanos. El análisis articula cómo la heterogeneidad de los modelos de gobernanza en todo el país responde a diferentes características socioeconómicas y ambientales, y cómo los distintivos modelos de gobernanza del agua conducen a grandes diferencias en cómo las personas entienden y experimentan la gobernanza. Además, la presentación y la comparación cualitativa de casos de los modelos de gestión del agua existentes; reveló el carácter transversal de los problemas que afectan la gestión eficiente del agua, así como los desafíos y limitaciones asociados al sector. Esta nota intenta establecer algunas ideas sobre las condiciones bajo las cuales los diversos modelos de gestión del agua son adecuados y efectivos. El manuscrito concluye delineando varias direcciones de futuras investigaciones.

**Palabras clave:** Gobernanza del agua, gobernanza adaptativa, gestión del agua, asociaciones, comunidades, suministro de agua.

#### 1. INTRODUCTION

Urban and rural metabolisms are systems that are sustained by the constant circulation of materials and energy, where life would be impossible without the uninterrupted flow of water (Kennedy, Cuddihy, & Engel-Yan, 2007). Consequently, the sustainable development of cities is strongly linked to the governance of water. Water governance is the social function that regulates the development and management of water resources and the provision of water services (i.e., ensure adequate, equitable, and safe water) at different levels of the society in support of the economic development and social wellbeing, while not jeopardizing life and nature (Pahl-

Wostl, 2015; White *et al.*, 2019). In the last decades, the continuous adaptability of the water governance framework greatly raised political and scientific interest. This is because a water governance system is the interconnected ensemble of political, social, economic, and administrative elements that performs the function of water governance (Pahl-Wostl, 2015). Even more, the interaction of elements, such as institutions and actors, and coevolution processes, such as the adaptation of human beings to their environment, while actively transforming and re-adapting to it, represents an enormous challenge for science, policy, and management. The subjects related to water policy have traditionally been simplistic managed with criteria predominantly from engineering, economics



or administration, paying considerably less attention to cultural and social issues (Swyngedouw, 2004).

Ecuador is relatively a water abundant country; however, the uneven distribution of water resources and population are the major reasons for the country's water supply problems (Martínez, 2017). Urban and rural metabolisms in Ecuadorian cities are complex, varying its dynamics according to the geographical location and the local circular economy. The diverse nature of water (groundwater versus surface water), the specific resource demand (population density, urban versus rural), topography (flat versus mountainous), and extraction technologies translated into different uses of water and affected the water resources management in different ways. Social relations in conjunction with the dynamics of city-water-systems and various actors with changing power relations, influence the balance between potentially conflicting uses. For example, the transition of government authorities in the country over time resulted in the assignation of water management to a variety of institutions, together with the radical neo-liberalization process of water governance in 2007 under the government of Rafael Correa (Boelens, Hoogesteger, & Baud, 2015). In addition, the urban situation also was and remains embedded in a framework of external forces, such as climate or technology.

From a legal framework, in the article No. 318 of the Ecuadorian constitution, several key mandates are found: "Water is the strategic national patrimony of the State...", "All forms of water privatization are prohibited", "Water management will be exclusively public or community", "The Estate, through the unique water authority, will be directly responsible for the planning and management of water resources...". The last point refers to the National Water Secretariat (abbreviated as SENAGUA) created as the governmental entity that controls and regulates the allocation of water resources in Ecuador. However, directly or indirectly several different public or private institutions became also actors in the management of water resources, leading into an overlapping of functions and responsibilities, which in most cases resulted in the duplication of studies and infrastructure investments (Fernández & Buitrón, 2012).

The spatial heterogeneity of Ecuador's available water resources in conjunction with different urban and rural metabolisms resulted in time in a variety of water governance models. Governance models refer to the various forms through which governance can be realized (Pahl-Wostl, 2019). Several worldwide comparative analyses of water governance models have been carried out; however, little attention was paid to examine how these systems emerged, what determines the differences between governance models, and which governance model exhibits, for example, better performance in Ecuador. The present study describes the different water governance models currently in operation in Ecuador. A case study approach was used to assess how the governance styles address the water management challenges. Finally, the article complements the literature that questions the effects of different water governance models in the hydro-social cycle and describes some gaps and formulates some questions for further research.

