

AXIOMA

AXIOMA - AÑO XVII - Número 25 - Julio - Diciembre 2021

**REVISTA CIENTÍFICA DE DOCENCIA,
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**





Axioma • Año XVII • número 25 • Julio - Diciembre 2021. Revista semestral de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, en las áreas de: investigación, docencia y proyección social. Publicación bilingüe dedicada a estudios relacionados con las ciencias sociales y exactas. Los artículos informativos y opiniones expresadas en las colaboraciones son de exclusiva responsabilidad de los autores.



Directores:

Ph.D. Jesús Muñoz
Ph.D. Augusta Cueva

Editoras:

Ph.D. Jhenny Cayambe
Ph.D. Morella Briceño

Asistente de Edición

Mgs. Irma Daniela Batallas González

Ibarra: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio
Espinosa Pólit. Cdda. "La Victoria"
Teléfono: 06 2615 500 / 06 2615 631
Web Site: www.pucesi.edu.ec

Email: axioma@pucesi.edu.ec

ISSN: 1390-6267

ISSN electrónico: 2550-6684

Indizada/Resumida en
Latindex-Directorio- Catálogo 2.0
Folio 21178

Ilustración de portada:

Título: Academia del progreso

Autor: Joey López
Escuela de Diseño de la PUCE-SI

Diagramación:

Mgs. Oswaldo Portilla Villamagua
0986 514 772

Consejo Editorial Interno

1. Ph.D. NANCY ULLOA ERAZO,
Coordinadora de la Unidad de Comunicación Institucional de la PUCE-SI
2. Ph.D. FRANCKLIN RIVAS ECHEVERRÍA,
Docente de la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI
3. Mgs. EDMUNDO RECALDE POSSO,
Coordinador de Investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales
de la PUCE-SI

Consejo Editorial Externo

1. Ph.D. JUAN MANUEL BENÍTEZ DEL ROSARIO, Decano de la Facultad de
Economía y Turismo y Profesor Titular de la Universidad de Las Palmas
de Gran Canaria
2. Ph.D. AGUSTÍN SANTANA TALAVERA, Profesor titular de la
Universidad de la Laguna-Tenerife-España
3. Ph.D. LARRY FROLICH, Betty Ferguson Endowed Teaching Chair Natural Sciences
Miami Dade College Wolfson Campus
4. Ph. D. JOSEP LINARES, Profesor contratado del Departamento de Química UD de
Edafología y Química Agrícola en la Universidad Politécnica de Valencia - España
5. Ph.D. JUAN CARLOS MARTÍN QUINTANA, Coordinador del Máster Oficial e
Interuniversitario de Intervención Mediación Familiar, Social y Comunitaria de la
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Profesor Titular de Universidad de
Las Palmas de Gran Canaria
6. Ph.D. FRANCISCO CAMPOS FREIRE, Catedrático de la
Universidad de Santiago de Compostela-España
7. Ph.D. PILAR CHARRO BAENA, Docente Catedrática de la Universidad
Rey Juan Carlos
8. Ph.D. STEFOS EFSTATHIOS, Vicerrector Académico - Miembro Interno Comisión
Gestora I Universidad Nacional de Educación
9. Ph.D. MIGUEL TÚÑEZ LÓPEZ, Profesor titular de la Universidad
Santiago de Compostela-España
10. Ph.D. JUAN PABLO SUÁREZ CHACÓN, Grupo de Investigación Microbial Systems
Ecology and Evolution (MS2E) Departamento de Ciencias Biológicas,
Universidad Técnica Particular de Loja
11. Ph.D. OSCAR VALVERDE RIASCOS, Director del programa
de la Maestría en Pedagogía. Pasto - Colombia

Revisión de Estilo y Redacción

Mgs. Daniel Alejandro Díaz Gutiérrez

Traducción

Mgs. Sandra Ayala
Con el aval de la Escuela de Ciencias de la Educación de la PUCE-SI

Corrección general

Centro de Investigación de la PUCE-SI



CIENCIAS NATURALES, MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA

- [COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE ECUATORIANA *CROTON RIVINIFOLIUS* KUNTH \(*EUPHORBIACEAE*\)](#) 5
 CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF THE ECUADORIAN SPECIES *CROTON RIVINIFOLIUS* KUNTH (*EUPHORBIACEAE*)
 Franklin Mauricio Mera Maldonado, José Vinicio Montesinos Jaramillo, Gianluca Gilardoni
- [ESTUDIO DE LA PREVALENCIA DE *SALMONELLA* SPP. Y *ESCHERICHIA COLI* EN HUEVOS COMERCIALES PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTÓN IBARRA](#) 11
 STUDY OF THE PREVALENCE OF *SALMONELLA* SPP. AND *ESCHERICHIA COLI* IN COMMERCIAL EGGS FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE CANTON IBARRA
 Mishel Iveth Villarruel Montesdeoca, Santiago Xavier Mafía Andrade, Manly Enrique Espinosa Benavidez
- [TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA AGROECOLÓGICA CON IDENTIDAD CULTURAL EN LA PROVINCIA DE IMBABURA](#) 17
 AGROECOLOGICAL PRODUCTIVE TRANSFORMATION WITH CULTURAL IDENTITY IN THE PROVINCE OF IMBABURA.
 Edwin Andrés Simbaña Villarreal
- [EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA MERMELEDA DE PIÑA \(*ANANAS SATIVUS*\) CON ADICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA OBTENIDA DE SUBPRODUCTOS DE FRUTAS](#) 24
 QUALITY EVALUATION OF A PINEAPPLE JAM (*ANANAS SATIVUS*) WITH THE ADDITION OF DIETARY FIBER OBTAINED FROM FRUIT BY-PRODUCTS
 Edith María Moreira Chica, Ricardo Ramón Montesdeoca Parraga, Nelson Enrique Mendoza Ganchozo, José Belisario Vera Vera, Karen Johana Piloso Chávez

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

- [COMPARACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL HORMIGÓN EN LOSAS TIPO DECK, UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO VS. MALLA ELECTROSOLDADA](#) 32
 ELECTROSOLDADATECHNICAL-ECONOMIC COMPARISON OF CONCRETE IN DECK-TYPE SLABS, USING STEEL FIBERS VS. WELDED MESH
 WILSON CANDÓ
 Sebastián Constante
- [IDENTIFICACIÓN DE SITIOS POTENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE PARQUEO DE BICICLETAS EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE LOJA, ECUADOR.](#) 43
 IDENTIFICATION OF POTENTIAL SITES FOR THE IMPLEMENTATION OF BICYCLE PARKING AREAS IN THE URBAN AREA OF LOJA CITY, ECUADOR.
 Fabián René Reyes Bueno, Robert Vinicio Mora Romero
- [ECUADOR: PROCESOS CONTEMPORÁNEOS DE REFORMA DEL MERCADO Y MEJORA REGULATORIA](#) 48
 ECUADOR: CONTEMPORARY PROCESSES OF MARKET REFORM AND REGULATORY IMPROVEMENT
 Jennifer Elizabeth Lara Alvear, Rubén Méndez Reátegui, Lissangee Stefania Mendoza García, José Carlos Portilla Ruiz, Jostin Gabriel Suarez Jacome
- [CONDICIONANTES, POTENCIALIDADES Y OPORTUNIDADES PARA GENERAR BIENESTAR: ASENTAMIENTO SAN CAYETANO. LOJA – ECUADOR](#) 56
 CONDITIONING FACTORS, POTENTIALITIES, AND OPPORTUNITIES TO GENERATE WELL-BEING: SAN CAYETANO SETTLEMENT. LOJA – ECUADOR
 Aimeé del Rocío Delgado Cruz, María Gabriela Camargo M, María José Delgado Cruz

CIENCIAS SOCIALES, PERIODISMO, INFORMACIÓN Y DERECHO

- [LA CRISIS PENITENCIARIA EN ECUADOR: ¿UN MAL SIN REMEDIO?](#) 66
 THE PRISON CRISIS IN ECUADOR: A HOPELESS EVIL?
 Janeth Patricia González Malla, Henry Antonio Armijos Campoverde

EDUCACIÓN

- [EL JUEGO COMO HERRAMIENTA GENERADORA DE BIENESTAR PARA NIÑOS HOSPITALIZADOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA](#) 73
 PLAY AS A TOOL FOR GENERATING WELL-BEING FOR HOSPITALIZED CHILDREN: A SYSTEMATIC REVIEW
 JANETH PATRICIA GONZÁLEZ MALLA, HENRY ANTONIO
 Érika Estefanía Yáñez Ortiz

Presentación

Este cambio de época que vive el mundo actual nos ha llevado a cuestionar muchas actividades universitarias que venimos extendiendo desde hace siglos. La investigación sigue siendo el vehículo para poder respondernos a muchas preguntas que laten en el quehacer universitario. Por ejemplo: ¿es coherente que sigamos pensando que la misión de la universidad se cumple al limitarnos a ofrecer a nuestros estudiantes una supuesta calificación para obtener un título profesional con el cual se valgan para salir con él a buscar trabajo? ¿Qué debemos añadir en su preparación para que su paso por la universidad sea realmente competente para emprender iniciativas que complementen su preparación multifacética para la vida personal, laboral o socio familiar?

Estas y muchas otras preguntas de no fácil respuesta nos vienen a recordar la crisis actual y la necesidad de que nuestras universidades investiguen las causas de los problemas que provocan la inestabilidad de nuestra sociedad global, amenazada desde muy diferentes flancos. La Revista AXIOMA tiene esta vocación, consciente de la deshumanización a la que nos está sometiendo una tecno ciencia enajenante del verdadero sentido de la vida humana. Parfraseando a diversos autores del S. XX y del actual (Rahner, Rielo, entre otros), nos atrevemos a reafirmar que la humanidad del S. XXI será teantrópica o mística o dejará de ser, de tener vigencia como tal humanidad. ¿Qué debemos hacer como universidad para ello? ¿Hacia dónde deberían estar orientados los

trabajos de los profesores investigadores que alimentan semestralmente nuestra persistente revista? ¿Se podría complementar su orientación científica, siendo más proclives a las ciencias humanas que nos permitan dar mayores luces a esta necesaria y condicionante humanización de la vida en este enigmático siglo XXI?

En el presente N° 25 de AXIOMA, se nos ofrecen cuatro interesantes trabajos de investigación aplicada en el campo amplio de “Ciencias naturales, matemáticas y estadística”, con equipos de investigación de tres universidades ecuatorianas.

En el campo de “Ingeniería, industria y construcción” contamos en este número de la Revista con cuatro investigaciones corporativas de mucho interés para constructores, para el mercadeo; la satisfacción de necesidades básicas en zonas marginales de las ciudades, así como las nuevas formas de ciclo-movilidad urbana.

Se enriquece esta nueva propuesta de Axioma con dos investigaciones más sobre temas de mucha actualidad: el lacerante problema de la crisis penitenciaria con atentados a los derechos humanos y, en educación, el juego como herramienta generadora de bienestar para niños hospitalizados.

Gracias a todos los que hacen AXIOMA, con nuestro ánimo para seguir adelante en esta importante misión investigadora y propositiva.



Rector PUCE-SI
Ph.D. Jesús Muñoz Diez

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE ECUATORIANA *CROTON RIVINIFOLIUS KUNTH* (EUPHORBIACEAE)

Franklin Mauricio Mera Maldonado^{1*}, José Vinicio Montesinos Jaramillo¹, Gianluca Gilardoni¹

¹Universidad Técnica Particular de Loja: Departamento de Química y Ciencias Exactas, Loja-Ecuador

*Autor para correspondencia: fmmerra2@utpl.edu.ec

Recibido: 2021/04/16

Aprobado: 2021/09/10

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.680>

RESUMEN

Este estudio investigó la composición química y propiedades físicas del aceite esencial, extraído mediante destilación al vapor de la especie *Croton rivinifolius Kunth* del cantón Célica de la provincia de Loja-Ecuador; su análisis se realizó mediante cromatografía de gases acoplado a un detector de espectrometría de masas (GC-MS), cromatografía de gases acoplado a un detector de ionización de llama (GC-FID). Para la caracterización química tanto cualitativa como cuantitativamente se utilizaron columnas apolares (DB-5); en la determinación de la composición química se identificaron un total de 44 compuestos, de los cuales la mayoría son γ -muuroloeno con el 15,3 %, (E)-cariofileno con el 11,7 %, β -elemeno con el 6,4 %, α -humuleno con el 5,7%, ar-curcumeno con el 3,8%, γ -elemeno con el 2,8%, (E)-nerolidol con el 2,7% y el spathunelol con el 2,4%.

Palabras clave: *Croton rivinifolius Kunth*, aceite esencial, composición química, GC-MS, GC-FID

ABSTRACT

This study investigated the chemical composition and physical properties of the essential oil, that was extracted by steam distillation from the *Croton rivinifolius Kunth* species from the Célica canton of the Loja-Ecuador province; their analysis was carried out by gas chromatography coupled to a mass spectrometry detector (GC-MS), gas chromatography coupled to a flame ionization detector (GC-FID). For both qualitative and quantitative chemical characterization, apolar columns (DB-5) were used, in the determination of the chemical composition a total of 44 compounds, were identified, most of which are γ -muuroloene with 15.3%, (E)-caryophyllene with 11.7%, β -elemene with 6.4%, α -humulene with 5.7%, ar-curcumene with 3.8%, γ -elemene with 2.8%, (E)-nerolidol with 2.7% and spathunelol with 2.4%.

Keywords: *Croton rivinifolius Kunth*, essential oil, chemical composition, GC-MS, GC-FID

INTRODUCCIÓN

Las plantas han sido una fuente primordial para el desarrollo de la humanidad, en la región andina se han utilizado recursos vegetales desde hace aproximadamente 10.000 años como fuente de alimento, medicinas, combustible, materiales de construcción y herramientas de todo tipo (Torre *et al.*, 2006; Vélez-Terranova *et al.*, 2014). Las plantas medicinales, se han utilizado por mucho tiempo y actualmente se siguen utilizando como una fuente de nuevos fármacos, debido a la presencia de compuestos bioactivos, propiciando tratamientos para enfermedades neurodegenerativas (Mohanta *et al.*, 2014; Panda *et al.*, 2016). Estas investigaciones han permitido que no solo aumente el número de especies vegetales encontradas, sino que también se han aprovechado los beneficios que estas poseen (Calva, 2017). En Ecuador, existe una gran variedad topográfica y una variedad de climas que favorecen a la existencia de numerosas plantas, de las cuales se han realizado muchos estudios; sin embargo, según lo indican ciertos autores, ello no es suficiente para cubrir la gran diversidad existente (Torre, 2006).

Según Murillo (1999), *Croton* es el segundo género con más riqueza y abundancia dentro de la familia *Euphorbiaceae*, cuenta con un número aproximado de 800 especies de distribución pantropical (Murillo, 2001). Muchas especies de este género se han utilizado en América del sur por poblaciones indígenas, como medicina para el tratamiento del dolor y para trastornos del sistema digestivo (Ávila Ayala, 2014). Esto se señala en un estudio realizado a la especie *Croton alnifolius* L, donde se pudo evidenciar que el uso tradicional del extracto hidroalcohólico de los tallos secos de *Croton alnifolius* es válido para tratar problemas de salud relacionados con leishmaniasis (Inostroza, 2011); cabe destacar un estudio realizado a la especie *Croton celtidifolius* donde se puede evidenciar el efecto antiinflamatorio de la fracción etil acetato del extracto de dicha especie en la pleuritis inducida por carragenanos en ratas machos (Geisson M, 2006).

Los metabolitos secundarios, actúan como medio de defensa en las diferentes condiciones adversas que se presenten (García, 2004; Sepúlveda-Jiménez, 2003). Es importante señalar que la mayoría de los componentes de los aceites esenciales está ampliamente distribuida por toda la planta; además, aunque los aceites esenciales contienen muchos tipos diferentes de compuestos, uno o dos componentes a menudo dominan su opción fisiológica (Tisserand, 2014). Asimismo, es notorio cómo se extraen aceites esenciales de una gran variedad de plantas, mediante varios métodos de los cuales el que más se utiliza es la destilación por arrastre con vapor de agua, que consiste en cerrar en una cámara inerte la muestra, la cual es sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, provocando que la esencia así sea arrastrada y posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa (E. E. Stashenko, 2009).

La composición química de los aceites esenciales es muy compleja, porque posee una mezcla de diferentes compuestos de naturaleza química, con la diferencia y propiedad de que son volátiles y dependen del proceso metabólico de la planta. Por ende este proceso cambia según las condiciones intrínsecas y extrínsecas a las que es sometida dicha planta (Arnaldo *et al.*, 2009), (E. Stashenko *et al.*, 2007).

El presente estudio se basa en el análisis del aceite esencial de la especie *Croton rivinifolius* Kunth perteneciente a la familia *Euphorbiaceae*; el objetivo de esta investigación, es conocer la composición química tanto cualitativa como cuantitativa del aceite esencial de la especie *Croton rivinifolius* Kunth, puesto que no se ha reportado ningún estudio de la

composición química de esta especie, contribuyendo así con información química de la flora ecuatoriana y ayudando por tanto a la identificación de compuestos para futuras investigaciones.

MÉTODOS

Recolección de material vegetal

La recolección del material vegetal de la especie *Croton rivinifolius* Kunth, se realizó en la provincia de Loja- Ecuador, por los alrededores de la cabecera cantonal Célica, a una altitud de 2665 m.s.n.m.; las coordenadas de recolección son 4°06'02.3"S 79°57'09.4"W. Cabe reseñar que esta es una especie de planta que se la puede encontrar en cualquier época del año; la especie fue identificada por el Dr. Nixon Cumbicus Torres, botánico de la UTPL; la planta fue recolectada bajo el permiso del Ministerio del Medio Ambiente (MAE-DNB-2016-0655) y una muestra se encuentra en el herbario de la universidad Técnica Particular de Loja con el número de voucher HUTPL8027.

Destilación y obtención del aceite esencial

El aceite esencial se obtuvo de las partes aéreas de la planta; la destilación se realizó con muestra seca, a la cual se le realizó la destilación por arrastre de vapor en un aparato tipo Clevenger durante 4 horas. Se realizaron cinco (5) destilaciones con 1500, 3200, 4140, 3800 y 4730 gramos de material vegetal; el aceite esencial obtenido se secó con sulfato de sodio anhidro y luego se almacenó a -4°C. El rendimiento se lo expresó en valores medios y valores de desviaciones estándar y se informó como porcentajes p/p.

Análisis físico

La densidad relativa se determinó utilizando un picnómetro de 1 cm³ y el índice de refracción se midió con un refractómetro modelo Abbe Refractometer, Marca Boeco de origen alemán. Todas las propiedades fueron expresadas como valores medios con sus respectivas desviaciones estándar de 3 mediciones.

Análisis químico del aceite esencial

Análisis cualitativo

El aceite esencial fue analizado por GC; se utilizó un equipo Agilent Technologies serie 6890N, acoplado a un espectrómetro de masas Agilent serie 5973N (Santa Clara, CA, USA) y equipado con una columna capilar DB-5MS (5%-fenil-metilpolisiloxano, 30 m, 0,25 mm de diámetro interno, 0,25 µm de espesor de película; J & W Scientific, Folsom, CA, USA). Para la separación de los volátiles constituyentes, se utilizó el siguiente programa de temperatura: 5 minutos a 60°C, 3°C/min hasta 165°C, 15°C/min hasta 250°C, y se mantiene durante 10 minutos. Las temperaturas del inyector y del detector se mantuvieron a 220°C. El gas portador fue helio, a un caudal de 1 ml/min. El inyector funcionó en modo Split, con una relación de división de 1:50. El rango de la masa de adquisición se fijó en 40-350 m/z. Modo de ionización: impacto de electrones (70 eV). El aceite esencial se diluyó 1:100 v/v en diclorometano (Fisher Scientific, 99,9% de pureza) y se inyectó 1ul de la solución.