## 2. WATER GOVERNANCE MODELS

Three main governance models for water access and management can be defined:

1. **Privative management (also named market governance):** This model focuses on the provision of services related to drinking water supply, where corporations through concessions (time-limited contracts) take the administration over the assets. The participation of a private company does not extend to ownership of the assets. Commonly, the cost of capital is high, but it leads in the water sector to an increase in efficiency and innovation. There is an institutional closure to the democratic management of water, where citizen participation, rights, and principles of equity are not included.

2. **Governmental management (also named hierarchical governance):** The state through its public entities is in charge of protecting, preserving, and managing the sources of water to satisfy the consumption needs of the population. This model is based on two fundamental pillars: the first is the link between the political and the social, and the second is the link between the citizens themselves and the territory.

3. **Community management (also named network governance):** Social structures created by groups of inhabitants in peri-urban and rural areas where the service does not usually arrive from public or private entities. By means of statutes of self-government, joint work, and election of leaders in an open, simple and democratic way, they direct their efforts to establish a system of capture, purification, distribution, and payment for water. Community management focuses on the shared responsibility of all members of the community, as well as factors such as co-management, collaboration, or self-government.

Further information about the differences between the three governance styles can be found in Pahl-Wostl (2015). In addition, depending on the stakeholders involved in the water governance for a specific region, different partnerships can be derived such as public-private partnerships and public-public partnerships (also named hybrid governance) (Phumpiu & Gustafsson, 2009).

## 3. METHODOLOGY

The present manuscript is based on an evidence-focused review of research and review papers, including grey literature, and the official websites of different government institutions. Qualitative text analysis was performed consisting of the disintegration of existing texts and their synthesis, including the reintroduction of domain-specific elements, into new texts that bring together the essential aspects of the object to be analyzed. The analysis was qualitative in its nature because it focused on rationales, as opposed to quantitative research that focuses on statistical information. The followed approach enabled to provide a perspective on the multiple water governance models in Ecuador, and the discussion of the effectiveness of each model for drinking water supply and democratic citizen participation.

#### 4. RESULTS

Ecuador has a political-administrative division of regions, provinces, cantons, and parishes. Therefore, nine different case studies representing different water governance models and dynamics are discussed in the following.

##### *Canton of Cuenca*

The city of Cuenca is the capital of the canton, located in the country's highland region. It is the third most populated canton of Ecuador and its capital is considered as one of the most expensive cities in the country. This case study corresponds to a governmental management model. The municipal government has an autonomous public entity called "Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA EP) (<https://www.etapa.net.ec>)" designated for the supply of drinking water and sanitation for the city and the water resources management of the area within its jurisdiction. The entity addresses several key points in the region's water resources management. First, the headwater catchments, which provide water to the population, are declared as a protected area. The key role of the entity is to have in its custody any activity that takes place within this area. Second, it has a series of high, medium, and low capacity drinking water treatment plants and quality control and assurance laboratories. In addition, its drinking water distribution system is effectively supplying 98% to the urban area, 90% to the parishes and rural areas next to roads, and 70% to the dispersed rural area; within the area of influence determined in the master plan. Finally, the wastewater collection and treatment service, i.e. the sewage and wastewater treatment system, cover 85% of the urban area and 60% in the rural area. The wastewater treatment plant treats 95% of urban wastewater.

##### *Metropolitan district of Quito*

Quito is the capital of Ecuador and the second most populated city of the country and is also located in the highland region. This case corresponds to a governmental management model. Quito has an autonomous public entity called "Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) (<https://www.aguaquito.gob.ec>)" providing drinking water and sanitation. The structure and operation are similar to that of the city of Cuenca; however, the large population and area represent an enormous challenge for the water resources management of the metropolitan district. In spite of this fact, Quito has the highest rates of drinking water and sewerage coverage, respectively 99.27% and 93.60%. However, Quito started the operations of its first wastewater treatment plant in 2017 and treats only a small percentage of the city's wastewater. Commonly, the wastewater is discharged in several streams that flow across the capital resulting in both environmental and health risks.