En las mismas condiciones, se realizaron corridas con una mezcla de alcanos (C9 de BDH, pureza del 99% y C10-C25 de Fluka, pureza del

99%); para la identificación de los componentes del aceite esencial se calcularon los índices de retención lineal según Van Den Dool y Kratz (Arov & Dym, 2018 ; Barzalona & Casanova, 2008). La identificación de los compuestos se realizó por medio de la comparación de los índices de retención lineales y se procedió en la comparación de espectros de masa suministrado experimentalmente con los datos presentes en la bibliografía (Adams, 2007). Esta colección de espectros, publicados espectros fueron obtenidos por GC-MS (columna DB5-MS). En aquellos casos de una asignación correcta de un componente, se han indicado de las hipótesis deducidas a partir de un examen de los espectros de masas a través de la comparación con la base de datos presente en el instrumento (Wiley 7N). El registro de datos de espectros de masas de 2005, ISBN: 0-471-44097-5 es correspondiente al número de parte HP G1035B, 390.000 espectros, 316.934 compuestos.

Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo del aceite esencial se realizó en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies (modelo 6890N), acoplado a un detector de ionización de llama (FID), y utilizando un autoinyector serie 7683N (Agilent, Little Falls, USA); los parámetros analíticos fueron los mismos que se utilizaron en el análisis cualitativo. La composición porcentual se la determinó correlacionando las áreas de los picos del GC con el cromatograma total, sin aplicar ningún factor de corrección, pero normalizando los valores con nonano como patrón interno, los valores del análisis cualitativo se expresan como los valores medios de tres inyecciones. Los parámetros analíticos fueron los mismos como el análisis GC-MS.

RESULTADOS

El aceite esencial de las partes aéreas de la especie *Croton rivinifolius Kunth* se obtuvo mediante destilación con vapor de agua durante 4 horas, el cual dio un rendimiento de 0,0035%, luego de finalizada la destilación, la fase orgánica se colocó en botellas de color ámbar y se almacenó en refrigeración a una temperatura de -4°C. Las propiedades físicas y químicas se detallan a continuación.

Propiedades físicas

Se determinaron dos propiedades físicas: índice de refracción ($n=1,4936 \pm 0,0005$) y densidad relativa ($d=0,919 \pm 0,001$ g/ml); la densidad que se obtuvo es menor a la del agua (1 g/ml), típica de un aceite esencial. Esto, acorde a la bibliografía existente, se debe a la composición propia de los aceites esenciales, que están compuestos fundamentalmente por terpenos y derivados, compuestos orgánicos con átomos ligeros (C, H, O) formando cadenas y anillos (Sánchez, 2006); como la densidad de los aceites esenciales varía entre 0,84 y 1,18 dependiendo de la especie y lugar de origen (Costa-Batllo, 2003), en este contexto algunos autores afirman que las propiedades físicas están determinadas por las características genéticas, ubicación geográfica y estados fenológicos de la planta (Benyelles *et al.*, 2017; Zaibet *et al.*, 2015; Ana-viorica *et al.*, 2014). El índice de refracción es una magnitud exclusiva de cada aceite esencial y que cambia si éste se diluye o se mezcla con otras sustancias. Por lo tanto, se usa como control de calidad de un aceite esencial (Sánchez, 2006).

Composición química

La identificación de los compuestos del aceite esencial se realizó en base a la retención lineal calculada (LRlcal.), índice de retención leída (LRI ref.),

y los espectros de masas, en comparación con la literatura de Robert P. Adams (Rajčević, 2015; Adams, 2007), que nos da la información requerida para poder identificar cada uno de los componentes presentes en el aceite esencial. La tabla 1 presenta los componentes del aceite esencial de la especie *Croton rivinifolius Kunth*, determinado por GC-MS y cuantificado por GC-FID. Se pudieron identificar cuarenta y cuatro compuestos del aceite esencial, lo que representó el 79,96% de todo el aceite esencial, entre monoterpenos 1,21%, sesquiterpenos 68,2% y otros compuestos 1,77% e indeterminados 8,78%; los compuestos mayoritarios presentes en el aceite esencial fueron γ -muuroleno con el 15,3%, (E)-cariofileno con el 11,7 %, β -elemeno con el 6,4 %, α -humuleno con el 5,7%, ar-curcumeno con el 3,8 %, γ -elemeno con el 2,8%, (E)-nerolidol con el 2,7% y el spathunelol con el 2,4%.

Tabla 1. Composición Química del aceite esencial de *Croton rivinifolius Kunth* de la provincia de Loja- Ecuador

Picos	Compuesto	LRlcal ^a	LRI ref ^b	Área Relativa % ^c	σ
1	α -pineno	936	939	traza	-
2	β -pineno	976	979	traza	-
3	δ -3-careno	1006	1011	0,3	0,13
4	limoneno	1025	1029	traza	-
5	1,8 cineol	1028	1031	0,1	0,01
6	linalool	1099	1096	0,6	0,03
7	n-nonanal	1104	1100	0,3	0,01
8	2-undecanona	1292	1294	0,5	0,09
9	indeterminado	1327	-	0,7	0,20
10	δ -elemeno	1331	1338	0,3	0,01
11	α -copaeno	1370	1376	1,9	0,05
12	β -bourboneno	1377	1388	0,4	0,01
13	β -cubebeno	1382	1388	0,4	0,02
14	β -elemeno	1385	1390	6,4	0,13
15	(E)-cariofileno	1412	1419	11,7	0,33
16	β -gurjuneno	1422	1433	0,3	0,01
17	γ -elemeno	1424	1436	2,8	0,01
18	α -trans- berga- moteno	1429	1434	0,2	0,01
19	β -copaeno	1437	1432	0,2	0,01
20	α -humuleno	1448	1454	5,7	0,07
21	indeterminado	1452	-	0,6	0,07
22	cis-cadi- na-1(6),4-dieno	1455	1463	traza	-
23	indeterminado	1470	-	1,1	0,03
24	γ -muuroleno	1475	1479	15,3	0,24
25	ar-curcumeno	1478	1480	3,8	0,13
26	indeterminado	1481	-	0,4	0,23
27	trans-muuro- la-4(14),5-dieno	1484	1493	0,5	0,64

Picos	Compuesto	LRIcal ^a	LRI re ^b	Área Relativa % ^c	σ
28	biciclogerma-creno	1488	1500	3,1	0,90
29	α -muuroleno	1493	1500	0,8	0,27
30	γ -cadineno	1506	1513	0,9	0,38
31	cubebol	1509	1515	0,8	0,19
32	δ -cadineno	1513	1523	2,2	0,66
33	indeterminado	1526	-	0,6	0,02
34	germacreno B	1551	1561	0,1	0,03
35	indeterminado	1556	-	0,2	0,07
36	(E)-nerolidol	1560	1563	2,7	1,08
37	spathunelol	1570	1578	2,4	0,11
38	davanona	1576	1587	1,0	0,22
39	indeterminado	1579	-	traza	-
40	viridiflorol	1587	1592	0,3	0,37
41	epóxido de humeleno II	1601	1608	0,7	0,01
42	1,10-di-epi-cubebol	1609	1619	1,2	0,01
43	indeterminado	1616	-	traza	-
44	epi- α -cadinol	1639	1640	0,7	0,16
45	α -muurolol (=torreyol)	1644	1646	0,2	0,15
46	α -cadinol	1652	1654	traza	-
47	shyobunol	1688	1689	traza	-
48	2-pentadecanona	1697	1697	traza	-
49	indeterminado	1709	-	0,2	0,02
50	indeterminado	1836	-	traza	-
51	ciclopentadecanólida	1841	1833	1,2	0,08
52	(5E,9E)-acetona de farnesilo	1909	1913	0,8	0,54
53	(E,E)-geranil linalol	2024	2027	traza	-
54	n-octadecanol	2082	2077	traza	-
55	indeterminado	2109	-	5,5	0,27
Monoterpenos Hidrocarbonados				0,47 %	
Monoterpenos Oxigenados				0,74 %	
Sesquiterpenos Oxigenados				11,56 %	
Sesquiterpenos Hidrocarbonados				56,64 %	
Ni				8,78%	
Otros				1,77 %	
Totales identificados				79,96%	

^aÍndices de retención lineal calculados (LRI) en columna capilar DB-5MS;

^bÍndices de retención lineal según literatura; c los valores porcentuales

relativos son la media de tres determinaciones con una desviación estándar relativa (% RSD), Ni: indeterminados.

En la figura 1 se muestra un cromatograma típico del aceite esencial de la especie *Croton rivinifolius* Kunth

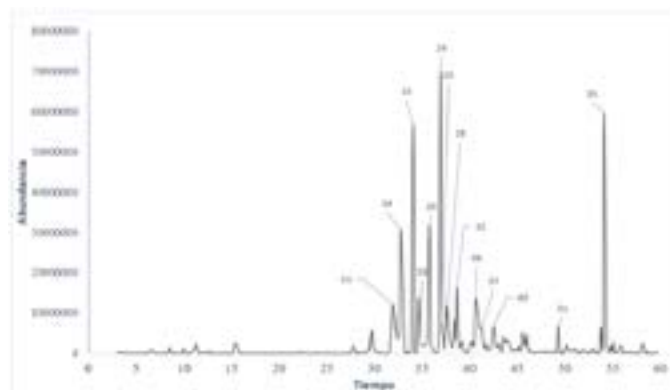


Figura 1. Cromatograma de gases típico del aceite esencial, especie *Croton rivinifolius* Kunth

A lo largo de la historia se han utilizado plantas de todo tipo para la medicina tradicional (para tratar trastornos digestivos, inflamatorios y hasta ciertas enfermedades como la leishmaniasis), en la actualidad, se han encontrado diferentes compuestos que han dado un gran valor a la medicina, todo esto gracias al estudio de especies vegetales las cuales no solo han aportado un gran valor en la farmacéutica, sino también en la industria textil, alimenticia, cosmética, etc. (López, 2004).

La obtención de nuevos aceites esenciales permite conocer y abrir un campo para nuevas investigaciones, sobre el estudio de sus diferentes compuestos y aplicaciones; por ello, este estudio nos da a conocer sobre los componentes presentes en este aceite esencial obtenido de la especie *Croton rivinifolius* Kunth.

La cuantificación se la realizó mediante el método basado en las entalpías de combustión, el cual permite una descripción del 100% de los compuestos presentes en el aceite esencial, a través de los factores de respuesta de cada componente y su área determinada en FID (De Saint Laumer *et al.*, 2015 ; Tissot *et al.*, 2012).

En el análisis del aceite esencial de *Croton rivinifolius* Kunth, determinado por GC-MS y cuantificado por GC-FID, fueron hallados 54 compuestos, de los cuales 44 se pudieron identificar (ver tabla 1). Se encontró una gran cantidad de sesquiterpenos (68,21%), incluidos γ -elemeno, γ -cadineno, α -humuleno, β -elemeno, β -cubebeno, (E)-cariofileno, γ -muuroleno siendo estos dos últimos los compuestos mayoritarios, que en compañía de los monoterpenos (1,21%) son los compuestos con mayor presencia en la especie *Croton rivinifolius* Kunth (Coy Barrera & Gómez, 2015); en otros estudios de AE de especies del género *Croton* como en *C. trinitatis* se encontraron que en su mayoría poseía sesquiterpenos (principalmente cariofileno) el cual también se encuentra presente en la especie *Croton rivinifolius* (Jaramillo-Colorado, 2016).

Ello confirma por qué el género *Croton* es uno de los más estudiados por su alto contenido de actividad biológica y su amplio rango de usos a nivel etnobotánico mostrado por diversas investigaciones (Barrera *et al.*, 2016); como ejemplo, sus hojas se usan como agente cicatrizante; además, posee propiedades antiinflamatorias, antisépticas y hemostáticas, así como antidiarreicas (Tamariz O., 2013; Luna & Suárez, 2018). Especies del género *croton* como *Croton celtidifolius* y *Croton malambo* son utilizadas de forma ancestral para

el tratamiento de diabetes, diarrea, reumatismo, úlcera gástrica y como antiinflamatorio y analgésico (G. M. Nardi et al., 2003; Suárez et al., 2003). Hay pocos informes sobre la química de la especie *Croton rivinifolius Kunth*, pero en análisis realizados a diferentes especies del género *Croton* recolectadas en la amazonia brasilera, como *C. cajucara*, *C. grandulosus*, *C. palanostigma*, *C. sacaquinha*, *C. pullei*, *C. trinitatis*, se reportaron diferentes tipos de compuestos, de los cuales se encontraron dos tipos de quimiotipos; para el quimiotipo A, los componentes mayoritarios hallados fueron: cariofileno, bicilogermacreno, α -humuleno. Para el quimiotipo B fueron germacreno, cariofileno y β -elemeno (Maia & Andrade, 2009).

Entre los compuestos en el aceite esencial de *Croton rivinifolius Kunth* encontramos el β -elemeno, compuesto de interés científico debido a su capacidad antitumoral, con el cual se han realizado experimentos que han demostrado que tiene efectos antiproliferativos hacia algunos tipos de cánceres como glioblastoma, mama, hígado, laringe, leucemia y ovarios (Zhu et al., 2011; Yao et al., 2008). En un estudio realizado por Jürg Gertsch del Instituto Federal Suizo de Tecnología, el cariofileno demostró ser agonista selectivo del receptor cannabinoide de tipo 2 y ejercer efectos significativos antiinflamatorios en ratones; no obstante, si este compuesto es capaz de modular los procesos inflamatorios en los seres humanos a través de la sistema endocannabinoide es aún desconocido (Gertsch et al., 2008).

CONCLUSIONES

El presente estudio aportó al conocimiento de los aceites esenciales como el primer análisis de la especie *Croton rivinifolius Kunth*, pudiendo determinar cuarenta y cuatro compuestos que representan el 79,96% total del aceite esencial, siendo los más abundantes los sesquiterpenos. Los compuestos mayoritarios fueron γ -muuleno con el 15,3%, (E)-cariofileno con el 11,7%, β -elemeno con el 6,4 %, α -humuleno con el 5,7%, ar-curcumeno con el 3,8% y el γ -elemeno con el 2,8%.

Agradecimientos

Estamos agradecidos con el programa de maestría en Química Aplicada de la Universidad Particular de Loja, Ecuador, por su apoyo tanto científico como financiero.

Contribuciones de los autores: Todos los autores enumerados en este trabajo proporcionaron contribuciones académicas al desarrollo de este manuscrito; investigación: Franklin Mera Maldonado; análisis formal: José Vinicio Montesinos; revisión y edición: Gianluca Gilardoni.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

REFERENCIAS

Adams, P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. En *Biochemical Systematics and Ecology* (Vol. 24, Número 6). [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(96\)83708-2](https://doi.org/10.1016/0305-1978(96)83708-2)

Ana-viorica, P. O. P. C., Tofană, M., Socaci, S. A., Nagy, M., Fărcaș, A., Borș, M. D., Salanță, L., Feier, D., & Vârva, L. (2014). Comparative Study Regarding the Chemical Composition of Essential Oils of Some Salvia Species. *Hop and Medicinal Plants*, 22(1–2), 79–91.

Arnaldo, L., Lira, D. L. E. O., Paola, M., & Van, C. M. (2009). Redalyc. ¿Son realmente útiles los aceites esenciales? *Boletín*

Latinoamericanos y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 8(5), 317–322. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=85611977001>

Arov, D. Z., & Dym, H. (2018). A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Operator Theory: Advances and Applications*, 266(3), 225–254. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70262-9_7

Avila Ayala, M. (2014). *Estudio Fitoquímico de las Hojas de la Planta Croton malambo Karst.* (Tesis de Grado), Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.

Barrera, C. A. C., Gómez, D. C., & Castiblanco, F. A. (2016). Medicinal importance of Croton genus (Euphorbiaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(2), 234–247.

Barzalona, M., & Casanova, J. (2008). *Chemical variability of the leaf oil of 113 hybrids from April*, 152–163. <https://doi.org/10.1002/ffj>

Benyelles, B., Allali, H., Mohamed A., Djabou, N., Paolini, J., Costa, J. (2017). Chemical Composition Variability of Essential Oils of *Daucus gracilis* Steinh. from Algeria. *Chemistry and Biodiversity*, 14(6), 72–82. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201600490>

Calva, J., Bec, N., Gilardoni, G., Larroque, C., Cartuche, L., Bicchì, C., Montesinos, J. (2017). Acorenone B: AChE and BChE inhibitor as a major compound of the essential oil distilled from the ecuadorian species *niphogeton dissecta* (Benth.) J.F. Macbr. *Pharmaceuticals*, 10(4), 72–82. <https://doi.org/10.3390/ph10040084>

Costa-Batlloori. (2003). *Extracción y Análisis de Propiedades Antioxidantes del Romero*. Real Academia de Ciencias Veterinarias. Recuperado el 16 de mayo de 2021 de <http://www.racve.es/actividades/ciencias-basicas/2003-10-08PereCostaBatllori.htm>

Coy Barrera, C. A., & Gómez, D. C. (2015). Characterization and Chemical Variability of Two Essential Oils From *Croton funkianus* (Euphorbiaceae). *Ciencia en Desarrollo*, 6(2), 155–160. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882015000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es

De Saint Laumer, J. Y., Leocata, S., Tissot, E., Baroux, L., Kampf, D. M., Merle, P., Boschung, A., Seyfried, M., & Chaintreau, A. (2015). Prediction of response factors for gas chromatography with flame ionization detection: Algorithm improvement, extension to silylated compounds, and application to the quantification of metabolites. *Journal of Separation Science*, 38(18), 3209–3217. <https://doi.org/10.1002/jssc.201500106>

García, D. (2004). Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. *Pastos y forrajes*, 27(1), 1–12.

Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., Racz, I., Chen, J. Z., Xie, X. Q., Altmann, K. H., Karsak, M., & Zimmer, A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(26), 9099–9104. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803601105>

Inostroza, L. A., Hernández, E. M., Casanova, H. E., & Castro, A. J. (2011). Evaluación de la actividad leishmanicida y toxicidad aguda del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Croton alnifolius*. *Ciencia e Investigación*, 14(2), 15–21. <https://doi.org/10.15381/ci.v14i2.3164>

Jaramillo-Colorado, B., Duarte-Restrepo, E., & Jaimes, L. (2016). Bioactividad del aceite esencial de *Croton trinitatis* Millsp Colombiano. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 15(4), 249–257.

López, M. (2004). Los aceites esenciales. *Elsevier*, 23(7), 88–91. Recuperado el 16 de mayo del 2021 de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-aceites-esenciales-13064296>

Luna, R., & Suárez, A. (2018). *Estudio fitoquímico de los extractos*

- apolares de la especie ecuatoriana Croton rivinifolius Kunth* [Universidad Técnica Particular de Loja]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21996>
- Maia, O. G. S., & Andrade, L. H. A. (2009). Database of the amazon aromatic plants and their essential oils. *Quimica Nova*, 32(3), 595–622. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300006>
- Mohanta, T. K., Tamboli, Y., & Zubaidha, P. K. (2014). Phytochemical and medicinal importance of Ginkgo biloba L. *Natural Product Research*, 28(10), 746–752. <https://doi.org/10.1080/14786419.2013.879303>
- Nardi, G. M., Felippi, R., DalBó, S., Siqueira-Junior, J. M., Arruda, D. C., Delle Monache, F., Timbola, A. K., Pizzolatti, M. G., Ckless, K., & Ribeiro-do-Valle, R. M. (2003). Anti-inflammatory and antioxidant effects of Croton celtidifolius bark. *Phytomedicine*, 10(2–3), 176–184. <https://doi.org/10.1078/094471103321659906>
- Nardi, Geisson Marcos, DalBó, S., Monache, F. D., Pizzolatti, M. G., & Ribeiro-do-Valle, R. M. (2006). Antinociceptive effect of Croton celtidifolius Baill (Euphorbiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 107(1), 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.02.012>
- Panda, S. K., Mohanta, Y. K., Padhi, L., Park, Y. H., Mohanta, T. K., & Bae, H. (2016). Large scale screening of ethnomedicinal plants for identification of potential antibacterial compounds. *Molecules*, 21(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules21030293>
- Rajčević, N., Marin, P. D., Vujisić, L., Krivošej, Z., Vajs, V., & Janačković, P. (2015). Chemical composition of Aster albanicus Deg. (Asteraceae) essential oil: Taxonomical implications. *Archives of Biological Sciences*, 67(3), 1055–1061. <https://doi.org/10.2298/ABS150223068R>
- Murillo, R. M., Jakupovic, J., Rivera, J., Castro, V., (2001). Diterpenes and other constituents from Croton draco. *Rev Biol Trop*, 49(1), 259–264. www.ots.ac.cr
- Sánchez, O. (2006). *Manual-practico-de-Aceites-esenciales-aromas-y-perfumes*, 1era Ed., España, Aiyana.
- Sepúlveda-jiménez, G. (2003). Sepúlveda Jiménez, Gabriela; Porta Ducoing, Helena; Rocha Sosa, Mario. *Rev Mex Fitopatol*, 21(3), 355–363. <http://redalyc.uaemex.mx>
- Stashenko, E., Ruiz, C., Tunarosa, F., & Martínez Morales, J. (2007). Estudio comparativo por gc-ms de metabolitos secundarios volátiles de dos quimiotipos de lippia organoides h.b.k., obtenidos por diferentes técnicas de extracción. *Scientia Et Technica*, 13(33), 325–328. <https://doi.org/10.22517/23447214.5813>
- Suárez, A. I., Compagnone, R. S., Salazar-Bookaman, M. M., Tillett, S., Delle Monache, F., Di Giulio, C., & Bruges, G. (2003). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of Croton malambo bark aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 88(1), 11–14. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00179-X](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00179-X)
- Tamariz Ortiz, J. H., Capcha Mendoza, R., Palomino Cadenas, E. J., Aguilar Solano, J. (2013). Actividad antibacteriana de la Sangre de Grado (Croton lechleri) frente al Helicobacter pylori. *Revista Medica Herediana*, 14(2), 81. <https://doi.org/10.20453/rmh.v14i2.760>
- Tisserand, R. (2014). *Essential Oil Safety*, 2da Ed., Londres, Editorial Phytotherapy Research.
- Tissot, E., Rochat, S., Debonneville, C., & Chaintreau, A. (2012). Rapid GC-FID quantification technique without authentic samples using predicted response factors. *Flavour and Fragrance Journal*, 27(4), 290–296. <https://doi.org/10.1002/ffj.3098>
- Torre, L. D. La, Muriel, P., & Balslev, H. (2006). Etnobotánica en los Andes del Ecuador. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 48(2), 246–267. c:\%5CUsers%\%5CUsuario%\%5CDocuments%\%5CBibliografia Etnobotanica%\%5CTorre de la et a.2006.Etnobotanica en los Andes del Ecuador.pdf
- Vélez-Terranova, M., Gaona, R. C., & Sánchez-Guerrero, H. (2014). Use of plant secondary metabolites to reduce ruminal methanogenesis. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 489–499.
- Yao, Y. Q., Ding, X., Jia, Y. C., Huang, C. X., Wang, Y. Z., & Xu, Y. H. (2008). Anti-tumor effect of β -elemene in glioblastoma cells depends on p38 MAPK activation. *Cancer Letters*, 264(1), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.01.049>
- Zaibet, W., Laouer, H., Amira, S., Flamini, G., Ramdani, M., & Akkal, S. (2015). Chemical composition and biological activities of daucus aureus essential oils from eastern Algeria. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 60(4), 2721–2728. <https://doi.org/10.4067/s0717-97072015000400017>
- Zhu, T., Xu, Y., Dong, B., Zhang, J., Wei, Z., Xu, Y., & Yao, Y. (2011). B-Elemene Inhibits Proliferation of Human Glioblastoma Cells Through the Activation of Glia Maturation Factor B and Induces Sensitization To Cisplatin. *Oncology Reports*, 26(2), 405–413. <https://doi.org/10.3892/or.2011.1276>

ESTUDIO DE LA PREVALENCIA DE *SALMONELLA* SPP. Y *ESCHERICHIA COLI* EN HUEVOS COMERCIALES PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTÓN IBARRA

Mishel Iveth Villarruel Montesdeoca¹, Santiago Xavier Mafía Andrade¹, Manly Enrique Espinosa Benavidez¹

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Ibarra

*Autor para correspondencia: sxmafia@pucesi.edu.ec

Recibido: 2021/04/08 Aprobado: 2021/06/28

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.683>

RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son un problema importante en la salud pública y la prevalencia de las mismas permite conocer la calidad higiénico-sanitaria de los alimentos. Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, aplicando la metodología de muestreo no probabilístico en el cuál se muestrearon aleatoriamente ocho sitios de expendio, de los cuales cuatro corresponden al denominado sector A (cadenas comerciales) y los otros cuatro del sector B (distribuidores mayoristas) de huevo comercial en la ciudad de Ibarra, de este modo, se escogieron al azar 10 huevos por sitio de expendio, dando así un total de 80 huevos analizados. De cada huevo se tomaron muestras de clara, yema y cascarón para cultivos de *Salmonella* spp., así como de *Escherichia coli*. Como resultado del análisis microbiológico se obtuvo un total de 18 muestras positivas: uno en clara, dos en cascarón y siete en yema para *Salmonella* spp., y tres en cascarón, cuatro en yema y uno en clara para *Escherichia coli*.

Posteriormente a esta identificación, se realizó la extracción de ADN y por medio de la técnica de RFLP (fragmentos de restricción de longitud polimórfica, por sus siglas en inglés) se reveló la existencia de cuatro grupos de cepas para *Salmonella* spp., y cuatro grupos de cepas para *Escherichia coli*, mismos que arrojaron una prevalencia del 4,16% y 3,33% respectivamente, siendo el sector B (distribuidores mayoristas) el de mayor prevalencia. En conclusión, los sitios de expendio del Cantón Ibarra demostraron que en un 62% no cumplen con las medidas higiénicas y sanitarias establecidas en la NTE INEN 1973:2013.

Palabras clave: *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, RFLP, ETA

ABSTRACT

Food-borne diseases (FDs) are an important public health problem and their prevalence allows us to know the hygienic-sanitary quality of food. A descriptive cross-sectional study was carried out, the non-probabilistic sampling methodology was applied in which eight retail outlets were randomly sampled, of which four correspond to the so-called sector A (commercial chains) and the other four from sector B (distributors). wholesalers) of commercial eggs in the city of Ibarra, thus, 10 eggs were randomly chosen per place of sale, thus giving a total of 80 eggs analyzed. White, yolk, and shell samples were taken from each egg for *Salmonella* spp. And *Escherichia coli* cultures. As a result of the microbiological analysis, a total of 18 positive samples were obtained, one in white, two in shell, and seven in yolk for *Salmonella* spp., And three in shell, four in the yolk, and one in white for *Escherichia coli*. After this identification, DNA extraction was carried out and using the RFLP technique (Restriction Fragments Length Polymorphism), the existence of four groups of strains for *Salmonella* spp., And four groups of strains for *Escherichia coli*, were revealed. Which yielded a prevalence of 4.16% and 3.33% respectively, being sector B (wholesale distributors) the one with the highest prevalence. In conclusion, the points of sale of the Cantón Ibarra demonstrated that 62% do not comply with the hygienic sanitary measures established in the NTE INEN 1973: 2013.

Keywords: *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, RFLP, FDs.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2019) exponen su intranquilidad por el nivel de inocuidad de los alimentos obtenidos de fuentes primarias; así, en los últimos decenios se ha registrado un incremento de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), considerándose entre las enfermedades centrales de notificación obligatoria.

La Salmonelosis es una de las principales enfermedades zoonóticas que afecta a las aves, y puede ser originada en el interior de la gallina o por contacto con superficies contaminadas en el lugar de producción; por otro lado, la contaminación por *Escherichia coli* implica la interacción entre humanos, animales y plantas. Una toxiinfección en el ser humano por cualquiera de estos dos microorganismos provoca síntomas como diarrea, fiebre, náuseas, entre otros (Moro, 2012).

En el Ecuador existe un estimado de muertes anuales de 1.000 personas por Salmonelosis aguda a causa del efecto combinado entre la malnutrición y la infección (Acosta, 2016). Así mismo, cientos de miles de personas se hallan afectados a causa de la *Escherichia coli* produciendo muertes y enfermedad constantes; además, en los últimos tiempos, los brotes han ido incrementándose, originando de esta forma un impacto sobre la seguridad alimentaria (FAO, 2019). Actualmente existen pocos aportes científicos sobre la prevalencia de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y otras enterobacterias en huevos, debido a que los estudios de aislamiento bacteriano resultan costosos, lentos y complicados.

Hoy en día existen varias técnicas de detección de microorganismos en alimentos propuestos por: USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), ISO (Organización Internacional de Normalización), NTE INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). En la presente investigación se desarrolló las técnicas propuestas por la NTE INEN 1973:2013 con la aplicación de métodos PCR y RFLP para la identificación de *Salmonella* spp., y *Escherichia coli* tal como lo han desarrollado en sus estudios los autores Rojas; (2017), Acosta; (2016) y Montero; (2016).

Es importante considerar que el huevo es uno de los alimentos de origen animal de mayor consumo; constituye una importante fuente de proteínas, vitaminas, grasas y minerales; es de reducido valor económico y posee gran importancia en la nutrición infantil tiene un impacto directo sobre la Inocuidad Alimentaria y Salud Pública, lo que lo hizo acreedor a formar parte del proyecto del Buen Vivir en Ecuador (Montero, 2016).

Partiendo de esta premisa, se justifica la importancia de la presente investigación, debido a que, determinada la prevalencia de contaminantes bacterianos, se establece la calidad del huevo para beneficio del consumidor, ya que como consecuencias de ingerir un producto contaminado se generan enfermedades trascendentales que generan un impacto social en la salud pública además de ocasionar un elevado gasto económico llegando a provocar incluso la muerte en los casos más graves.

MÉTODOS

Determinación de la muestra

Para determinar la muestra en la presente investigación se obtuvo un listado de más de 300 expendios otorgado por la ARCSA (Agencia

de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria), de los cuales mediante muestreo no probabilístico se tomaron las muestras al azar, siguiendo la metodología de Hernández (2014); para estudios exploratorios las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de casos depende del criterio del investigador; como se muestra en la figura 1 se replicó la técnica de recolección de diversos autores (Acosta, 2016); (Estrada y Valencia, 2012); (Rojas, 2017).

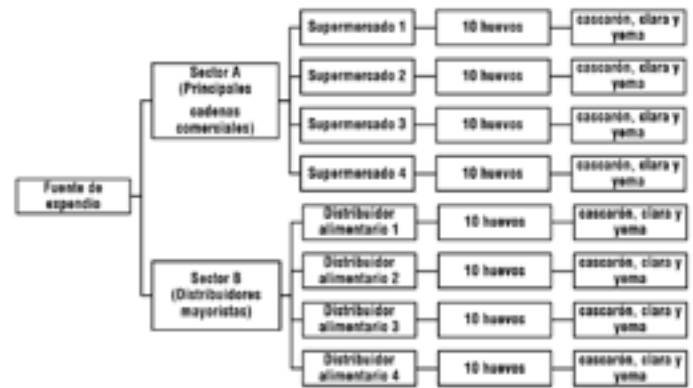


Figura 1. Definición y recolección de las muestras

Ubicación del área de estudio

La investigación experimental se llevó a cabo en el cantón Ibarra provincia de Imbabura (Ecuador), en diferentes expendios correspondientes a cuatro distribuidores mayoristas y cuatro cadenas comerciales, como se detalla en la figura 2.



Figura 2. Sitios de muestreo, por ArcGIS (2020)

Variables dependientes evaluadas

Prevalencia de *Salmonella* spp., y *Escherichia coli*.

Análisis microbiológico y conteo de UFC (Unidades Formadoras de Colonias)

Inicialmente se preparó Agar EMB, Agar SS, Agua peptonada y caldo nutritivo; se procedió a realizar la siembra de las muestras en las cajas o placas de Petri, siguiendo la metodología descrita en la NTE INEN 1973:2013; se realizó la siembra en un medio estéril, colocando 1 ml de muestra diluida (1:10000 ó x10⁴) de clara, yema y cascarón. Se incubó en la estufa a 37°C durante 24 a 48 horas para su posterior análisis en el contador de colonias. En total se evaluó 80 huevos de gallina en los componentes del huevo clara, yema y cascarón.

Aislamiento de colonias de *Salmonella* spp., y *Escherichia coli*

Para realizar la confirmación del crecimiento de colonias de *Salmonella* spp., y *Escherichia coli* se evaluó el conteo de UFC en las placas Petri con agar SS y agar EMB del fabricante Acumedia respectivamente; se tomó las colonias para depositar posteriormente en tubos con caldo nutritivo (NutrientBroth) del fabricante Titan Biotech LTD., a 37°C y se dejó las muestras en el refrigerador mínimo durante 48 horas hasta proceder a la extracción de ADN, siguiendo el procedimiento expuesto por Loaiza *et al* (2011).

Extracción de ADN

Con las colonias de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* previamente aisladas y cultivadas en caldo nutritivo, se procedió a la extracción de ADN de bacterianas gramnegativas con el uso del Mini kit de ADN genómico PureLink™ (Invitrogen, 2018).

Análisis molecular

A través de la PCR (Reacción en cadena de polimerasa, por sus siglas en inglés) se procedió a la amplificación del gen ADN_r 16s, en donde se usó Primers (iniciadores) universales para el dominio de bacterias, 907r y P3.

Las temperaturas y ciclos con los que se trabajó para cada etapa fueron: desnaturalización inicial a 94°C durante 5 minutos, seguido por otros 30 ciclos de desnaturalización a 94°C con 30 segundos de duración, alineamiento a 55,6°C durante 45 segundos y elongación a 72°C por 90 segundos; por último, una extensión final a 72°C durante 90 segundos (Pérez de Saltos, 2010).

Posteriormente los productos de la PCR fueron evaluados en gel de agarosa al 1%; se ajustó los polos positivos y negativos y se calibró el voltaje y el tiempo a 90V por 40 minutos respectivamente. Una vez listo el gel se llevó hasta el transiluminador y se visualizó el tamaño de los productos amplificados.

Para realizar el procedimiento de RFLP se usó cinco enzimas de restricción: ApaI, SacII, HindIII, Anza 11 EcoRI, Anza 65 MspI replicando la técnica de la investigadora Rojas (2017) para hacer los cortes respectivos; se colocó en gel al 1% y se tomó fotografías, las cuales fueron procesadas mediante el software "primer 7" para realizar los análisis de similitud. Las muestras se compararon para saber si son o no cepas similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prevalencia de *Salmonella* spp.

En la investigación se constató que, de los 240 cultivos microbiológicos, el 4,16% (10 muestras) presentan contaminación con *Salmonella* spp., como se muestra en la figura 3.

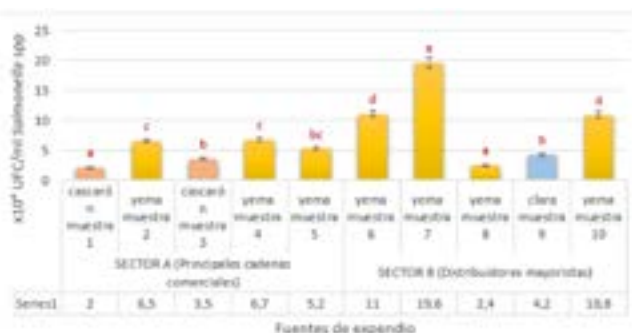


Figura 3. Promedio de UFC/ml de *Salmonella* spp., en las fuentes de expendio de huevo comercial de gallina

Las fuentes de expendio del cantón Ibarra presentan contaminación de la bacteria *Salmonella* spp. Sin embargo, el sector B desarrolla una mayor prevalencia en comparación al sector A; es así que se obtiene como promedio un total de 7,19 x10⁴ UFC/ml y un rango de 2 x10⁴ UFC/ml hasta 19,6 x10⁴ UFC/ml.

Como se puede apreciar en la figura 3, se encontró mayor prevalencia de *Salmonella* spp. en el Sector B correspondiente a los distribuidores mayoristas; esto se puede deber a que el producto de estas fuentes no cumple con las medidas sanitarias ni de bioseguridad adecuada ya sea en el sitio de producción, transporte, almacenamiento, etc. Son muchos los factores que definen la contaminación del huevo a nivel de cascarón, clara y especialmente yema (en donde se encontró mayor contaminación).

Existe diferencia estadística entre el sector A y el sector B ya que los contajes de UFC/ml para *Salmonella* spp., son diferentes, y van de la "a" hasta la "e"; es así que se acepta la hipótesis alternativa, la cual establece la desigualdad de valores entre sectores. Además, tanto en el sector A como en el B existe una correlación de R² mayor a 0,5 con respecto al promedio de UFC/ml de *Salmonella* spp., indicando una correlación lineal significativa.

Prevalencia de *Escherichia coli*

En la investigación se constató que, de los 240 cultivos microbiológicos, el 3,33% (ocho muestras) presentan contaminación con *Escherichia coli* como se muestra en la figura 4.

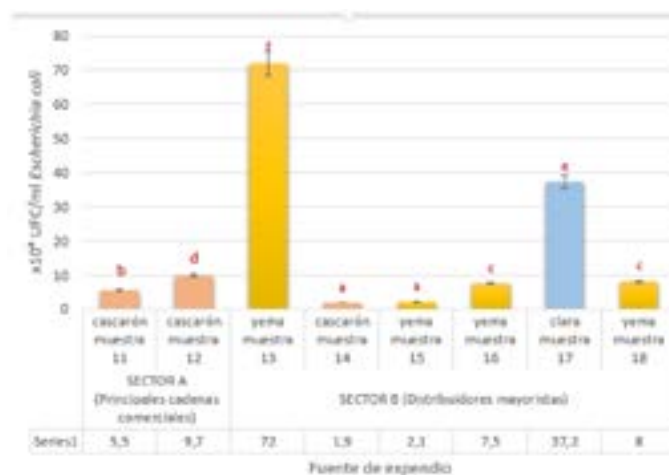


Figura 4. Promedio de UFC/ml de *Escherichia coli*, en las fuentes de expendio de huevo comercial de gallina

Se obtuvo mayor prevalencia en el sector B, específicamente por la muestra de yema 48 con 72 x10⁴ UFC/ml y la muestra de clara 70 con 37,2 x10⁴ UFC/ml; la explicación a estos resultados se halla en la información proporcionada por el Médico Veterinario Vásquez (2011), quién en su publicación detalla que cuando la cutícula no ejerce su función de impermeabilidad y efecto tapón de los poros del cascarón del huevo, la *Escherichia coli* invade su contenido interno, aunque hay otros factores que predisponen a esta contaminación de forma lateral, por medio de la inadecuada manipulación del huevo recién puesto, mal desarrollo de la recolección, incorrecta desinfección e irregulares condiciones de almacenamiento.

Existe diferencia estadística entre el sector A y el sector B ya que los contajes de UFC/ml para *Escherichia coli* son diferentes, y van de la "a" hasta la "f"; es así que se acepta la hipótesis alternativa, la cual

establece la desigualdad de valores entre sectores. Además, tanto en el sector A como en el B existe una correlación de R2 mayor a 0,5 con respecto al promedio de UFC/ml de *Escherichia coli*, indicando una correlación lineal significativa.

Análisis de similitud para *Salmonella* spp.

Como se puede observar en la figura 5, para determinar la similitud y abundancia de cepas de una misma especie se hizo un agrupamiento de similitud de Bray-Curtis, indicándose cuatro grupos.

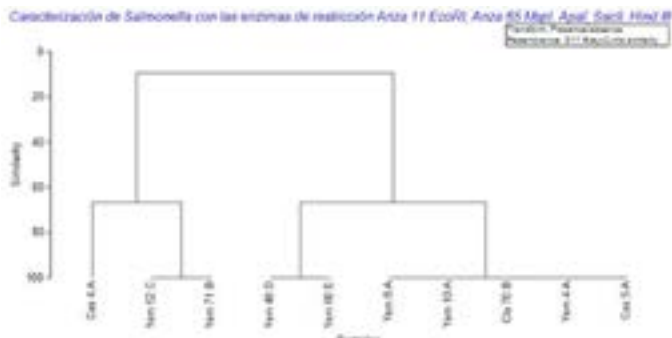


Figura 5. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis de 10 muestras de *Salmonella* spp., caracterizadas con la enzima de restricción Anza 11 EcoRI, Anza 65 MspI, ApaI, SacII, Hind III; por Software Primer 7

La figura 6 indica un agrupamiento de similitud MDS no métrico, en donde se puede observar con porcentajes el índice de similitud de cepas pertenecientes a *Salmonella* spp. Los agrupamientos presentan similitudes del 40% al 80%; por lo tanto, se deduce que dichas muestras comparten la misma cepa de *Salmonella* spp. Además, se deduce que la contaminación se debe a un mal manejo en los procesos de la cadena alimentaria del huevo (Hernández *et al.*, 2018).