##### *Metropolitan district of Guayaquil*

Guayaquil is situated in the coastal region and is the most populated city of the country. This case study corresponds to a public-private management model, and in the district are the drinking water and sanitation services granted to a private consortium, named Interagua

(<https://www.interagua.com.ec>) that belongs to the transnational company Veolia Environnement S.A., branded as Veolia. In 2012 was the public entity "Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG EP) (<http://www.emapag-ep.gob.ec>)" created as a regulating and controlling entity for the terms and conditions established in the concession contract. Currently, around 90% of the inhabitants have access to potable water and approximately 80% to sanitation. An operational wastewater treatment plant does not yet exist but is under construction. The wastewater treatment plant "Las Esclusas" will be the first for the city of Guayaquil and is expected to have coverage for one-third of the population. Commonly, the wastewater is discharged into the streams bordering the city and released into the sea.

##### *Canton of Samborondón and Daule*

Samborondón and Daule are small cantons located in the coastal region. Both these cantons possess a private management model. Aguas de Samborondón Amagua C.E.M. (<https://www.amagua.com>) company, belonging to the transnational Group INASSA, is a private provider of drinking water and sewerage service in La Puntilla Parish in Samborondón and in La Aurora Parish in Daule. The company supplies water up to 100% of the population within its action area and 85% sanitation. In addition, the company has 91 operational wastewater treatment stations of low capacity and the parameters of compliance with environmental regulations of most of these treatment plants are not acceptable.

##### *Province of Imbabura*

The province of Imbabura located in the highland region is formed by six cantons: Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra, Otavalo, Pimampiro, and San Miguel de Urcuquí. According to the last national census carried out in 2010, 398244 people live in the province with 50% of the population in rural areas and the other 50% in urban areas. This case study is focused only on the rural sector which corresponds to a community management model. In 1979, by governmental decree No. 3327, were small community associations created with the responsibility of managing the infrastructure built by the Ecuadorian Institute of Sanitary Works (IEOS), a government entity created in 1966. These community associations go through life under the name of "Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado (JAAP)" and are promoted by the government, i.e. are part of the legal state institutional framework, with the particularity that they have their own autonomy for water management. Decision making in each individual JAAP is carried out democratically through a General Assembly of members or users. The General Assembly meets twice a year in an ordinary manner, to know and approve the budgets and investments, respectively, and only extraordinary sessions are convened in cases that are necessary. The Assembly is the highest authority workspace regarding water management and makes the most important decisions, while the Committee is responsible for executing them. The main tasks of the JAAPs are the construction, operation, administration, and maintenance of the water system for drinking water supply and sanitation. Financing is obtained from the customer fee and the government (Sandoval-Moreno & Günther, 2013).

***Canton of Cañar***

This canton is located in the country's highland region, possesses around 77% rural and 33% urban population, of which the majority lives in Cañar, the canton's capital. This case corresponds to a public-community management model, it is a public-public partnership. The Center of Support for the Rural Management of Drinking Water (CENAGRAP) is a co-management structure of drinking water services between the municipality of Cañar and the community organizations (JAAPs) of the canton. The center was created in 2002 and initially, there were 15 JAAPs. In 2011 the number of JAAPs increased to 82, in 2013 to 100, and in 2017 to 114, reaching 120 JAAPs at the beginning of 2019 (Coutteel, García, Robles, Solís, & Solíz, 2011; Naula, Ojeda, Solís, Guillas, & Padilla, 2013).

***Canton of Cotacachi***

It is a canton of the province of Imbabura in northern Ecuador within the highland region. The canton is formed by 2 urban and 8 rural parishes. The water governance model is an example of a public-private partnership between the community organization in Quiroga and the rural parishes UNORCAC (Union of Peasant and Indigenous Organizations of Cotacachi) in Imantag, and the NGO SODEPAZ, where the latter executes a project together with UNORCAC, consisting in the installation of ozonation systems for water purification (Fernández, 2013).