Figura 6. Agrupamiento de similitud MDS no métrico de 10 muestras de *Salmonella* spp., caracterizadas con la enzima de restricción Anza 11 EcoRI, Anza 65 MspI, ApaI, SacII, Hind III; por Software Primer 7

En la figura 7 se presentan cuatro grupos de acuerdo con el agrupamiento de similitud de Bray-Curtis.

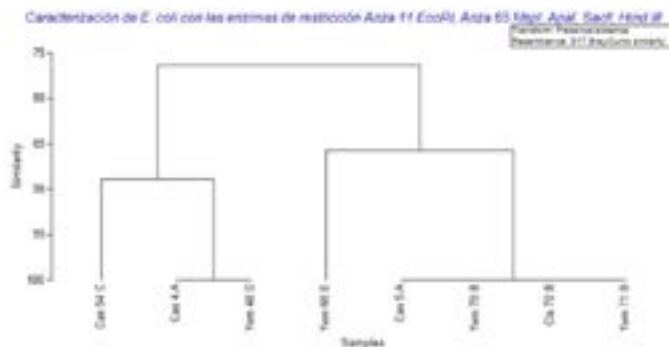


Figura 7. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis de 8 muestras de *Escherichia coli* caracterizadas con la enzima de restricción Anza 11 EcoRI, Anza 65 MspI, ApaI, SacII, Hind III; por Software Primer 7

En la figura 8 se visualiza la segregación de diversos grupos con similitudes del 75% y 85%, lo que indica la homogeneidad de cepas existentes en el género *Escherichia* presente en huevos de gallina.

Cabe recalcar que la aplicación de este método para determinar similitudes entre agrupamientos (en este caso, de cepas de un género de bacteria) es una caracterización tentativa que no representa el 100% de eficacia ya que las bacterias mutan constantemente sus serotipos o cepas (Bonfil, 2007).



Figura 8. Agrupamiento de similitud MDS no métrico de 8 muestras de *Escherichia coli* caracterizadas con la enzima de restricción Anza 11 EcoRI, Anza 65 MspI, ApaI, SacII, Hind III; por Software Primer 7

La prevalencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* se da más en la yema de huevo ya que 11 muestras presentaron contaminación con estos microorganismos, en comparación con la clara (que solo arroja dos muestras contaminadas con *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* respectivamente) y cascarón (cinco muestras contaminadas con menor contenido de UFC de ambas bacterias). Moro (2012) indica que las yemas incorporan y “secuestran” los residuos durante semanas anteriores a la ovulación; esto se debe a la capacidad de los ovarios de las gallinas para captar contaminantes; así, estos ingresan a la yema por medio del alimento que las gallinas consumen, y por ende a los productos obtenidos de las mismas. Sin embargo y adicional a lo indicado, Loaiza *et al* (2011) recalcan que por lo general las bacterias como *Salmonella* spp., se localizan en la clara pero, a medida que el huevo envejece, las membranas de la yema se deterioran y permiten el ingreso de microorganismos; asimismo, la temperatura ambiente favorece su proliferación, por lo que se considera que lo ideal es mantener el producto en refrigeración.

Gibert (2010) destaca que han desarrollado estudios sobre la similitud que pueden presentar cepas patógenas de *Escherichia coli* aviaries (APEC) y de origen humano, que causa brotes toxiinfecciosos, y advierte

que sí tienen la capacidad de transmitir una zoonosis, ya que incluso comparten serotipos y factores de virulencia.

En proyectos de investigación sobre *Salmonella* spp., Suárez *et al* (2000) acotan que los huevos de gallina son un vector principal para la transmisión de *Salmonellosis* en humanos; por ende, es importante estudiar todos los factores que intervienen en la transmisión de la bacteria al huevo para encontrar los ejes fundamentales de su patogenicidad con relación a las afecciones humanas. Esto es de gran impacto social ya que a partir de ahí se podría impartir e implementar planes de prevención para reducir las enfermedades por *Salmonellosis*.

CONCLUSIONES

El 62% (5/8) de los sitios de expendio, tanto del sector A como del sector B, no cumplen con las condiciones higiénico-sanitarias para el consumo seguro de huevos de gallina en la ciudad de Ibarra, ya que los huevos presentaron contaminación con *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* en clara, yema y cascarón.

Se determinó la prevalencia de *Salmonella* spp., obteniendo como resultado el 12,5% huevos contaminados, en donde la clara representa el 1,25% de contaminación, la yema representa el 8,75% y la contaminación en cascarón representa el 2,5%. En total, el sector B (distribuidores mayoristas) es el que mayor contaminación presentó. La muestra de yema número 7; fue la de mayor carga contaminante con una presencia de $19,6 \times 10^4$ UFC/ml de *Salmonella* spp. Este huevo, de haber sido consumido por una persona, entrañaría un patente riesgo de infección según estos indicadores.

Se determinó la prevalencia de *Escherichia coli*, obteniendo como resultado el 10% huevos contaminados, en donde la clara representa el 1,25% de contaminación, la contaminación en yema representa el 5% y la contaminación en cascarón representa el 3,75% siendo nuevamente el sector B (distribuidores mayoristas) el que mayor contaminación presentó. La muestra de yema número 13 fue la de mayor carga contaminante con una presencia de 72×10^4 UFC/ml de *Escherichia coli*. Dicho producto hubiera entrañado un riesgo sensible para el consumidor.

De acuerdo con el análisis de similitud desarrollado para *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* se definen cuatro grupos de cepas para cada género.

Recomendaciones

Para determinar el origen de contaminación de los huevos comerciales, se recomienda continuar un estudio en campo, el cual debe seguir el rastro en toda la cadena productiva, empezando por realizar el control de salud, manejo, alojamiento, alimentación, bioseguridad y sanidad de los animales en granja; producción y recepción del huevo; almacén de envases y embalajes; cinta transportadora, cámara de miraje, pesaje y clasificación; embazado y embalado; almacenamiento, transporte y distribución.

Para ampliar la información epidemiológica de las enterobacterias estudiadas, se debe aumentar el número de muestras, número de expendios y otros mercados en la ciudad de Ibarra.

Agradecimientos

La primera autora expresa: Mi especial agradecimiento al Dr. Manly Espinosa Benavides⁺, quien fue el principal impulsor para la realización de este trabajo de investigación; quiero expresarle mi admiración por ser un excelente profesional, hombre de lucha, perseverancia y constancia; es para mí un ejemplo de vida.

Contribución de los autores Mishel Iveth Villarruel Montesdeoca: Autora principal, elaboración de experimentos y toma de muestras, elaboración del escrito y correcciones ; Santiago Xavier Mafla Andrade: Autor secundario, elaboración de experimentos y toma de muestras, elaboración del escrito y correcciones; Manly Enrique Espinosa Benavidez (+) elaboración de experimentos y toma de muestras.

Conflicto de intereses: no existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Acosta, F. (2016). *Caracterización de Salmonella (Salmonella spp) en huevos frescos de gallinas mediante la utilización del sistema microgen gn a en la parroquia de Cotaló* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24288/1/Tesis%2068%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20436.pdf>
- Andrade, J. (2016). *Efecto de los metales pesados sobre a microbiota acuática bacteriana en el río Guayllabamba en el sector de la comunidad corazón del Chontal-Intag* (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra). <http://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/539>
- Bonfil, C. (2007). Cambios en la estructura de la asociación de diatomeas epifitas de *Macrocyctis pyrifera* (L.) C. Ag. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512008000100005
- Estrada, J., y Valencia, B. (2012). *Determinación de Salmonella spp. En huevos frescos de gallina en los principales mercados de la Ciudad de Quito*. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/599>
- FAO. (2019). Prevención de la E. coli en los alimentos: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf
- Gibert, M. (2010). *Detección y caracterización de aislados de Escherichia coli de origen clínico y fecal en gallinas ponedoras* (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid). <https://eprints.ucm.es/10514/1/T31540.pdf>
- Hernández, L., Sanjuán, E., Millán de Larriva, R., Carrascosa, C., Quintana, M., y Pérez, E. (2018). Propuesta de sistemática para el control de la calidad bromatológica de huevos de Gran Canaria en el entorno APPCC. *Facultad de Veterinaria de la ULPGC*, 18, pp.1-5. https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/9910/1/0280574_00004_0003.pdf
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Invitrogen. (2018). PureLink® Genomic DNA Kits. Obtenido de Thermo Fisher Scientific: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/K182001>
- Loaiza, J., Sánchez, M., Henao, S., y Cardona, N. (2011). *Detección de bacterias contaminantes en huevos para consumo en Medellín y su área Metropolitana*. (Tesis de pregrado, Universidad CES). <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/2037/1945>

- Montero, A. (2016). *Caracterización de salmonella (Salmonella spp) en huevos frescos de gallinas mediante la utilización del sistema microgen gn a en la parroquia Cotaló*. (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24288/1/Tesis%2068%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20436.pdf>
- Moro, F. (20 de Julio de 2012). Contaminación y microbiología del huevo. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/contaminacion-microbiologia-huevo-t32289.htm>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (15 de Agosto de 2016). Enfermedades de transmisión alimentaria. <http://www.alimentosecuador.com/2015/11/17/enfermedades-de-transmision-alimentaria/>
- Promega. (2017). Genomics Essentials. *PROMEGA BIOTECH*, 68.
- Rojas, C. (2017). *Estudio de la prevalencia de Salmonella y E.coli, en pollos de engorde de planteles avícolas del cantón Ibarra, mediante análisis microbiológico, PCR y RFLP, para la propuesta de un plan de manejo sanitario* (Tesis de pregrado, PUCESI).
- Suárez, M., y Jorge, M. (2000). *Presencia de Salmonella serovariedad Enteritidis en productos de origen avícola y su repercusión en salud pública*. (Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia). <http://www.iatreia.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/viewFile/349/271>
- ThermoFisher. (2020). Anza Restriction Enzyme Finder Tool. <https://www.thermofisher.com/ec/en/home/life-science/cloning/restriction-enzyme-digestion-and-ligation/restriction-enzyme-cloning/anza-enzyme-selection-tool.html>
- Vásquez, C. (7 de Julio de 2011). Escherichia coli patógeno aviar. Recuperado de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/escherichia-coli-patogeno-aviar-t28854.htm>

TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA AGROECOLÓGICA CON IDENTIDAD CULTURAL EN LA PROVINCIA DE IMBABURA

Edwin Andrés Simbaña Villarreal¹

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

*Autor para correspondencia: esimbania@pucesi.edu.ec

Recibido: 2021/09/01

Aprobado: 2021/10/09

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.738>

RESUMEN

Esta investigación identifica las dimensiones que inciden en la transformación productiva agroecológica (TPA) en la provincia de Imbabura – Ecuador y cuáles son los factores más importantes para diseñar un sistema de producción de alimentos sanos a partir de las ventajas competitivas existentes en el territorio, las cuales deben articular una estrategia que facilite la transición a un nuevo modelo basado en cuatro variables o componentes, a saber Identidad Cultural (IC), Gestión Empresarial (GE), Innovación Institucional (II) y Desarrollo Tecnológico (DT).

Para tal efecto, se caracterizaron los territorios rurales con el objetivo de determinar aquellos factores que contribuyen a la innovación productiva, por lo que se investigó 34 dimensiones de las variables (7.IC, 10.GE, 11.II y 6.DT); con una muestra de 1312 agricultores y mediante un análisis de regresión logística se logró identificar la relación que tienen con la TPA, siendo relevantes: 1.- la eliminación del analfabetismo y el mejoramiento del nivel de escolaridad, 2.- la asociatividad en procura de cantidad y calidad, 3.- los ingresos extra agropecuarios, 4.- la conectividad y 5.- los servicios técnicos como el riego. Estudiando los efectos marginales, se determinó aquellas dimensiones que tienen mayor probabilidad de impacto en la TPA como: 1.- riego tecnificado (17,42%), 2.- ingresos extra agropecuarios (11,26%), 3.- conectividad (10,28%), 4.- crédito (10,26%) y 5.- cobertura telefónica (7,03%); de menor impacto son la vialidad, el nivel de educación y el tamaño de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA). A pesar de que los territorios son ricos en patrimonio cultural, esta variable no es significativa, pues sus actores sociales no perciben la importancia de la economía “cultural” a diferencia del desarrollo tecnológico y la gestión empresarial. que sí logran impactar en la transformación productiva de esta importante actividad económica.

Palabras clave: Transición, agroecología, riego, diversificación, conectividad, crédito

ABSTRACT

This research identifies the dimensions that have an impact on the agro-ecological productive transformation (APT) in the province of Imbabura - Ecuador and which are the most important ones to design a healthy food production system to design a healthy food production system based on the existing competitive advantages of the territory, which should articulate a strategy to facilitate the transition to a new model based on four variables or components, which are; Cultural Identity (CI), Business Management (BM), Institutional Innovation (II) and Technological Development (TD).

For this purpose, rural territories were characterized to determine those factors that contribute to product innovation, so 34 dimensions of the variables (7. CI, 10. BM, 11. II and 6. TD) were investigated in 1312 farmers and through a logistic regression analysis it was possible to identify the relationship they have with APT, being relevant: 1. - Elimination of illiteracy and improvement of the level of schooling 2.- associativity in search of quantity and quality 3.- extra agricultural income 4.- connectivity and, 5.- technical services such as irrigation. Studying the marginal effects, it was determined that those with the greatest probability of impact on the APT are: 1.- technified irrigation (17.42%)



2.- extra agricultural income (11.26%) 3.- connectivity (10.28%) 4.- credit (10.26%) and 5.- telephone coverage (7.03%) of lesser impact are roads, level of education and size of the Agricultural Production Unit (APU). Despite the fact that the territories are rich in cultural heritage, this variable is not significant, since their social actors do not perceive the importance of the "cultural" economy, unlike technological development and business management, which do have an impact on the productive transformation of this important economic activity.

Keywords: Transition, agro-ecology, irrigation, diversification, connectivity, credit

INTRODUCCIÓN

El Estado de bienestar y el desarrollo económico es un tema que preocupa a muchos países, más aún en un mundo globalizado, donde el crecimiento económico, la generación de trabajo digno, la igualdad de oportunidades, la lucha contra la pobreza, la desigualdad y la discriminación son temas muy importantes para la convivencia social (Daibe y Riesco, 2006). Esto se lo ha vivido más intensamente con la pandemia producida por el coronavirus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad Covid19, que ha sacado a la luz grandes problemas de la humanidad entre ellos la pobreza y la desigualdad (UNICEF, 2020); estos factores socioeconómicos afectan gravemente a los sectores más vulnerables como el campesinado. Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, la pobreza por ingresos en el 2020 afectó al 32.4% de la población, y la pobreza extrema al 14.9%; en el sector rural, la pobreza es del 47,9% y en la parte urbana 25,1% (INEC 2020). La pobreza está afectando fuertemente al sector rural, especialmente en donde hay una alta concentración campesina indígena como es el caso de los cantones Otavalo y Cotacachi en la provincia de Imbabura, pues su actividad productiva está basada en la agricultura convencional de subsistencia, la cual no logra satisfacer sus necesidades (Simbaña, 2017).

Según el estudio realizado a 1312 agricultores (jefes de familia) localizados en los 36 territorios rurales de la provincia, el tamaño promedio de la unidad productiva es de 3,78 hectáreas, lo que refleja una producción a pequeña escala y por ende una baja rentabilidad que se traduce en 152,94 dólares al mes para sostener a una familia de 5 miembros promedio, cuya principal fuente de ingresos es la producción agrícola sin una tecnología adecuada, ausente de riego tecnificado, con suelos pobres en nutrientes, sin maquinaria apropiada y con un sistema de comercialización injusto, (el 50 % lo hace a través de intermediarios). En estas condiciones la situación es compleja de resolver, además de tratarse de ser un sistema que produce daños a la naturaleza, a los seres humanos, contribuye al empobrecimiento y limita el desarrollo (Vallejo et al, 2014); por ende, es necesario innovar la forma de producir para que las familias campesinas puedan satisfacer sus demandas, logren mejorar sus ingresos, aumentar su seguridad alimentaria, construir un hábitat saludable, desarrollar una adecuada gestión empresarial y ser capaces de influir en la formulación de políticas públicas. (Yurjevic, 1998).

La agroecología es un sistema innovador de producción de alimentos sanos, más aún cuando se aprovecha elementos del patrimonio cultural de los pueblos y para ello es necesario identificar algunos ejes de acción que armonicen el territorio, por ejemplo; a nivel local es lo endógeno y se debe aprovechar sustentablemente los recursos existentes, a nivel provincial es lo exógeno de suma importancia para acercar a los productores al contexto global y a nivel nacional, se deben introducir grandes cambios mediante políticas, incentivos y regulaciones (Venegas, 2009).

Según Ranaboldo y Venegas (2007), una efectiva transformación productiva agroecológica está en función de cuatro variables: Identidad

Cultural (IC), Gestión Empresarial (GE), Innovación Institucional (II), y Desarrollo Tecnológico (DT), por lo que se analizó el comportamiento de las variables por medio de dimensiones particulares, concretamente 7 IC, 10 GE, 11 II y 6 DT. Para establecer la relación que existe con la transformación productiva, se realizó un análisis de regresión logística que ayudó a clarificar la interacción entre ellas (Ferre, 2019). Los hallazgos preliminares fueron corroborados por un estudio de efectos marginales que determinó la probabilidad de impacto expresada en términos de la renta del predio.

El objetivo que orientó la investigación fue caracterizar socioeconómicamente a los territorios rurales de la provincia de Imbabura y sus unidades de producción agropecuaria, para identificar las dimensiones de las variables que influyen en el diseño de un sistema de producción agroecológica, siendo las principales: 1.- riego tecnificado, 2.- ingresos extra agropecuarios, 3.- conectividad, 4.- crédito y 5.- telefonía.

La sostenibilidad del predio no depende únicamente de la dotación de recursos que pueda disponer el campesino, sino también de las ventajas competitivas del territorio y el beneficio que otros factores pueden aportar al sistema de producción como la agrobiodiversidad y la resiliencia (Altieri, 1995).

MÉTODOS

Unidad de Investigación

Fueron investigadas familias campesinas rurales que tienen un sistema de producción basado en una Unidad de Producción Agropecuaria (UPA), tal y como se establece en Beltrán y Cupuerán (2015), con una extensión de tierra de 500 m² o más, con dedicación total o parcial, considerada como una unidad económica que desarrolla su actividad bajo una dirección única, independientemente de su forma de tenencia y de su ubicación geográfica; además utiliza indistintamente los medios de producción en la superficie que la conforma (INEC, 2001). Para efectos de esta investigación se consideró que una vivienda en el sector rural tiene una UPA.

Muestra

Se aplicó una encuesta con el fin de obtener información primaria y la técnica elegida fue un muestreo probabilístico aleatorio. El tamaño de muestra estuvo determinado por la siguiente fórmula (Posso, 2005):

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

n Tamaño de la muestra.

N Tamaño de la población, número total de viviendas rurales en la provincia de Imbabura. (37.139)

Z Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1,96 para $\alpha=0,05$ y 2,58 para $\alpha=0,01$.

P Prevalencia esperada del parámetro a evaluar.

Q 1-p

I Error que se prevé cometer (6.5%) a nivel cantonal

La toma de datos fue a nivel de las viviendas ubicadas en las parroquias rurales que conforman un cantón en la provincia de Imbabura, en donde se aplicaron 1312 encuestas.