***Cayapas Mataje Ecological Reserve (REMACAM)***

Located in Esmeraldas province within Eloy Alfaro and San Lorenzo parishes in the coastal region, of which a large and important extension is covered by mangroves. In this particular case, there is no water governance model of any kind. Inside this protected area 26 afro-Ecuadorian communities are established with their home in informal settlements, without a legal right to land and most do not have access to drinking water, sanitation, and security.

***Machángara River council and Chambo River committee***

These cases represent macro-public-private partnerships. Each member of the partnership is denominated as "node" and can have different dimensions, e.g., farmers associations, universities, municipalities, and governmental entities. The Machángara River council covers an area of 325 km<sup>2</sup> in the province of Azuay and is formed by 10 nodes which are densely interconnected between them. The Chambo River committee is located in the province of Chimborazo and covers an area of 3580 km<sup>2</sup> and is formed by 20 nodes where a considerable number of nodes are connected by only one or two nodes. Both macro-partnerships develop efforts to protect the natural resources within their watersheds (Cisneros, 2019).

**5. DISCUSSION**

The multiple water governance models within the country respond to different complex metabolisms and hydro-social cycles between cities and regions. The public model

is the most outstanding in terms of drinking water supply and sanitation coverage. The main factor for this efficiency is the higher monetary capital available for investment mainly in the urban water infrastructure and to a lesser extent in the rural areas (e.g., Cuenca). However, the demographic factor, i.e., the size and income levels of their populations, plays an important role in this model. The increasing population led to higher investments not only in the water sector but also in transversal sectors such as waste management, urban planning, air quality control, transportation, etc. The effect of the population size culminated also into a decline in the investment budget for water infrastructure resulting in deficient systems (e.g., Quito). On the other hand, population growth increased the demand for water supply and the pressure on the water catchments. Moreover, population growth, which is inherently part of a city's metabolism, implies a change in the urban water cycle.

To supply the legal quality and quantity of water, reforms have called for municipalities to join forces and coordinate with the private sector, as typical is the case in the three coastal cantons (Guayaquil, Samborondón, and Daule). The private water management transforms the relations between the public and private sectors, whereby the state becomes a facilitator, promoter, and regulator of the actions of the private sector in charge. Although they might seem isolated and rather exceptional, the concession of water and sanitation services happened as a result of articulated policy processes. In the case of Guayaquil, the provision of drinking water and sanitation was handled by the Social Christian Party, the party that reached the city governance in 1993. Since then, the water infrastructure works were carried out by concession companies primarily in areas with greater profitability. Before the privatization process was the water services on the verge of collapse due to bad policies and administration, which is reflected in effective improvement of the services since the concessions agreements. However, they established a dependency role and have taken advantage of the situation in economic terms (Swyngedouw, 2004). In this "indefinite" long-term contract, the transparency and accountability to consumers were reduced over time. This led to the dispossession of the inhabitants of the fundamental rights of water and the degradation of the resource. Generally, there are power disputes between the stakeholders involved, as a consequence of differences in interests and in part because of a perceived lack of transparency when a contract is signed with a private company. In the case of scarce economic resources, it is highly probable that there will be manipulation and abuse of control over subsistence resources. The control of water resources and the provision of drinking water services in the postmodern era is used as a fundamental tool to create power flows in societies. Therefore, water becomes an element of political and economic power, emerging from social control to exclude access to water to vulnerable social groups (Swyngedouw, 2009). Commonly, it is the tension about water as a human right and water as an economic good that is in debate within this type of model, i.e., the controversy of public water in private hands. Therefore, water security seems to depend greatly on the quality of the contract between the partnerships, e.g., output specifications, monitoring activities, chemical control, among others. In general terms, the private management can be described as efficient, effective, performance- and customer-oriented, and highly accountable for results produced depending on the

contract terms which require extensive (and potentially costly) continuous monitoring and regulation.