Hipótesis, variables y dimensiones

La investigación plantea como variable dependiente la transformación productiva agroecológica en la provincia de Imbabura, la cual está en función de la existencia de ventajas competitivas sostenibles con capacidad de generar prosperidad a la población local (Porter, 2008) y de articular una red de cambios para potencializar el territorio (Schejtman, 2009). Las variables explicativas independientes o covariables son: 1.- Gestión Empresarial, 2.- Desarrollo Tecnológico, 3.- Innovación Institucional y 4.- Identidad Cultural. (Ver figura 1). Cada una de ellas tiene sus dimensiones que explican su comportamiento; así:

1.- Es importante el desenvolvimiento de los agricultores para ejercer una adecuada gestión empresarial. La dinámica comercial emergerá por la incidencia en la formulación de políticas coherentes, eficaces y eficientes para el desarrollo de nuevos mercados y el aprovechamiento de los emergentes (Yurjevich, 1996). Las dimensiones estudiadas son; a) superficie total de la UPA, b) superficie agrícola, c) predio propio, d) predio arrendado, e) predio al partir, f) número de fuentes de ingresos, g) venta al intermediario, h) venta directa al mercado, i) asociatividad y j) conectividad.

2.- El desarrollo tecnológico es fundamental en el manejo agroecológico de los predios campesinos y la conservación de los recursos naturales para obtener alimentos saludables en un marco de sustentabilidad del mundo rural. (Infante-San Martín, 2004). Se investigó: a) proporción de la UPA dedicada a la agricultura, b) capacitación técnica, c) tecnología de producción, d) riego, e) uso de agroquímicos y f) equipamiento.

3.- Las instituciones juegan un papel importante en el diseño de políticas e incentivos que contribuyen a que el capital social madure y tenga las facilidades del caso para lograr una efectiva transformación productiva y competitividad territorial (Farell et al, 1999). La innovación institucional es el resultado de políticas públicas e incentivos que articulan el territorio y fortalecen la identidad cultural como expresión de innovación y calidad (Flores, 2008). Se estudiaron: a) servicio de energía eléctrica, b) cobertura de telefonía, c) políticas públicas, d) apoyo Ministerio de Agricultura y Ganadería, e) apoyo Ministerio de Inclusión Económica y Social, f) apoyo Gobierno Provincial de Imbabura, g) apoyo municipal, h) apoyo parroquial, i) ningún apoyo, j) vialidad y k) crédito.

4.- La Identidad cultural genera la síntesis de las otras variables porque desarrolla un sentimiento de pertenencia en cuanto a sus relaciones histórico – culturales y crea lazos de solidaridad. Ningún factor actúa de manera aislada, la clave está en los procesos de interacción y agregación de valor que aporta esta variable (Torrey, 2011). Se abordó: a) sexo, b) edad, c) educación, d) identificación indígena, e) identificación mestiza, f) Integración o participación en fiestas locales, g) producción libre de químicos.



Figura 1. Territorios Agroecológicos con Identidad Cultural

Pregunta a responder

¿La transformación productiva agroecológica (TPA) en la provincia de Imbabura, está en función de ventajas competitivas del territorio, las cuales tienen la capacidad de impulsar un sistema productivo que brinde prosperidad a la población local?

Prueba de hipótesis

Para probar la hipótesis fue útil el modelo de regresión logística, el cual consiste en predecir la presencia o ausencia de un resultado de la variable categórica (dependiente) en función de las independientes. Este modelo es similar al de regresión lineal, pero está diseñado para que la variable dependiente sea dicotómica, es decir entre dos opciones 0 ó 1 (Hosmer, Lemeshow y Sturdivant, 2013).

La variable dependiente es la transformación productiva agroecológica y se mide por la rentabilidad de la UPA, como resultado de la existencia de ventajas competitivas sostenibles socialmente inclusivas (Bateman y Snell 2009), es decir: gestión empresarial, desarrollo tecnológico, innovación institucional e identidad cultural. Si existe rentabilidad es probable la transformación productiva, en caso contrario es improbable (CEPAL, 1996). El modelo no identifica relaciones causales sino la dirección y el grado de asociación de las variables independientes respecto a la dependiente (Agresti, 2007). Es decir, se establece la probabilidad de que la agricultura campesina sea "con rentabilidad" o "sin rentabilidad".

La variable dependiente es dicotómica: la opción base es "con rentabilidad" y la otra opción es "sin rentabilidad". Para dicotomizar esta variable que es representativa (Cumsille y Bangdiwala, 2000), se procedió de la siguiente manera:

En base a los datos de la encuesta, se calcularon los ingresos y los gastos de la unidad productiva, se determinó la diferencia entre ingresos y gastos, y, finalmente, este valor se dividió para los ingresos con lo que se obtiene un margen que es igual a: $(\text{ingreso-gasto}) / \text{ingreso}$.

El valor del margen puede ser negativo, cero o positivo. Si es negativo quiere decir que el ingreso es menor que el gasto; si es cero el ingreso es igual al gasto y si es positivo, el ingreso es mayor al gasto. Este margen se utilizó para clasificar en agricultores "con rentabilidad" y "sin rentabilidad" con los siguientes criterios:

Si el margen es mayor o igual a la tasa de interés activa mensual y el ingreso es mayor al costo de la canasta familiar vital, entonces es un agricultor “con rentabilidad”; en caso contrario es un agricultor “sin rentabilidad”. El modelo de respuesta dicotómica se representa mediante la siguiente ecuación (Amat, 2019):

$$Probabilidad (Y_i = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_i}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_i}}$$

Donde Y_i es la variable de respuesta binaria o dicotómica, X_i son las dimensiones explicativas de las variables del modelo que se detallan en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dimensiones que tienen relación con la rentabilidad de la UPA son: nivel de educación (años de estudio), tamaño del predio (superficie), la diversidad del ingreso extra agropecuario (fuentes de ingreso), telefonía, riego (tecnificado y no), vialidad, crédito y conectividad. Llama la atención la autodeterminación indígena y la gestión del predio, con la modalidad “al partido”; su coeficiente es negativo, es decir, no aportan al modelo, así como otras que constan en la Tabla 1.

Para corroborar estos resultados, se realizó un análisis de efectos marginales, el cual consiste en calcular la derivada parcial de la variable dependiente (Ballesteros, 2018). Y_i es en este caso el indicador de rentabilidad, con respecto de las dimensiones explicativas de las variables independientes X_i (34) y se interpreta como el cambio producido en Y_i (rentabilidad) cuando X_i (sexo, edad, educación,) aumenta una unidad.

La dimensión que más aportaría positivamente al indicador de rentabilidad es el riego tecnificado que pertenece a la variable de desarrollo tecnológico; existe un 17,42 % de probabilidad de que la rentabilidad de la UPA mejore si se cuenta con riego tecnificado, lo que significa un alto impacto tanto en productividad como en rentabilidad (Martínez y Porras, 2017).

Los ingresos extra agropecuarios de la variable de gestión empresarial también impactan en la variable dependiente; es decir, si hay otro ingreso a la economía campesina como por ejemplo el agroturismo, hay una probabilidad del 11,26% de mejorar la rentabilidad. Este tipo de ingreso resulta importante para la sostenibilidad de la unidad productiva (Martínez, 2013). La conectividad también de la misma variable es influyente puesto que es una prioridad para la transformación económica de acuerdo al Foro Económico Mundial (Schwab y Zahidi, 2020). Si se mejoran los medios para acceso a la información (por ejemplo, teléfono inteligente) existe la probabilidad del 10,28 % de impactar en el indicador. El acceder a un crédito tiene la probabilidad del 10,26 %. Sin embargo, no es un factor que promueve al crecimiento de la producción agrícola (Chagerben, Moreno y Chagerben, 2020).

El riego sin tecnología impacta en la rentabilidad; hay una probabilidad del 7,6% de que ocurra ello, siendo esto un factor clave para la producción a pequeña escala.

El teléfono como servicio básico también incide, con una probabilidad del 7%. La vialidad rural o las vías de comunicación es otra dimensión importante de la variable innovación institucional pues incide en un 3,35%.

Tabla 1. Variables y dimensiones explicativas del modelo y su significancia estadística.

No	Variable	Dimensión	Coefficiente	Error Stand	P>/z/	Significancia
1	IC	Sexo	0,152	0,162	0,348	
2	IC	Edad	0,006	0,006	0,340	
3	IC	Educación	0,090	0,189	0,000	**
4	IC	Indígena	-0,877	0,437	0,045	*
5	IC	Participación en fiestas	0,043	0,069	0,535	
6	IC	Producción sin químicos	-0,242	0,156	0,121	
7	IC	Mestizo	-0,497	0,426	0,243	
8	GE	Superficie (hectáreas)	0,039	0,012	0,001	**
9	GE	Superficie agrícola (%)	0,007	0,003	0,784	
10	GE	Predio propio	-0,796	0,437	0,069	
11	GE	Predio arrendado	-0,350	0,487	0,473	
12	GE	Predio al partir	-0,144	0,516	0,005	**
13	GE	N. de fuentes ingresos	0,572	0,089	0,000	**
14	GE	Venta al intermediario	-0,583	0,437	0,182	
15	GE	Venta al mercado	-0,758	0,430	0,078	
16	GE	Asociado	0,135	0,212	0,523	
17	GE	Conectividad	0,522	0,118	0,000	**
18	DT	Capacitación	0,046	0,203	0,821	
19	DT	Agroquímicos	0,125	0,206	0,546	
20	DT	Mixta	0,207	0,181	0,252	
21	DT	Riego con tecnología	0,807	0,181	0,000	**
22	DT	Riego sin tecnología	0,375	0,175	0,032	*
23	DT	Equipamiento	0,079	0,140	0,572	
24	II	Políticas públicas	-0,220	0,193	0,255	
25	II	Ninguna institución	0,163	0,413	0,693	
26	II	MAGAP	0,636	0,408	0,119	
27	II	MIES	0,067	0,536	0,901	
28	II	GPI	0,427	0,455	0,348	
29	II	Municipio	0,027	0,563	0,962	
30	II	Junta parroquial	0,528	0,437	0,226	
31	II	Vialidad	0,170	0,073	0,020	*
32	II	Crédito	0,504	0,147	0,001	**
33	II	Energía eléctrica	0,339	0,487	0,487	
34	II	Telefonía	0,345	0,154	0,025	*
		Constante	-0,348	0,978	0,000	

IC Identidad Cultural, GE Gestión Empresarial, DT Desarrollo Tecnológico, II Innovación Institucional

* valores significativos $p < 0.005$. ** valores muy significativos $p < 0.001$

Asimismo, el nivel de educación alcanza una probabilidad del 1,77%. Si se aumenta el nivel de educación, se logra incidir en el margen de rentabilidad: cuanto mayor educación, mayor ingreso; ello es cierto sobre todo si se pone énfasis en el desarrollo de experiencias de identidad cultural, las cuales reflejan la capacidad creativa del agricultor y su proceso de desarrollo (Orduna, 2003).

Dentro del grupo de dimensiones que impactan positivamente, existe una cuya incidencia es baja (0,76%) y tiene que ver con el tamaño del predio. A mayor superficie, mayor renta.

Es importante destacar dos dimensiones que revelan la no rentabilidad de la actividad productiva; una de ellas tiene que ver con la identidad cultural y es el hecho de autoidentificarse como indígena; el arreglo matemático refleja un 16,25% de probabilidad de no ser rentable; esto explica el patrón entre pobreza y comunidades indígenas (Cimadamore, Eversole y McNeish, 2006). Las actividades agropecuarias no son rentables para los indígenas del territorio por lo que se configura una situación de desigualdad e inequidad. Esto explica que la agricultura convencional es nociva para los campesinos indígenas pues demanda de insumos externos para obtener productividad, lo que involucra altos costos de producción sin un retorno apropiado (Arce, 2020).

Finalmente, existe una probabilidad del 20,35% de no ser rentable cuando el recurso tierra es trabajado en partes iguales, es decir 50% para el trabajador y 50 % para el propietario, demostrando por ende que esta es una modalidad inapropiada (véase Figura 2).

La variable que potencializa la transformación productiva y la dinamización de la economía en un territorio es su identidad cultural, mediante la valorización de sus productos y servicios, lo que permite tener una especialización y ventaja competitiva por la imagen que generan los productos agropecuarios (Olazabal, Rodríguez y González, 2021). Las dimensiones que abordan la producción de alimentos sin químicos o agroecológicos, sus expresiones tradicionales o festivas y la diversidad étnica son valores que expresan, leen e interpretan una cultura (Soto, 2006); el estudio determina que no tienen relación con el modelo. Esto refleja que la economía "cultural" no está muy arraigada en sus diferentes actores. Por lo tanto valorizar económicamente la identidad cultural de los territorios rurales significa plantearse la posibilidad de aliviar la pobreza rural (Fonte y Ranaboldo, 2007). Además, constituye una oportunidad para su desarrollo (Venegas, 2015).

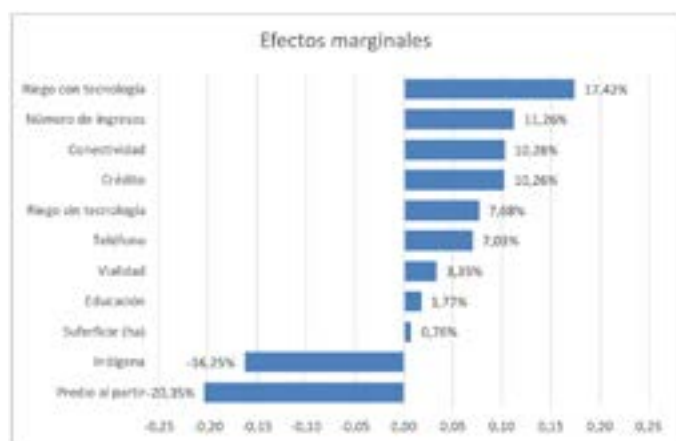


Figura 2. Peso de las dimensiones explicativas en la variable dependiente

CONCLUSIONES

En función de los resultados encontrados, la transformación productiva agroecológica es factible y depende de la existencia de ventajas competitivas sostenibles y socialmente incluyentes del territorio, siendo las que más impactan: el riego tecnificado y no (DT), los ingresos extra agropecuarios del predio (GE), conectividad (GE), acceso al crédito (II), telefonía (II), vialidad (II), nivel de educación (IC), y el tamaño del predio (GE), por lo que se acepta la hipótesis planteada.

Las dimensiones de las variables, expresadas como ventajas competitivas por su impacto en la economía campesina, tienen la capacidad de impulsar un sistema agroecológico que brinde prosperidad a la población local en armonía con los diferentes niveles de organización territorial; éstas logran además influir en la capacidad de gestión empresarial, promueven la innovación y el desarrollo tecnológico, incentivan la voluntad política de promover la agroecología como vía para asegurar la seguridad y la soberanía alimentaria.

El sector indígena del territorio tiene una capacidad disminuida para afrontar los efectos negativos de la producción convencional de alimentos por lo que son aislados económicamente. Dicho de otro modo, el ser indígena está vinculado a la pobreza. Para el 36% de ellos, su actividad productiva no les aporta rentabilidad, es decir el sistema productivo actual es injusto con este grupo poblacional.

Imbabura se caracteriza por su biodiversidad; en ella se encuentra parte de dos reservas ecológicas: Cayambe – Coca en el cantón Pimampiro y Cotacachi – Cayapas en el cantón Cotacachi. En cuanto a diversidad étnica se localizan seis pueblos, Karanquis, Awás y Afroecuatorianos en Ibarra, Natabuelas en Antonio Ante, Otavalos y Kayambis en Otavalo. De las 38 zonas de vida de Holdridge, 14 se encuentran en el territorio rural. Las zonas que más predominan son: 1.- Bosque muy húmedo montano. (29%), 2.- Bosque muy húmedo premontano. (17%), 3.- Bosque húmedo montano bajo. (14,7%), 4.- Bosque seco montano bajo (14,6%), 5.- Bosque húmedo premontano (8,9%). Sin embargo, este patrimonio no es influyente en el modelo.

La gestión del recurso tierra bajo una modalidad "en partes iguales" es una forma inapropiada de producción que no es rentable, aunque existe sólo el 8% de campesinos bajo esta forma de producción.

Finalmente, se recomienda el diseño de las agendas económicas y productivas de los gobiernos autónomos descentralizados (parroquial, cantonal y provincial), en función de los resultados de la presente investigación, especialmente para valorizar la Identidad Cultural que no está siendo utilizada como alternativa para vencer la pobreza y la exclusión del sector rural.

Agradecimientos

A los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales de la Provincia de Imbabura por su apertura y apoyo.

Fuente de financiamiento: A la PUCESI por el financiamiento.

REFERENCIAS

- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis*, Second Edition. USA. A John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Altieri, M. (1995). Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. *Agroecología y Desarrollo*. 8/9. CLADES. Santiago de Chile.
- Amat, J. (15 de octubre de 2021). *Regresión logística simple y múltiple*. https://www.cienciadedatos.net/documentos/27_regresion_logistica_simple_y_multiple.html.
- Arce, S. (2020). Análisis comparativo de precios y costos de producción de hortalizas cultivadas de manera orgánica y convencional. *Agronomía Costarricense*. 44(2). 81-108. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-9424202000200081&script=sci_arttext
- Bateman, T. y Snell, S. (2009). *Administración. Liderazgo y Colaboración en un mundo competitivo*. Octava edición. México. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Ballesteros, M. (2021). Promedio de los efectos marginales e interacciones en las regresiones logísticas binarias. INCASI Working Paper. <https://www.aacademica.org/matias.salvador.ballesteros/43.pdf>
- Beltrán, N y Cuarán, F. (2015). La Agricultura Familiar en la parroquia Olmedo del cantón Cayambe – Ecuador. (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- CEPAL. (1996). *Transformación productiva con equidad la tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa*. Santiago de Chile. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/2102>
- Cimadamore, A. Eversole, R y McNeish J. (2006). *Pueblos Indígenas y Pobreza. Una introducción a los enfoques multidisciplinarios*. En A Cimadamore. R.Eversole, y J. McNeish. (Ed). *Pueblos indígenas y pobreza*. 17-34. Buenos Aires. CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/clacso-crop/20100620065831/pueblos.pdf>.
- Cumsille, F y Bangdiwala, S. (2000). Categorización de variables en el análisis estadístico de datos: consecuencias sobre la interpretación de resultados. En *Revista Panamericana de Salud Pública*. 8 (5). 348-354. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2000.v8n5/348-354/es>.
- Chagerben, L., Moreno, N., y Chagerben, W. (2020). El crédito productivo y su incidencia en la producción agrícola del Ecuador. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*. (6). 11-36. <https://doi.org/10.32719/25506641.2019.6.1>.
- Drabe, S. y Riesco, M. (2006). *Estado de bienestar, desarrollo económico y ciudadanía: algunas lecciones de la literatura contemporánea*. México, D.F. Naciones Unidas. CEPAL. https://dds.cepal.org/eventos/presentaciones/2006/0907/Sonia_Draibe_EstudiosCEPALMexico.pdf.
- Farrell, G. [et al]. (1999). *La Competitividad Territorial. Construir una estrategia de desarrollo territorial con base en la experiencia de LEADER*. Innovación del Medio Rural, 6(1). Observatorio europeo LEADER. <http://biblio3.url.edu.gt/PROFASR/UnidadDesarrolloLocal/3/leader.pdf>
- Ferre, M. (16 de octubre de 2021). *Regresión Logística*. <https://gauss.inf.um.es/feir/45/>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2628915>.
- Fonte, M y Ranaboldo C. (2007). Desarrollo rural, territorios e identidades culturales. Perspectivas desde América Latina y la Unión Europea. *Revista Opera* No 7. 9-31. <https://www.redalyc.org/pdf/675/67500702.pdf>.
- Flores, M. (2007). *La identidad cultural del territorio como base de una estrategia de desarrollo sostenible*. *Revista Opera* No 7. 35-54. <https://www.redalyc.org/pdf/675/67500703.pdf>.
- Hosmer, D. Lemeshow, S and Sturdivant, R. (2013). *Applied Logistic Regression*, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. Published. USA.
- INEC, (2020). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU)*. Diciembre 2020. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2020/Diciembre-2020/202012_PobrezayDesigualdad.pdf.
- INEC (2001). *Censo Nacional Agropecuario 2001*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuaria/>.
- Infante, I y San Martín, K. (2004). *Manual de Agroecología*. Centro de Educación y Tecnología. CET. Santiago de Chile.
- Martínez, L. (2013). La agricultura familiar en el Ecuador. Quito. FIDA-RIMISP. https://flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/ahora/files/la_agricultura_familiar_en_el_ecuador.pdf.
- Olazabal, M. Rodríguez, V y González R. (2021). La identidad cultural como recurso local y su integración a la gestión del desarrollo territorial. *Revista Retos de la Dirección* No 1 (15). 27-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552021000100027.
- Orduna, G. (2003). Desarrollo local, educación e identidad cultural. *ESE. Estudios sobre educación*. 4, 67 – 83. Dadun, University of Navarra. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/8408/1/Estudios%20Ee.pdf>
- Porter. M. (2008). *Moving To a New Global Competitiveness Index. The Global Competitiveness Report 2008-2009* © 2008 World Economic Forum. Geneva, Switzerland.
- Porras, J y Martínez, Y. (2017). *Impacto del riego tecnificado en el desarrollo económico local del distrito de Cusipata - Quispicanchi – Cusco*. Tesis de grado. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO. Perú.
- Posso, M. (2005). *Metodología para el Trabajo de Grado*. Tesis y Proyectos, segunda edición, Quito.
- Ranaboldo, C y Venegas, C. (2007). *Escalando la Agroecología. Procesos de aprendizajes de cuatro experiencias en Chile, Cuba, Honduras y Perú*. Plaza y Valdez Editores. México.
- Schejtman, A. (2009). *Analizando el desarrollo territorial rural a partir de los estudios de caso*. Claudia Ranaboldo y Alexander Schejtman. (Ed.). El valor del Patrimonio Cultural. (81-101). Lima. http://www.bioculturaldiversityandterritory.org/documenti/22_300000176_05_analizandoeltr.pdf
- Schwab, K y Zahidi, S. (2020). *The Global Competitiveness Report 2020. How Countries are Performing on the Road to Recovery*. Foro Económico Mundial. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf.
- Simbaña, A. (2017). *Diseño de un sistema agroecológico dinámico para el buen vivir rural en Imbabura, Ecuador, impulsado por ventajas competitivas sostenibles y socialmente inclusivas*. Tesis Doctoral. Universidad Bolivariana. Santiago de Chile.
- Soto, D. (2021). *La identidad cultural y el desarrollo territorial rural, una aproximación desde Colombia*. https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/Soto_URIBE_desarrolloterritorialrural.pdf.
- Torrey, S (2011). *Siete Claves para comprender las trayectorias territoriales*. *Revista Equitierra* 8. RIMISP. Santiago de Chile. <https://core.ac.uk/download/pdf/48018118.pdf>
- UNICEF. (2020). *El choque COVID-19 en la pobreza, desigualdad y clases sociales en el Ecuador: Una mirada a los hogares con niñas, niños y adolescentes*. (Publicación). <https://reliefweb.int/report/ecuador/el-choque-covid-19-en-la-pobreza-desigualdad-y-clases-sociales-en-el-ecuador-una>.