The case of community management through the JAAPs in the rural area of Imbabura is a model that guarantees the rights of each member of the association but also reminds them of their duties towards the community. The principles that guide communities in the technical and social management of water have resisted the power of the state interventions, and the legal dispositions for the resolution of conflicts regarding the use and property of water among the inhabitants are in conflict with modern jurisdiction. The Assembly is the governing body for any action on water management and unfortunately cannot resolve legal disputes. Gradually, the traditional community organizations are losing power and legitimacy. The community model of water management must evolve beyond just asset management and could be maintained over time if there is political and legal ability to meet the needs of local communities and to control conflicts; the latter seems to be strongly dependent on community forms of organization (Hinojosa, Guerrero, & Arias, 2017). The community management model in water management is reflected as common practice for rural water supply but is not an efficient or effective framework for public service delivery. One key point is the lack of technical support for the treatment of the complete drinking water cycle, i.e., collection, pumping, potabilization, etc. This triggers deficient water systems at the community scale and makes them commonly dependent on the technical assistant of government entities (Decentralized Autonomous Governments, GADs) or in some cases of ONGs. An example of the last is the case of Cotacachi. Related to this, Fernández (2013) claimed that the motivation of beneficiaries (4226 inhabitants) linked to proper training will guarantee the maintenance of the water system and its durability as well as the protection of watersheds. These types of public-private partnerships have a positive impact by increasing the quality of life of rural communities, however, it can be a temporary phase. Results are only quantifiable when the project finishes after a few years, whereas long-term indicator monitoring is required for the assessment of sustainability over time. Unfortunately, systems generally stop working after technical failures some years after or by lack of interest of the people and are abandoned. In the community model, there are users who do not fully assess the health benefits of clean water and face serious problems of collective action in the management of water supply. It should be noted that within communities also conflicts can be found, shifting alliances, power, and social structures that respond to individual interests, and this complex behavior phenomenon can completely break the community management model (Cleaver, 1999).

In response to this constraint is the establishment of associations between public and community sectors of pivotal importance. The mixed “public-public model” could change the management of water resources profoundly and, hence, the relationship between water users, on the one hand, and between water regulators and local administrations, on the other hand. The case of CENAGRAP is an important model example that encompasses almost all JAAPs in the canton of Cañar and operates for water governance in agreement with the local municipality. The role of the government is to bring important financial and technical resources to local organizations and encourage a legalization process, while

the role of the community organizations compensates the government’s difficulties to reach isolated rural populations and reduce water inequalities (Dupuits & Bernal, 2015). According to Naula *et al.* (2013) benefited in 2013 a total of 6654 families from the potable water system, corresponding to an estimated population of 26616 inhabitants. This governance model had a social impact in the JAAPs across the country, and similar to CENAGRAP, we found Pesillo-Imbabura, the largest public-community alliance in the northern area of Ecuador, covering the communities of the province of Pichincha (cantons Cayambe and Pedro Moncayo) and the province of Imbabura (cantons Otavalo, Antonio Ante and Ibarra). However, the case of CENAGRAP and Pesillo-Imbabura are not representative of the overall situation in the country, where most of the community organizations remain isolated or reluctant to engage in partnership with public authorities; many barriers remain to create these alliances concretely. The first national network was created in 2012 bringing together a large number of the water community organizations of the country. The network is called Network of Social and Community Organizations of Water Management of Ecuador (ROSCGAE) (<http://roscgae.blogspot.com>). ROSCGAE pursues three main objectives: 1) mediator between water community organizations, 2) mediator between communities and local governments, and 3) mediator toward national decision-making arenas. The most important and outstanding role within its strategic objectives is to be the official interlocutor between local community organizations and the national government.

In response to the development of resilience against changing regulations at watershed scale arose the model of macro-partnership. The Machángara River council was a denser and more centralized network which produced more resilience than The Chambo River committee, which was a more diverse network, because it was able to foster trust among its participants, perform essential functions more effectively, and produce legitimacy of its actions and outcomes. It is highlighted that changes in the regulations that homogenize stakeholder participation in the local water governance could deepen structural inequalities by making it harder for some actors to collaborate. The availability of resources to subsidize participation, the number and redundancy of connections to other networks, and the capacity to establish new external connections, improved the capacity of the macro-partnership to control the direction of this change (Cisneros, 2019).