- Vallejo, M. [et al]. (2014). *Escuela Nacional de Agroecología ENA*. Quito. Fundación HEIFER – Ecuador.
- Venegas, C. (2009). *Territorios agroecológicos con identidad cultural: la experiencia de Chiloé*. Proyecto Desarrollo Territorial Rural con Identidad Cultural (DTR-IC). RIMISP – CET. Santiago de Chile.
- Venegas, C. (2021). *Desarrollo, Identidad Cultural y Agroecología*. <https://www.goredelosrios.cl/centroregional/wp-content/uploads/2015/12/Carlos-Venegas-CET-Desarrollo-Territorial-Agroecologia-e-Identidad-Cultural.pdf>
- Yurjevic, A. (1998). Enfoque y estrategia del desarrollo rural humano y agroecológico. *Revista CLADES, No. 13*: 10-17. Santiago de Chile.
- Yurjevik, A (1996), El desarrollo sustentable: Una mirada actualizada. *Revista CLADES, No. 10*: 10-17 CLADES. Santiago de Chile.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA MERMELADA DE PIÑA (*ANANAS SATIVUS*) CON ADICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA OBTENIDA DE SUBPRODUCTOS DE FRUTAS

Edith María Moreira Chica¹, Ricardo Ramón Montesdeoca Parraga^{1*}, Nelson Enrique Mendoza Ganchozo¹, José Belisario Vera Vera², Karen Johana Piloso Chávez³

¹Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

²Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

³Carrera de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

*Autor para correspondencia: ricardomontesdeoca1982@gmail.com

Recibido: 2021/08/03

Aprobado: 2021/09/16

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.718>

RESUMEN

En la fabricación de productos alimentarios siempre se busca obtener productos nutritivos, como lo es la mermelada, que se elabora tradicionalmente a partir de frutas y que cuenta con una gran aprobación en los consumidores por su alto contenido de fibras, donde en muchas ocasiones se incorporan subproductos procedentes de residuos agrícolas para la elaboración de estos alimentos como alternativas dietéticas. Esta investigación tuvo como objetivo elaborar mermelada funcional a partir de la adición de tres tipos de fibras de frutas (piña, papaya y guineo) a tres concentraciones (20, 25 y 30%); las cáscaras y pulpas de frutas se analizaron bromatológicamente previo a la fase experimental. La adición de fibra se realizó en estado de cocción con la mermelada de piña, a temperatura de 60-70 °C en baño maría; se mantuvo la cocción de la mezcla durante 45'. El producto final se sometió a análisis bromatológicos (pH, humedad, ceniza, proteína y fibra); sensorial (aparición, aroma, sabor y textura) y microbiológicos (*E. coli*, *Salmonella*, hongos y mohos). Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). El menor valor de pH 3.32 fue para C2 (fibra de guineo + 25% de concentración de fibra), humedad 17.75% para el testigo (100% pulpa), ceniza 0.40% para el tratamiento A1 (fibra de piña + 20% concentración de fibra, mayor valor de proteína 0.44% para B3 (fibra de papaya + 30% de concentración de fibra). El mayor valor de fibra total fue encontrado en los tratamientos donde se utilizó fibra de piña a tres concentraciones diferentes (A1, A2, A3) con promedio 0.17%. El análisis sensorial reportó como mejor tratamiento C2, cuyo análisis económico de costo total de producción fue de \$ 7,74. El análisis microbiológico no reportó presencia de microorganismos en los mejores tratamientos (A3 y C2).

Palabras clave: Cáscara, mermelada, fibra, nutritiva, funcional

ABSTRACT

In the manufacture of food products, it is always sought to obtain nutritious products, such as jam, which is traditionally made from fruits and which is widely approved by consumers due to its high fiber content, wherein many cases by-products from agricultural residues are incorporated for the preparation of these foods as dietary alternatives. The objective of this research was to elaborate functional jam from the addition of three types of fruit fibers (pineapple, papaya, and banana) at three concentrations (20, 25, and 30%); fruit peels and pulps were dermatologically analyzed prior to the experimental phase. The addition of fiber was carried out while it was cooked with the pineapple jam, at a temperature of 60-70 °C in a water bath, the mixture was cooked for 45'. The final product was subjected to bromatological analyzes (pH, humidity, ash, protein, and fiber); sensory (appearance, aroma, taste, and texture), and microbiological (*E. coli*, *Salmonella*, fungi, and molds). A completely randomized design (DCA) was used. The lowest value of pH 3.32 was for C2 (banana fiber + 25% fiber concentration), humidity 17.75% for the Control (100% pulp),



ash 0.40% for treatment A1 (pineapple fiber + 20% concentration of fiber, higher protein value 0.44% for B3 (papaya fiber + 30% fiber concentration). Higher total fiber value was found in the treatments where pineapple fiber was used at three different concentrations (A1, A2, A3) with an average of 0.17%. The sensory analysis was reported as the best treatment C2, whose economic analysis of total production cost was \$ 7.74. The microbiological analysis did not report the existence of microorganisms in the best treatments (A3 and C2).

Keywords: Peel, jam, fiber, nutritious, functional

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de diversos tipos de alimentos funcionales de bajo nivel energético y con alto contenido en fibra ha ocupado en los últimos años un lugar preponderante en la industria alimentaria. Esto es debido al creciente interés de los consumidores por una dieta más sana y nutritiva que favorezca el consumo de alimentos con un adecuado valor nutritivo y evite el exceso de algunos macronutrientes con alto contenido calórico, como azúcares y grasas (Khandpur *et al.*, 2020).

Las mermeladas son productos de gran aceptación entre los consumidores y se elaboran tradicionalmente a partir de frutas que además de azúcar utilizan como edulcorante la sacarosa; este aditivo podría ocasionar problemas de salud por ingesta excesiva. Por consiguiente, la obtención de alimentos funcionales puede representar una alternativa dietética, con las mismas características sensoriales y organolépticas que un alimento convencional, proporcionando una mejor nutrición que ofrezca beneficios a la salud (Ruiz y Segura, 2019).

En este sentido, actualmente la industria alimentaria busca el uso de subproductos procedentes de residuos agrícolas para la elaboración de alimentos dietéticos. Concretamente, para la elaboración de productos como la mermelada dietética, se utilizan ciertos tipos de fibras de frutas que están caracterizados por un mínimo contenido en grasa y azúcares (Salazar y Campos, 2014). En los últimos años, este tipo de mermeladas elaboradas a base de pulpa incluyen fibra dietética concentrada de un modo sofisticado; en el proceso de elaboración del producto, se adiciona la fibra en forma de residuos procedentes de cáscaras y otras partes deshidratadas y/o molidas. La cáscara, además, por poseer fibras dietéticas contribuye a mejorar la textura y sabor del producto final (Dussán *et al.*, 2020).

En cuanto a composición, es importante indicar que la piel o cáscara de las frutas son los elementos que poseen mayor concentración de fibra, vitamina A, C, complejo B, pectina y caroteno (Pauca, 2020). Sucintamente, para la elaboración de mermelada de piña es necesario el contenido de sólidos solubles, pectina y ácidos, por cuanto estos definen la formación de un gel consistente y digerible. El contenido de azúcares y ácidos es determinado por el grado de maduración de la piña, siendo su control indispensable al momento de seleccionar dicha fruta (Camayo *et al.*, 2020).

Algunos autores, como Alpizar y Elisondo (2019) expresan que la piña tiene elevado contenido de agua y un mínimo valor calórico; así, 100 g de piña proporcionarían sólo 55 cal y su composición en fibra es de 1.5 g, lo suficiente para otorgarle cierto efecto laxante que ayude a regular las funciones intestinales. En la literatura también se han reportado los valores de fibra de cáscara de banano maduro (10.3% de fibra cruda) y de piña (12.5%). "En otro estudio se analizó la composición química de nueve cáscaras de fruta, presentando mayor nivel de humedad la

cáscara de papaya, que además destacaba por tener un mayor contenido proteico" (Cornejo *et al.*, 2020).

Salazar *et al.* (2019) definen que la mermelada dietética de fruta es un producto que presenta menos del 45% de concentración de solutos, y es un producto de bajo aporte calórico en la dieta (bajo contenido en azúcares). Además, es obtenido por cocción y concentración de una o más frutas, incluyendo edulcorantes, sustancias gelificantes y acidificantes naturales.

Se ha encontrado también que algunas frutas y vegetales poseen un mayor contenido de FD (fibra dietética) y una mejor proporción de fibra soluble e insoluble, logrando una relación balanceada en ambas fracciones. Esto provoca que aumente su interés en su uso alimentario y nutricional como fuente de FD para el ser humano (Reyes y Canto, 2020).

Entre los compuestos funcionales de los alimentos, la fibra dietética es uno de los componentes más estudiados, dada la relación que existe entre fibra y salud; por ejemplo para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y obesidad, varios autores (Vargas *et al.*, 2019; Rojas *et al.*, 2019) expresan que el desecho de frutas está principalmente constituido por semillas y cáscaras. Esta última parte es la que presenta mayor concentración de fibra. En la actualidad se buscan nuevas fuentes de obtención a partir de frutos y residuos. También se están evaluando nuevos procesos para su obtención, conservación y aplicación como ingredientes funcionales en la elaboración de productos alimentarios.

Gil (2018) también expresa que los tópicos que han despertado mayor interés en la investigación de la fibra dietética son la búsqueda permanente de recursos naturales que posean cantidades interesantes de este tipo de compuestos funcionales para consumirlos directamente o en mezcla con otros alimentos. Las investigaciones se han centrado principalmente en el aprovechamiento directo de la fibra proveniente de tubérculos, cereales, leguminosas, frutas o algas, como también de subproductos del procesamiento de estas materias primas.

La presente investigación está orientada a evaluar los parámetros de calidad nutricional y organoléptica de una mermelada de piña funcional, mediante la incorporación a diferentes concentraciones de fibra dietética obtenida de subproductos de frutas.

MÉTODOS

El desarrollo del experimento se realizó en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM "MFL"), ubicada en la ciudad de Calceta -Cantón Bolívar- Manabí, la cual cuenta con una temperatura promedio de 26°C.

Análisis bromatológicos de la pulpa de piña, cáscara de frutas y mermelada

Para estos análisis se determinó lo siguiente:

Proteína: Este análisis se basó en las normas AOAC 955.04; se fundamentó en el método de Kjeldahl donde la muestra se descompuso en un medio sulfúrico, en presencia de un agente reductor catalizador (mercurio, cobre o selenio). Después se adicionó sal neutra para aumentar el punto de ebullición de la disolución de ácido sulfúrico; con esto, la temperatura aumentó y ayudó a la descomposición. Este método termina con una destilación y valorando el ácido no consumido con una disolución del patrón base (Neira, 2021).

°Brix: Se realizó mediante el método analítico AOAC 932.12-1980, haciendo uso del refractómetro digital marca SPER SCIENTIFIC, modelo 300035. La lectura se expresó en °Brix, indicando el porcentaje en peso de azúcar o sólidos solubles en la mermelada (Pinargote y Ruiz, 2020).

Fibra: Se utilizó el método enzimático-gravimétrico de la AOAC, mismo que consistió en someter la muestra seca y desgrasada a una hidrólisis ácida (ácido sulfúrico) y luego a una hidrólisis alcalina; el contenido de fibra fue calculado una vez que la muestra fue calcinada. El cálculo de este análisis se realizó en el laboratorio de bromatología de la ESPAM MFL-CARRERA DE AGROINDUSTRIA (Estupiñán *et al.*, 2021).

Ceniza: Método INEN 401:2013, este procedimiento se realizó en la harina obtenida de las cáscaras, en la pulpa de piña y en la mermelada. El procedimiento consistió en pesar por medio de una balanza diez gramos de muestra; luego, se lleva a la mufla con una temperatura de 300°C. Finalmente se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%ce = \frac{Pc - Pv}{Pm} * 100$$

Donde:

%ce = Porcentaje de ceniza (%)

Pc = Peso de cápsula con ceniza (g)

Pv = Peso de cápsula vacía (g)

Pm = Peso de la muestra (g)

El contenido de cenizas es usado como índice de calidad en las mermeladas, debido a que es indicativo del contenido de frutas de los mismos, por lo que con este análisis se puede detectar rápidamente una adulteración, contaminación o fraude en mermeladas. (Pillco *et al.*, 2021)

Humedad: Siguiendo a Covarrubias *et al.* (2020), "se basó en la determinación gravimétrica por pérdida de masa de la muestra desecada hasta masa constante en estufa (marca MEMMET modelo UF450) a una temperatura de 70°C. Las muestras fueron pesadas en balanza analítica marca SARTORIUS modelo 210.

pH: Se utilizó el método 981.12/90 de la AOAC, en 50 ml de muestra (mermelada), utilizando a su vez un potenciómetro marca MILWAUKEE previamente calibrado, según las recomendaciones de Pinargote y Ruiz (2020).

Minerales (calcio y fósforo): Este análisis se realizó mediante calcinación vía seca en una mufla (Marca: THERMO SCIENTIFIC) a 500-550°C en crisoles.

Análisis microbiológico (mohos y levaduras)

Se realizó según el método de la AOAC 997.02, siguiendo los siguientes pasos:

1. La muestra fue diluida pesando 10grs. de mermelada, colocándose posteriormente en un frasco homogeneizador, agregando 99ml. de agua de peptona alcalina al 0,1%
2. Utilizando la centrífuga a 2500 rpm. o medianas revoluciones por un tiempo de dos minutos, se obtuvo una dilución de 1x10⁻¹. A partir de esta dilución se prepararon 7 diluciones seriadas para su respectiva siembra en placas Petrifilm.
3. Las placas fueron incubadas durante 48 a 72 horas. Los resultados del recuento de mohos y levaduras se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo de mermelada (UFC/g).

Análisis sensorial

Se realizó por medio de prueba de grado de satisfacción. El grado de satisfacción se determinó con 75 catadores no entrenados, a quienes se les brindó de forma aleatoria las muestras y se les solicitó su calificación en una escala hedónica de Likert con 5 puntos, desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta".

Diseño experimental

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con nueve tratamientos, conformados por tres tipos de fibras obtenidos de residuos de fruta y añadidos a diferentes concentraciones (20, 25 y 30%) a pulpa de piña hasta alcanzar el 100% del contenido de mermelada (Tabla 1). Se realizaron tres réplicas de cada tratamiento con un peso total de 1000 g, obteniéndose una formulación diferente para la mermelada dietética, dependiendo del porcentaje de pulpa, tipo y porcentaje de fibra de cáscara de fruta adicionada.

Tabla 1. Descripción de tratamientos para obtener mermelada de pulpa de piña con adición de tres tipos de fibra de cáscara a distinta concentración.

Tratamientos	Descripción del tratamiento	
	Tipos de fibras adicionada	Concentración (%)
A1	Fibra de piña	20
B1	Fibra de papaya	20
C1	Fibra de banano	20
A2	Fibra de piña	25
B2	Fibra de papaya	25
C2	Fibra de banano	25
A3	Fibra de piña	30
B3	Fibra de papaya	30
C3	Fibra de banano	30
Testigo	100%-Pulpa de piña	

Análisis de los tratamientos

Para cada tratamiento se realizaron los análisis bromatológicos según diferentes métodos de determinación como: pH por potenciómetro, humedad por estufa, proteína cruda (método Kjeldahl), fibra cruda (digestor de fibras), y ceniza total (calcinación). En la evaluación microbiológica se realizó un recuento total de mohos y presencia de colonias de salmonella.

Para la evaluación sensorial se utilizaron 250grs. de mermelada por cada tratamiento en estudio, en un panel de evaluación con 25 catadores. Se hicieron las pruebas de apariencia, aroma, textura y sabor de los distintos tratamientos.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA), coeficiente de variación (CV) y prueba de Tukey al 5%.

Manejo experimental

Las frutas empleadas en la elaboración de la mermelada de piña fueron adquiridas de cultivos particulares de la provincia de Manabí; se obtuvieron 40 piñas de variedad criolla en estado de madurez fisiológica y las cáscaras de 15 guineos y 15 papayas. Los diferentes análisis de las muestras (pulpa y cáscaras) se efectuaron en el laboratorio comercial AVVE (Avilés y Vélez, Guayaquil).

El proceso que se llevó a cabo para la elaboración de la mermelada de piña se detalla en la Figura 1. La adición de fibra se realizó durante el estado de cocción de la mermelada de piña, a temperatura de 60-70 °C en baño maría y se mantuvo la cocción de la mezcla durante 45 minutos.

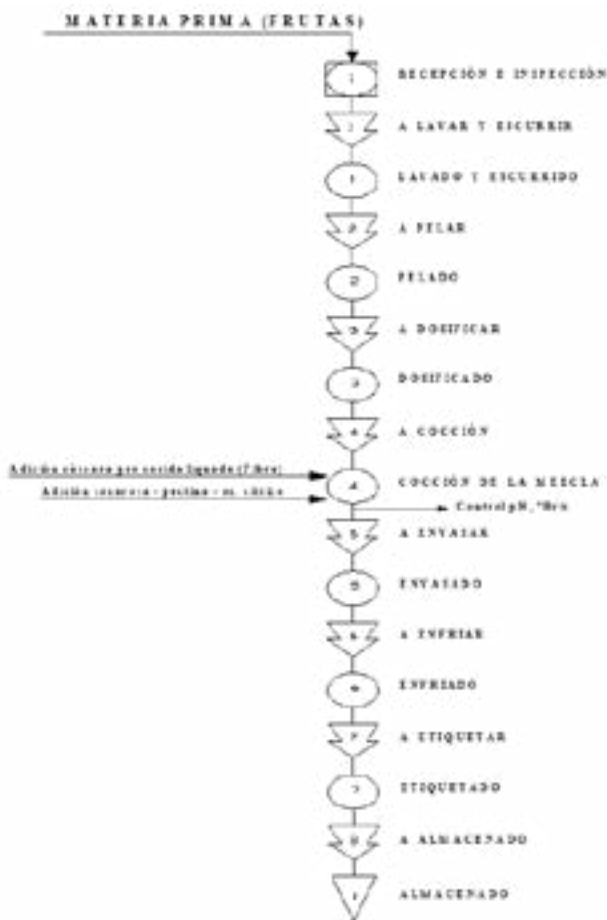


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada de piña con adición de fibra de frutas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológico de la pulpa de piña y cáscaras de frutas

En concordancia con los resultados previos de los análisis preliminares de concentración de fibra y fruta (ver Tabla 2), se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos del ensayo global de mermelada de pulpa con adición de fibra.

Tabla 2. Valores promedios de los tratamientos y factores estudiados en el ensayo experimental "Adición de fibras de frutas en la calidad dietética de la mermelada de piña"

Fuentes de variación	Variables				
	pH %	hume-dad %	Ceni-za %	protei-na %	fibra %
Tratamientos	**	**	**	**	**
A1	3,42 d e	19.22 f 18.65 d	0.40 a	0.32 d	0.17 a
A2	3.43 e	18.08 c	0.46 a b	0.36 b c	0.17 a
A3	3.36 b	19.11 e	0,53 b	0.39 b	0.17 a
B1	3,48 f g	20.18 g	0.46 a b	0.34 c d	0.08 b c
B2	3,48 g	21,25 h	0.80 d e	0.40 a b	0.06 c d
B3	3,45 e f	20.14 g	1.12 f	0.44 a	0.06 c d
C1	3.40 c	19.12 e	0.63 c	0.23 e	0.12 b
C2	3.32 a	17.96 b	0.75 d	0.34 d	0.11 b
C3	3.40 c d	17.96 b	0.85 e	0.40 b	0.09 b c
Testigo	3.47 f g	17.75 a	0.47 a b	0.31 d	0.03 d
Tukey 5%	0.03	0.06	0.09	0.04	0.06
Tipos de fibra	**	**	**	**	**
A Fibra de piña	3.40 b	18.65 a	0.46 a	0.36 b	0.17 a
B Fibra de papaya	3.47 c	20.18 c	0.79 b	0.39 a	0.07 c
C Fibra de guineo	3.37 a	19.07 b	0.74 b	0.32 c	0.10 b
Tukey 5%	0.02	0.05	0.07	0.03	0.04
Concentración de fibra para cada tratamiento (%)	**	**	**	**	NS
Tratamiento 3, 30%	3.43 b	19.49 c 19.32 b	0.50 a 0.67 b	0.30 c	0.12
	3.41 a	19.10 a	0.83 c	0.41 a	0.11
Tukey 5%	0.02	0.04	0.07	0.03	-----
C.V.	0.32	0.11	4	42	12.58

Tratamientos con letras iguales no difieren de acuerdo con Tukey al 5% de probabilidad de error.

** Diferencias estadísticas altamente significativas. NS. No hay diferencias estadísticas significativas.

“Las diferencias estadísticas significativas se deben a que las cáscaras de frutas tienen potencial en características bromatológicas, indicando que este tipo de cáscaras pueden ser consideradas residuos agroindustriales con calidad nutricional” (Verona et al., 2020).

Este tipo de cáscaras se pueden aplicar en procesos sencillos que permitan la extracción de fuentes de interés como fibra, proteínas y compuestos bioactivos. En el caso de la cáscara de piña y papaya se han reportado valores de fibra dietética de 70,6%, lo que se encuentra relacionado al contenido de miricetina (polifenol o compuesto bioactivo), a diferencia de la cáscara de banano que posee una fuente baja de fibras debido a que sus compuestos bioactivos son difíciles de extraer y oxidables (Vargas et al., 2019)

Los resultados obtenidos en la tabla 2 de la presente investigación se encuentran diferentes a los reportados por Gutiérrez et al. (2018), quienes elaboraron una mermelada con fibra dietética encontrando valores de 14,42%, 1,46%, 7% y 0,21% para los parámetros de ceniza, fibra, proteína y grasa respectivamente. Los mismos autores explican que el contenido de fibra en cáscaras o frutas depende de la composición química, debido a que hay ciertos elementos que sólo se encuentran en trazas y acompañados de otros compuestos como los antioxidantes y fenoles.

De acuerdo con las tablas 3 y 4, los resultados revelaron que la cáscara de piña obtuvo los porcentajes más altos de °Brix y fibra, con 7.6% y 2.16% respectivamente y los menores porcentajes en proteína 0.59%, calcio 0.09% y fósforo 0.06%. Por otro lado, en la cáscara de papaya, los mayores reportes se dieron en °Brix y proteína, con 7.50 %, 1.45%, y los menores porcentajes fueron para fibra 1.43%, fósforo 0.06 % y calcio 0.06 %. Los porcentajes presentados para la de cáscara de guineo fueron valores intermedios entre los otros tipos de fibras de cáscara; sin embargo, se observaron diferencias para el valor de °Brix (menor porcentaje, 5.6%) y de fibra (2.48%, mayor porcentaje).

Tabla 3. Composición bromatológica (%) de la pulpa de piña para la mermelada

Componentes	Pulpa de piña
Proteína	0.60g
° Brix	13.50g
Fibra	0.99g
Ceniza	0.73g
Humedad	85.32g
pH	4.34g

Tabla 4. Composición bromatológica (%) de las cáscaras de frutas para la mermelada

Componentes	Cáscara de piña	Cáscara de papaya	Cáscara de guineo
Proteína	0.59%	1.45%	0.81%
° Brix	7.60%	7.50%	5.60%
Calcio	0.09%	0.06%	0.06%
Fósforo	0.06%	0.06%	0.02%
Fibra	2.16%	1.43%	2.48%

Se encontraron valores muy similares de composición físico-química a los expresados por Alpizar y Elisondo (2019), quienes señalan que la piña presenta un 20% de fibra dietética, correspondiendo un 16.43% a fibra insoluble y 3.57% a fibra soluble, en base seca. Además, es importante mencionar que las pieles o cáscaras, semillas y corazones de las frutas, se pueden derivar a productos principales o secundarios para la alimentación humana.

Otros trabajos de investigación (Gaona et al., 2008) que analizaron partes de frutos como el zapote (cáscara, semilla y pulpa) abren la posibilidad de emplear nuevos materiales en diversos campos de la agroindustria. En efecto, hay que considerar, por ejemplo, que en años recientes el uso de fibras naturales en diversas áreas ha surgido con gran fuerza. Las principales razones para su empleo son su baja densidad, alta disponibilidad y diversidad de las fibras, así como un bajo consumo energético en su fabricación, confiándole un costo competitivo en el mercado (Kotik, 2019).

Análisis de pH de la mermelada de piña

Los resultados obtenidos coinciden con las normas INEN 419 (INEN 389: 1988), que indican que el pH de mermelada de frutas fluctúa entre 2.8 y 3.5; de acuerdo con la tabla 3, los valores en porcentajes de esta variable se encuentran en este rango.

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para los factores en estudio y la interacción respecto al pH. El menor valor de pH se encontró en el tratamiento C2 (fibra de guineo + 25% concentración de fibra), cuyo promedio fue 3.32, valor más próximo a lo descrito en la norma. Mientras que B2 (fibra de papaya + 25% de concentración) obtuvo el mayor valor con 3.48. Sin embargo, Cereza y Duarte (2005) reportaron un mayor valor de pH (4.00) en mermelada de pulpa de tuna con incorporación parcial de cáscaras.

Entre los valores obtenidos se reporta como el menor valor de pH la fibra de guineo con 3.32, mientras que las fibras de papaya y piña mostraron valores de pH de 3.36 y 3.40 respectivamente. De acuerdo con Tukey, el factor concentración de fibra marcó la diferencia al 20%, mientras que lo análisis al 25 y 30% de concentración no difieren.

Análisis de humedad de la mermelada de piña

En el análisis de varianza, teniendo en cuenta los factores de estudio y las interacciones, se encontraron diferencias altamente significativas. Se pudo encontrar que el testigo (100% pulpa) obtuvo el menor porcentaje de humedad al analizar la mermelada, cuyo valor fue de 17.75%, mientras que el mayor porcentaje fue encontrado en C3 (fibra de papaya + 30%).

El resultado obtenido en el tratamiento testigo es igual a lo registrado por Camayo et al. (2020) con un promedio de 17.75% de humedad; este indicador favorece aumentar la vida útil del producto, evitando la descomposición.

La tabla 2 revela, en cuanto al análisis de tipos de fibra (A, B y C), que la muestra con el menor reporte de humedad fue la de fibra de piña (18.65%). En el caso del factor concentración (1, 2 y 3) el menor encontrado de humedad fue de 19.09% y se dio en el tratamiento 3 (con una adición del 30% de fibra).

Análisis de ceniza de la mermelada de piña

Al igual que en los parámetros anteriores, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticamente significativas. Al analizar la mermelada se encontró que el tratamiento A1 (fibra de piña + 20% concentración de fibra) obtuvo el menor porcentaje de ceniza, cuyo promedio fue 0.40%. Estos valores de ceniza coinciden con los registrados por Camayo et al. (2020), encontrándose además dentro de los rangos permisibles, ya que a menor porcentaje de ceniza aumenta la calidad nutricional del producto. El tratamiento C3 (fibra de papaya +30%) presentó un valor de 1.12%, bastante alto en referencia a los demás tratamientos.

En los análisis independientes de fibra de cascara de piña, se encontró el menor porcentaje de ceniza con un valor de 0.46%. En el Tratamiento 1 (concentración final de fibra en la mermelada al 20%) se obtuvo el menor valor con un 0.49% de ceniza.

Lógicamente, el análisis de ceniza mostró un aumento de los valores de materia seca conforme aumentó la concentración de fibra de fruta añadido en los distintos tratamientos.

Análisis de proteína de la mermelada de piña

En los factores estudiados e interacciones se determinó diferencias altamente significativas en el análisis de varianza. Al categorizar al tratamiento con valores altos de proteína, se observó que el tratamiento B3 (fibra de papaya + 30% concentración de fibra) obtuvo el mayor porcentaje, al analizar la mermelada, cuyo promedio fue 0.44% y el menor se registró en C1 (fibra de guineo + 20%).

Los resultados presentados en la tabla 2 demuestran que para el factor tipo de fibra el mayor % de proteína lo tuvo la fibra de papaya con un 0.39%; y en la concentración este se dio al 30%.

En la mermelada elaborada con cáscara de mango citado por Vargas et al (2019) se obtuvo un porcentaje de proteína del 0.27% usando 30% de CM (cáscara de mango). En la presente investigación se obtuvo un porcentaje más alto debido a que la cáscara de papaya posee mayor porcentaje de proteína.

Además, Vargas et al. (2019) destacan que la importancia del contenido de proteína en la cáscara radica sobre todo en la fracción que pueda cuantificarse como proteína indigerible debido a que, si es resistente a la acción enzimática, podría formar parte de la fibra dietética.

Análisis de fibra de la mermelada de piña

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para el factor tipos de fibras y para la interacción; el factor concentración de fibras no tuvo diferencias estadísticas significativas. Al categorizar estas diferencias se encontró que el tratamiento A2 (fibra de piña + 25% de concentración de fibra) y A3 (fibra de piña + 30% concentración de fibra) obtuvieron el mayor porcentaje de fibra, al analizar la mermelada, cuyo promedio fue 0.17% de fibra. Sin embargo, no difieren con A1 (fibra de piña +20%).

A pesar de mostrar diferencias significativas para el factor tipos de fibra de acuerdo con lo que se muestra en la tabla 2, se resalta el hecho de que la fibra de piña presentó el mayor porcentaje de fibra con 0.17%.

Luit et al. (2019) en su investigación de mermelada elaborada con 20% y 30% de cáscara de mango, obtuvieron un 14.4% de fibra, valor que presenta bastante diferencia en relación con el reportado en la presente investigación, pese a que los porcentajes de fibra en cáscara de piña, papaya y guineo se encuentran similares a los de la cáscara de mango. De igual forma, Gutiérrez et al. (2018) sustentan que es necesario realizar un buen balance de fracciones solubles e insolubles de fibra; es por esta razón que los porcentajes de fibra en la mermelada de piña se presentaron bajos, a pesar de que las cáscaras de fruta en estudio tenían porcentajes considerados altos.

Análisis sensorial de la mermelada de piña

En la tabla 5 se localizan los valores promedios de la evaluación sensorial obtenida de la mermelada de piña con adición de fibras de frutas, considerándose la categoría 1 como la mejor escala, donde C2 tuvo el valor promedio 2.32 siendo predominante entre los demás tratamientos en la mayoría de los atributos, como en apariencia con 2.48 y sabor con 2.12. En comparación con el testigo que se manifestó con un sabor agradable, con una apariencia y aroma adecuada, el tratamiento C2 superó estos valores considerándose el mejor tratamiento sensorial.

Tabla 5. Medias del análisis sensorial de los tratamientos estudiados en el ensayo experimental "Adición de fibras de frutas en la calidad dietética de la mermelada de piña"

Tratamientos	Atributos				
	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura	Promedio
A1	2.56	2.48	2.32	2.92	2.57
A2	2.64	2.08	2.92	3.00	2.66
A3	2.96	2.20	2.84	3.40	2.85
B1	2.68	2.52	2.56	2.92	2.67
B2	2.64	2.84	2.88	2.32	2.67
B3	2.52	2.84	3.52	2.92	2.95
C1	2.76	2.72	2.60	2.04	2.53
C2	2.48	2.48	2.12	2.20	2.32
C3	3.64	3.48	3.28	3.32	3.43
Testigo	2.48	2.36	2.40	3.10	2.58

Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico, no fue detectado *E. coli*, *salmonella*, hongos y mohos de los tratamientos elegidos, A3 y C2; esto podría deberse a que en el proceso de elaboración de la mermelada existe un tratamiento térmico, que podría haber inhibido (esta causa no lo hemos confirmado) el desarrollo de estos microorganismos. Además, según Ruiz y Segura (2019), el rango de pH encontrado podría evitar la proliferación de microorganismos.

El tiempo de vida útil de una mermelada depende de factores como la calidad de la materia prima, el manejo aséptico durante todo el proceso de elaboración (BPM) y de factores intrínsecos como la acidez y pH de la materia prima. Dentro del contexto de la presente investigación, los tratamientos seleccionados A3 y C2 podrían tener un aproximado de vida útil (fecha de caducidad) de seis (6) meses, debido a que cumplen con ausencia de mohos y levaduras tal y como lo especifica la Norma INEN 419 (1988).

Análisis económico

Respecto al análisis económico, se detalla a continuación (tabla 6) los costos de producción del tratamiento C2, por ser el tratamiento con mayor aceptación en el análisis sensorial. El costo del kg. significa que cada envase de 250 g. tendría un costo de \$ 1.16 dólares

Tabla 6. Estimación de costos de producción en la elaboración de mermelada de piña

Detalle	Unidad	Total
Materiales directos	\$	2.00
Mano de obra	\$	2.00
Suministros	\$	0.60
Depreciación de equipos	\$	0.05
Total	\$	4.65

CONCLUSIONES

Las cáscaras de frutas poseen potencial para ser incorporadas de forma tecnológica en la elaboración de mermeladas. En el análisis bromatológico de las cáscaras en estudio, el mayor nivel de humedad se dio en la cáscara de papaya, que además destacaba por tener un mayor contenido proteico.

En la elaboración de la mermelada destacó la fibra de piña, demostrando que las concentraciones de fibras utilizadas favorecen el proceso tecnológico de la elaboración de mermeladas, mejorando al mismo tiempo las características nutricionales.

Las características organolépticas en la mermelada de piña se vieron influenciadas principalmente por el uso de fibra de guineo, mejorando favorablemente el sabor, aroma, textura y apariencia. Finalmente se demostró que la mermelada de piña con adición de fibras de frutas en concentración 30% (cáscara de piña) es la opción más económica, por cuanto se utiliza menor cantidad de pulpa y mayor de fibra de la fruta, tomando en consideración que las cáscaras no tienen ningún costo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal al Taller de Frutas-Vegetales y Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria por su apreciable y generosa cooperación.

Contribución de los autores: Conceptualización, metodología, investigación, recursos, adquisición de financiación: redacción y preparación del borrador original, validación, análisis formal: Edith María Moreira Chica, Nelson Enrique Mendoza Ganchozo, software, curación de datos: José Belisario Vera Vera; redacción, revisión y edición, visualización: Ricardo Ramón Montesdeoca Parraga; Karen Johana Piloso Chávez.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del documento.

Fuente de financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

REFERENCIAS

- Alpizar-Solis, C., & Elizondo-Salazar, J. A. (2019). Utilización de residuos de piña para alimentación de cabras: efecto sobre la producción y composición láctea. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 113-124.
- Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. L., Man-yari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, C. R., & Cruz, A. R. (2020). Compota de zapallo (Cucurbita máxima Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, físico-químicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 203-212.
- Cerezal, P., & Duarte, G. (2005). Some characteristics of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) harvested in the Andean altiplane of region 2 of Chile. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 7, 34-60.
- Cornejo-Cornejo, R., Azúm-González, J. L., Gorozabel-Muñoz, W., Zambrano, P. V., Mendoza-Rivadeneira, F., & Macías-Barberan, R. (2020). Valor nutritivo in vitro de la cáscara *Musa paradisíaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 11-17.
- Covarrubias, N; Sandoval, S; Vera, J; Núñez, C; Alfaro, C y Lutz, M. (2020). Contenido de humedad, proteínas y minerales en diez variedades de quinoa chilena cultivadas en distintas zonas geográficas. *Revista Chilena de nutrición*, 47 (5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000500730&lang=pt
- Dussán-Sarria, S., Rivera, M. C., & García-Mogollon, C. A. (2020). Almacenamiento refrigerado de piña mínimamente procesada. Cambios en atributos físico-químicos y sensoriales. *Información tecnológica*, 31(2), 11-18.
- Estupiñán, C; Carcelén, F; Hidalgo, V; Rojas, D; Vera, O; López, S y Bezada, S. (2021). Aplicación de la espectroscopía del infrarrojo cercano - NIRS - para determinar el valor nutritivo de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000100006&script=sci_arttext
- Gaona-García, A., Alia-Tejacal, I., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., & Villegas-Torres, O. (2008). Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(1), 41-47.
- Gil Hernández, Á. (2018). Innovación en la incorporación de macronutrientes en fórmulas de nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 35(SPE2), 4-12.
- Gutiérrez, A; Güemes, N; Piloni, J y Quintero, A. (2018). Análisis físico-químicos en mermeladas elaboradas a base de nopal (*Opuntia ficus indica*) y aguamiel enriquecidas con harina de chíca (*Salvia hispanica* L.). *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 4 (7). <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/article/view/2964>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Conservas vegetales. *Determinación de cenizas*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/401-2R.pdf>
- Khandpur, N., Cediell, G., Obando, D. A., Jaime, P. C., & Parra, D. C. (2020). Factores sociodemográficos asociados al consumo de alimentos ultraprocesados en Colombia. *Revista de Saúde Pública*, 54, 19.
- Kotik, H. G. (2019). Fibras naturais e compósitos reforçados com fibras naturais: a motivação para sua pesquisa e desenvolvimento. *Matéria* (Rio de Janeiro), 24(3).