Finally, in Ecuador, as many low- and middle-income countries, the land tenure situation adds a level of complexity to the efforts of progressive realization of water governance. Thousands of people established their home in informal settlements, without a legal right to land. Ecuadorian government continuously fight against such situations, either because they seek to protect vested interests or reserved areas for public investment, or because the areas are prone to natural hazards. As a result, the law prohibits the extension of services to families living in informal settlements. However, this is contradictory to the constitution which clearly states that drinking water supply should cover the entire population and provide the minimum vital amount of water, calculated in 2017 by SENAGUA as 200 L of raw water per inhabitant per day. Although the existence of the constitution, several situations exist in the country where reality is not at all in line with the constitution. A clear

example is the afro-Ecuadorian communities in the Cayapas Mataje Ecological Reserve in Esmeraldas. This situation is illegal because it denies the rights of people to access drinking water and sanitation (Pinos & Malo, 2018). In such situations, service providers (public or private) are left with the option of working with the government on legal and policy reform.

Given those situations, the need exists to analyze how public water rights are socially, politically, and economically transformed into fluxes of power, in order to develop the tools to counteract it (Swyngedouw, 2009). There exists significant urban-rural tension about water scarcity in Ecuador, however, it is not the result of the physical absence of water, but due to the non-prioritization of monetary resources together with political reforms affecting the multiple water governance models. Therefore, in the current generation resilience cities must develop the capacity to continually adjust and self-organize in the face of change in order to maintain the current development path in water governance or to actively transform into a new development trajectory (Boltz *et al.*, 2019).

## 6. CONCLUSIONS

This paper presents a perspective of the multiple types of water governance models and partnerships for drinking water provision in Ecuador based on case studies. On the national scale, a variety of political, economic, and ecological interests make it difficult for partners to reach a common goal for providing water to all. Public management shows heterogeneity between the highlighted study cases. However, the models are in progress due to the assignment of government budgets which is pivotal for the maintenance and expansion of adequate coverage of drinking water services and environmental sanitation. In the concession-based water management is the private model far from democratic and efficient as shown in the analyzed case studies, where it can be inferred that political managers evade specialized justice and oversight. The government should concentrate on building up viable and democratic alternatives that allow civil society to be included in the first place. Community management is not an efficient autonomous model that presents several constraints such as the lack of a comprehensive institutional framework which hinders actors to participate due to the insecure legal environment and the lack of technical support. Public-community partnerships at the local level have demonstrated to be efficient and to bring the best of abilities at high levels of equity. ROSGAE provides key support to the organization of the community and is at the same time mediator between water actors of the communities and government, with the recognition of all actors. On the other hand, macro-partnerships could manage larger areas with the integration of multiple stakeholders and higher budgets for investment, however, the different degree of participation of the stakeholders create conflicts in the collaboration between and among the network. The performance of partnerships for an effective outcome requires a combined effort from all actors over time.

## 7. A VISION FOR FUTURE MANAGEMENT AND RESEARCH

The coordination of transdisciplinary actors will provide a set of ideas and help us to manage water more holistically (mutual learning) and focus on solution-oriented knowledge creation, which is transferable to scientific and social practice, pivotal in sustainable water governance (White *et al.*, 2019). Moreover, consolidated networks with multiple actor's means a redistribution and configuration of power, a legal democracy, and the involvement of citizens, however, long-term leadership of political parties could be a relevant issue to achieve strong sustainable governance. Furthermore, water governance ought to be an adaptive process in the development of safe, healthy, inclusive, responsive, and resilient cities by facing the uncertainties caused by climate change and demographic pressure. This will require an institutional change, which translates into a transformation of attitudes, ways of thinking and behaviors, on the extraction, distribution and use of water, in such a way that socio-nature is maintained.

Future research should be directed to address important gaps in Ecuador's water governance that would improve our understanding and water management such as the definition of governance-related values using quantitative techniques, the stimulation and development of science-policy interactions to improve transboundary water governance, the conduct of in-depth case studies on corruption in the water sector, the evaluation of economic instruments such as tariffs and subsidies for sustainable urban water management, the development of sustainable tools for building democratic processes and face political barriers, and the buildup of collaborative methodological frameworks between rural groups and public water organizations.

## ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Prof. Dr. Jan Feyen for his critical and constructive comments to improve the quality of the manuscript.

## REFERENCES

- Boelens, R., Hoogesteger, J., & Baud, M. (2015). Water reform governmentality in Ecuador: Neoliberalism, centralization, and the restraining of polycentric authority and community rule-making. *Geoforum*, 64, 281-291. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.07.005>
- Boltz, F., Poff, N. L., Folke, C., Kete, N., Brown, C. M., Freeman, S. S. G., Matthews, J. H., Martinez, A., & Rockström, J. (2019). Water is a master variable: solving for resilience in the modern era. *Water Security*, 8, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100048>
- Cisneros, P. (2019). What makes collaborative water governance partnerships resilient to policy change? A comparative study of two cases in Ecuador. *Ecology and Society*, 24(1), 29. <https://doi.org/10.5751/ES-10667-240129>

- Cleaver, F. (1999). Paradoxes of participation: questioning participatory approaches to development. *Journal of International Development*, 11(4), 597-612. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1328\(199906\)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1328(199906)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q)
- Coutteel, A., García, D., Robles, M., Solis, H., & Solíz M. (2011). Yakukamay. Alianza público-comunitaria: un modelo de gestión del agua. La experiencia desde el CENAGRAP. CENAGRAP, PROTOS-CEDIR, Municipio de Cañar.
- Dupuits, É., & Bernal, A. (2015). Scaling-up water community organizations: The role of inter-community networks in multi-level water governance. *Flux*, 99(1), 19-31. <https://doi.org/10.3917/flux.099.0019>
- Fernández, Á. (2013). Suministro de agua segura a comunidades indígenas de Cotacachi - Ecuador. Tesis de Maestría, Máster en Cooperación y Desarrollo, Universidad de Castilla La Mancha, España.
- Fernández, N., & Buitrón, R. (2012). The right to water and sanitation in Ecuador: Progress, limitations, and challenges. *Environmental Justice*, 5(2), 77-81. <https://doi.org/10.1089/env.2011.0021>
- Hinojosa, L., Guerrero, W., & Arias, P. (2017). Exploring water security and water demand determinants in rural areas. The case of canton Cotacachi in Ecuador. *Water Resources and Rural Development*, 10, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.wrr.2018.09.001>
- Kennedy, C., Cuddihy, J. & Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59. <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>
- Martínez, A. (2017). *El derecho al agua en el Ecuador: un análisis desde la Ciencia Política y el Derecho Público*. Universidad de Cuenca, Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales.
- Naula, Y., Ojeda, R., Solis, H., Guillas, S., & Padilla, A. (2013). *Inventario de la gestión rural del agua potable en las juntas administradoras de agua potable del CENAGRAP*. Cuenca, Ecuador.
- Pahl-Wostl, C. (2015). *Water Governance in the Face of Global Change - From Understanding to Transformation*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21855-7>
- Pahl-Wostl, C. (2019). The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. *Environmental Science & Policy*, 91, 6-16. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.008>
- Phumpiu, P., & Gustafsson, J. (2009). When are partnerships a viable tool for development? Institutions and partnerships for water and sanitation service in Latin America. *Water Resources Management*, 23(1), 19-38. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9262-8>
- Pinos, J., & Malo, A. (2018). El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica. *Invernum*, 13(1), 12-20.
- Sandoval-Moreno, A., & Günther, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9(2), 165-179.
- Swyngedouw, E. (2004). Social power and the urbanization of water: flows of power. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Swyngedouw, E. (2009). The political economy and political ecology of the hydro-social cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 142(1), 56-60. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2009.00054.x>
- White, D., Lawless, K., Vivoni, E., Mascaro, G., Pahle, R., Kumar, I., Coli, P., Muñoz-Castillo, R., Moreda, F., & Asfora, M. (2019). Co-Producing Interdisciplinary Knowledge and Action for Sustainable Water Governance: Lessons from the Development of a Water Resources Decision Support System in Pernambuco, Brazil. *Global Challenges*, 3(4), 1800012. <https://doi.org/10.1002/gch2.201800012>