- Luit, M; Betancur, D; Santos, J y Cantón, C. (2019). Mermelada enriquecida con fibra dietética de cáscara de Mango (*Mangifera indica* L.). *Tecnología en marcha*, 32(1). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v32n1/0379-3982-tem-32-01-193.pdf>
- Neira, A. (2021). *Análisis bromatológico de la harina de soya* (Examen complejo, Universidad Técnica de Machala). http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16978/1/E-12172_NEIRA%20QUEZADA%20ANGIE%20MISHEL.pdf
- Paucar-Menacho, L. M. (2020). Lúcumo (*Pouteria lucuma*): Composición, componentes bioactivos, actividad antioxidante, usos y propiedades beneficiosas para la salud. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 135-142.
- Pillco, C; Guzmán, D y Cuéllar, J. (2021). Composición físico química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn.) procedente de la región Ica-Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, 87(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2021000100014&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pinargote, D y Ruiz, J. (2020). *Efecto reológico de la pectina de cáscara de cacao* (*Theobroma cacao* L.) en la calidad físico-química de mermelada de naranja (Informe de trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López) <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1281/1/TTAI05D.pdf>
- Reyes Narvaez, S., & Canto, M. O. (2020). Conocimientos sobre alimentación saludable en estudiantes de una universidad pública. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 67-72.
- Rojas, A. F., Rodríguez-Barona, S., & Montoya, J. (2019). Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Energético y Bioactivo de la Cáscara de Plátano. *Información tecnológica*, 30(5), 11-24.
- Ruiz Ruiz, J. C., & Segura Campos, M. R. (2019). Development of non-pal-pineapple marmalade formulated with stevia aqueous extract: effect on physicochemical properties, inhibition of α -amylase, and glycemic response. *Nutricion hospitalaria*, 36(5).
- Salazar, C., Espinoza, J., Duran, S., & Fuentealba, F. (2019). Comparación del consumo de edulcorantes no nutritivos con estado nutricional en embarazadas chilenas. *Revista chilena de nutrición*, 46(6), 669-674.
- Salazar, J. A. E., & Campos-Granados, C. M. (2014). Características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno. *Nutricion animal tropical*, 8(2), 51-71.
- Vargas Zambrano, P., Arteaga Solorzano, R., & Cruz Viera, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. *Centro Azúcar*, 46(4), 89-100.
- Vargas, M; Figueroa, H; Tamayo, J; Toledo, V y Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Ciencia ergo-sum*, 26(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7069669.pdf>
- Vargas, M; Figueroa, H; Tamayo, J; Toledo, V y Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum*, 26(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7069669.pdf>
- Verona, A; Urcia, J y Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300439&script=sci_arttext

COMPARACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL HORMIGÓN EN LOSAS TIPO DECK, UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO VS. MALLA ELECTROSOLDADA

Wilson Cando^{1*}, Sebastián Constante¹

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Quito, Ecuador

*Autor para correspondencia: wocando@puce.edu.ec

Recibido: 2021/06/08

Aprobado: 2021/09/10

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.704>

RESUMEN

Esta investigación consiste en determinar la efectividad del reemplazo del acero de refuerzo con malla electrosoldada, utilizada convencionalmente en losas con placa colaborante (Steel Deck), por fibras de acero Dramix®, para el control de fisuras en la superficie del hormigón.

Se evaluó el comportamiento de ambas opciones, frente a la contracción y dilatación que se produce, debido a agentes externos de temperatura, humedad y viento, con la finalidad de determinar el sistema más eficiente en términos económicos, técnicos y constructivos.

Para la comparación técnica se utilizó la normativa de ensayo ASTM C1579; para la comparación económica se realizó el análisis de precios unitarios (APU) en ambos casos. La determinación de la eficiencia constructiva se la evaluó a partir de referencias bibliográficas. Para el análisis técnico, se utilizaron normativas de ensayo complementarias; para determinar las propiedades mecánicas de los materiales, normativa ASTM; finalmente para la dosificación del hormigón, se empleó normativa del Instituto Americano del Concreto (ACI).

Los resultados obtenidos son los siguientes: en cuanto al análisis técnico, la fisuración en las losetas de hormigón, reforzadas con fibras de acero, se redujo en un rango del 21% al 29% frente a aquellas que fueron reforzadas con malla electrosoldada; el análisis económico, en el primer caso, resultó en un ahorro aproximado del 1.4% del costo con respecto al segundo; el análisis constructivo demuestra que; también se obtuvieron resultados positivos en el caso del hormigón con fibras de acero, debido a reducción en rubros, tiempos, logística y riesgos laborales.

Se concluyó así que, en los tres casos, las fibras de acero tienen mayores ventajas, para los fenómenos estudiados, frente a la tradicional malla de acero electrosoldada.

De forma adicional, se concluyó también que, cualquier método de refuerzo de losas con placa colaborante, así como un buen acabado superficial y un correcto curado del hormigón, son necesarios para reducir la fisuración en estas.

Palabras clave: Hormigón, losa con placa colaborante, Steel Deck, fibra de acero, malla electrosoldada, fisuras del concreto

ABSTRACT

This research means to establish how effective the replacement of reinforcing steel with electro-welded mesh, conventionally used in composite steel floor decks, by Dramix® steel fibers, to control cracks in the concrete surface. The behavior of both options was evaluated, based on the contraction and expansion that occurs due to external agents of temperature, humidity, and wind, to determine the most efficient system in economic, technical, and constructive terms.

For the technical comparison, the standard ASTM C1579 was used; for the economic comparison, the unit price analysis (UPA) was applied in both cases. The determination of the constructive efficiency was evaluated from bibliographic references. For the technical analysis complementary standards were used, to determine the mechanical properties of the materials the ASTM standards were applied and for the dosage of concrete ACI regulations.

The obtained results are: in terms of technical analysis, cracking in concrete tiles reinforced with steel fibers, was reduced in a range of 21% to 29% compared to those that were reinforced with electro-welded mesh; the economic analysis: in the first case, resulted in an approximate saving of 1.4% of the cost compared to the second; the constructive analysis shows that positive results were also obtained in the case of concrete with steel fibers, due to a

reduction in items, times, logistics and occupational risks. It was thus concluded that, in the three cases, steel fibers have greater advantages, for the phenomena studied, compared to electro welded steel mesh.

It was also concluded that any method of reinforcing composite steel floor decks, as well as a good surface finish and correct curing of the concrete, are necessary to reduce cracking.

Keywords: Concrete, composite steel floor decks, steel fiber, electro welded mesh, concrete cracking

INTRODUCCIÓN

Se ha podido apreciar que en los últimos años la utilización del sistema de losas colaborantes o "Steel Deck" se ha incrementado a nivel mundial, tanto en construcciones de acero como en las de hormigón armado y mixtas. Según varios constructores, en la instalación de dicha tecnología de construcción se pueden presentar varias dificultades constructivas debido al uso de la malla electrosoldada para el control de agrietamiento por contracción y temperatura del concreto.

Se propone entonces como hipótesis del trabajo el reemplazo de dicha malla por la aplicación de fibras de acero, pues este podría resultar más conveniente al ser mezclado directamente con el hormigón tanto in-situ como en planta.

En una entrevista realizada el 8 de octubre del 2017, el ingeniero Pedro Zevallos, asesor comercial de turno de la empresa Ideal Alambrec-Bekaert, afirma que "existen países en los que ya se está utilizando este sistema y en el Ecuador se ha utilizado pocas veces".

Se pretende entonces determinar cuán efectivo podría resultar el reemplazo de dicha malla, utilizada convencionalmente en el sistema de losas con placa colaborante, por fibras de acero Dramix®, con el fin de controlar fisuras en la superficie del hormigón.

El presente trabajo pretende pues evaluar el comportamiento de ambas opciones frente a la contracción y dilatación que se produce en el hormigón únicamente debido a agentes externos de temperatura, humedad y viento con la finalidad de determinar qué sistema es más eficiente tanto en términos económicos, como técnicos y constructivos. La comparación técnica se la realizó mediante el ensayo de laboratorio determinado por la normativa de ensayo ASTM C1579 denominada "Método de Ensayo Estándar para la Evaluación del Agrietamiento por Contracción Plástica de Concreto Reforzado con Fibras (Usando Inserción de Acero)."

"El ensayo compara el agrietamiento superficial de paneles de concreto reforzado con fibra, con paneles de concreto de control, sometidos a condiciones (...) lo suficientemente severas como para agrietarlo antes del fraguado final del concreto." (ASTM, 2013)

Al método de ensayo se lo adaptó ligeramente, para poder compararlo con el concreto que utiliza malla electrosoldada para el control del fisuramiento, es decir se ensayaron también paneles de concreto reforzado con esta. Otra modificación que se realizó en el método de ensayo es la utilización de placa colaborante Steel Deck en vez del uso de restricciones que indica la norma.

La normativa de ensayo cuantifica entonces una relación de reducción de grietas (CCR), el cual se calculará como una relación entre el

ancho promedio de las grietas obtenidas en los paneles de concreto reforzado, con fibras y con malla, y en de los paneles de concreto de control (ASTM, 2013).

Esta investigación resulta de utilidad entonces a aquellos constructores que gusten utilizar el sistema de losa tipo deck con hormigón con fibras de acero, pues se tendrá un sustento técnico que les permitirá conocer y presentar a sus clientes el beneficio económico, técnico y constructivo frente al sistema utilizado convencionalmente para este fin. También servirá a académicos ecuatorianos, como punto de partida para nuevas investigaciones en el tema, pues durante el proceso de investigación, no se encontró ningún trabajo similar en el estado del arte del país.

MÉTODOS

Los materiales que se utilizaron para la investigación fueron: hormigón (compuesto a su vez de agregados, agua y cemento), varillas de acero (en forma de malla electrosoldada) y fibras de acero. Los fenómenos más importantes a tomar en cuenta para la presente investigación se detallan más adelante.

En cuanto al análisis técnico, se trata de una investigación experimental, para la cual se siguieron metodologías de ensayo ASTM para la determinación de las propiedades mecánicas de los materiales utilizados (ASTM C136, C40, C131, C535, C29, C566, C127, C128, C403) y para el diseño de la mezcla de hormigón se utilizó el método ACI 211.1.

Para el análisis propiamente de la cantidad de fisuración o agrietamiento producido en los elementos de hormigón, se utilizó la metodología de ensayo ASTM C1579.

El análisis económico se lo realizó mediante una investigación de estudios de caso, utilizando el análisis de precios unitarios (APU) para determinar el costo total de una unidad de volumen en cada caso.

En el caso del análisis constructivo, la investigación fue netamente descriptiva, de manera que se manejó varios criterios bibliográficos que llevaron a conclusiones lógicas.

Hormigón

Fisuración del hormigón

Cuando el hormigón en estructuras presenta fisuras, puede ser síntoma de importantes fallas estructurales, falta de durabilidad o simplemente comprometer el aspecto de construcciones monolíticas, pudiendo provocar inseguridad en los usuarios de la edificación. Estas se pueden producir por numerosas causas, y su importancia dependerá principalmente del tipo de estructura y de su naturaleza, pues la fisura tiene el potencial de convertirse en fractura o inclusive grieta.

Las fisuras deben ser debidamente previstas y controladas antes de que presenten dichos problemas; caso contrario se deberá seguir un procedimiento de reparación (ACI Comité 244, 2001; ACI Comité 244, 2007).

Este fenómeno, según la bibliografía estudiada, se divide en fisuras del hormigón en estado plástico (o antes de endurecer) y fisuras de hormigón endurecido.

Tomando la idea de la clasificación de la Sociedad Técnica del Concreto, Reporte N°22, (1992) citada en Salgado (2010) y sintetizándola con la indicada por ACI Comité 244 (2007), se tiene la clasificación presentada a continuación (Figura 1).



Figura 1. Causas de fisuración o agrietamiento del hormigón

Nota: se han resaltado las causas que tienen que ver con temperatura para la investigación presentada.

Como la investigación presente pretende estudiar la fisuración debido a la temperatura, humedad y viento, únicamente se tomará en cuenta a la retracción plástica, a la retracción por secado y a las tensiones de origen térmico como causantes de este.

Retracción plástica del hormigón

Aire (2011) resume el fenómeno de formación de fisuras por retracción plástica del concreto en una serie de pasos (Figura 2) enlistados a continuación:

1. Se presenta agua de exudación sobre el área superficial.
2. La velocidad de evaporación de agua es mayor a la del agua de exudación.
3. Se seca el área superficial del hormigón.
4. La lámina superficial seca intenta contraerse.
5. El hormigón inferior (aún húmedo y plástico) a la lámina superficial (ya seca) intenta resistir la contracción.
6. Se genera la reacción en el hormigón plástico.
7. Se genera agrietamiento por contracción plástica.

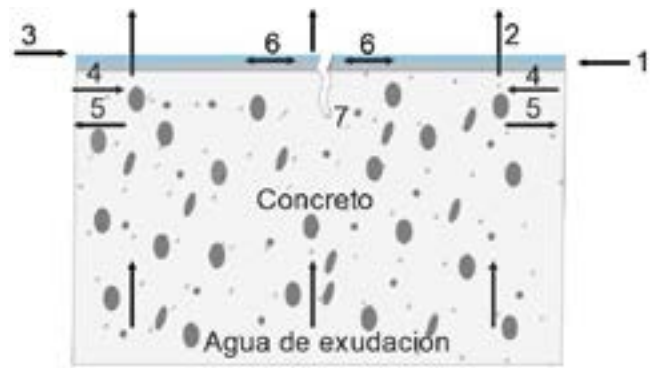


Figura 2. Formación de fisuras por retracción plástica (Aire, 2011)

Retracción por secado del hormigón

Se define a la retracción por secado a aquella deformación lineal, que depende del tiempo, a temperatura constante, que se produce en un elemento de concreto sin ser sometido a cargas que se deja secar.

Este cambio volumétrico producido es normal. Sin embargo, los elementos estructurales suelen estar restringidos por otro elemento estructural (el suelo o armaduras de acero empotradas), generándose fuerzas de tracción internas en el elemento.

Dichas fuerzas, al superar la baja resistencia a tracción del hormigón, generan agrietamiento en la superficie de éste (Figura 3). (ACI Comité 244, 2001; ACI Comité 244, 2007; Marino, 2009).

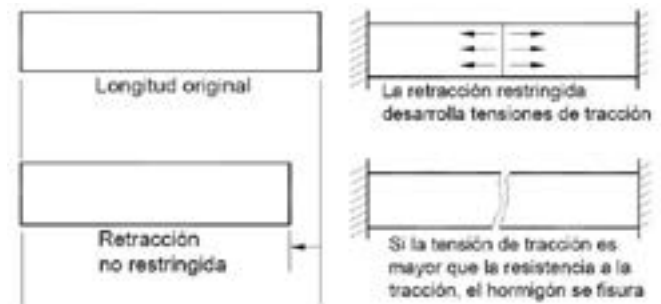


Figura 3. Agrietamiento por retracción por secado del hormigón (ACI Comité 244, 2001)

Tensiones de origen térmico en el hormigón

En este caso, las fisuras se producen debido a las diferencias de temperatura en las fibras existentes en el interior del elemento de hormigón las cuales “pueden ser provocadas por partes de la estructura que pierden calor de hidratación a diferentes velocidades, o por condiciones climáticas que enfrían o calientan una parte de la estructura hasta una mayor temperatura o con una mayor velocidad que otra” (ACI Comité 244, 2007).

Existen varias razones para que se presenten dichas gradientes de temperatura; entre ellas está que el núcleo del elemento de concreto se calienta más que las superficies de este debido al calor liberado durante la hidratación del cemento (proceso químico); la otra razón es que las superficies se enfrían más rápido que la parte central.

Este fenómeno provoca en el concreto algo similar a lo producido en la retracción por secado, es decir que se generen cambios diferenciales de volumen en el elemento, produciéndose fuerzas de tracción dentro

del mismo, las que, caso de superar la baja resistencia a tracción del hormigón producen fisuras en este (ACI Comité 244, 2007).

Control de fisuras en el hormigón

Existen una infinidad de metodologías para este fin, citadas por ACI Comité 244 (2007):

- Restablecer y aumentar la resistencia;
- Restablecer y aumentar la rigidez;
- Mejorar la funcionalidad;
- Lograr impermeabilidad;
- Mejorar la apariencia de la superficie de hormigón;
- Mejorar la durabilidad; y/o
- Impedir que se desarrolle un ambiente corrosivo en las armaduras.

Para fines de esta investigación se dará enfoque principalmente a la primera, la cual consiste en aumentar la baja resistencia a tracción del hormigón por medio del reforzamiento de este con acero, orientando todos los conceptos a sistemas de losas. La bibliografía en general llama a esta técnica refuerzo o acero de retracción y temperatura.

Para el caso de losas deck se utiliza este refuerzo en forma de mallas electrosoldadas, es decir varillas de acero fijadas entre sí. También se puede colocar el acero en forma de fibras pequeñas dispersas en toda la masa de la porción de hormigón de la losa con placa colaborante (Steel Deck).

-Requisitos para malla de acero electrosoldada (varillas de acero)

El área mínima de refuerzo para este fin, así como el espaciamiento máximo entre las varillas, su recubrimiento y su normativa ASTM a seguir son proporcionadas por ACI Comité 318 (2014) y ANSI/SDI (2017) (Tabla 1).

Tabla 1. Refuerzo de retracción y temperatura en losas

Tipo de Refuerzo	fy (MPa)	Cuantía Mínima de Refuerzo	Esp. Máx. (cm)	Recub. Min. (cm)	Nor-mativa ASTM
Varillas corrugadas	< 420	0.0020			A970M
Varillas corrugadas o malla de acero electrosoldada	≥ 420		5h < 45	2,0	A184M

fy= esfuerzo máximo a tensión del acero de refuerzo en MPa; h= altura de la losa en cm.

Tabla de elaboración propia basada en los requisitos presentados en ACI Comité 318 (2014)

Cuando se trata de sistema de losa con placa colaborante Steel Deck, los valores para malla de acero electrosoldada (Tabla 1) se ven complementados por los requisitos especificados en ANSI/SDI (2017): Se usará como refuerzo malla de acero electrosoldada o varillas de acero, para control y agrietamiento que no será usado para resistir esfuerzos de las cargas estructurales cuantificables, con un área mínima de 0.00075 veces el área de concreto sobre el deck (por pie o metro de ancho), pero no menos del área provista por la malla denominada 6x6-W1.4xW1.4 (152 x 152 mm-MW9xMW9) (ANSI/SDI, 2017).

En el mismo trabajo de la American National Standards Institute/ Steel Deck Institute (2017) se exponen las áreas para los distintos espaciamientos y tamaños de malla electrosoldada. Para la malla solicitada en el párrafo anterior, de 6x6-W1.4xW1.4 se establece un área de 0,028 $\frac{m^2}{ft^2}$ es decir aproximadamente 60 $\frac{cm^2}{ft^2}$.

Requisitos para fibras de acero

ANSI/SDI (2017), en su Normativa para Losas de Entrepiso Compuestas Steel Deck (C-2017) considera que se puede utilizar fibras de acero que cumplan con ASTM A820, tipo I, tipo II o tipo V, con una dosificación especificada por el fabricante de fibras pero no menor a 14.8 kg/m³.

Análisis técnico

Agregados

Para la elaboración del hormigón de las pruebas respectivas se utilizó agregado grueso con un tamaño máximo nominal (TMN) de 1" y agregado fino con módulo de finura de 3.2, ambos obtenidos de la cantera de Guayllabamba (Provincia de Pichincha, Ecuador) con las propiedades expuestas (Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades de los agregados utilizados para la elaboración de hormigón

Materiales	Peso específico (Ton/m3)	% Humedad	% Absorción	Peso Unitario Compactado (kg/m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
Agua	1.000	-	-	-	-
Cemento	2.860	-	-	-	-
Grava	2.480	1.010	1.900	1380	1290
Arena	2.470	10.910	2.500	1650	1510

Cemento

El cemento que se utilizó para los ensayos de esta investigación fue Cemento Selvalegre Plus, cuyas características mecánicas, químicas y físicas son las detalladas a continuación, tomadas de la ficha técnica del fabricante:



Ficha Técnica Cemento Selva Alegre Plus

REQUISITOS QUÍMICOS		
PARÁMETRO	INEN 490	SELVALEGRE PLUS
Pérdida por calcinación	≤ 5%	1,4%
Magnesio (Mg%)	≤ 4%	2,3%
Sulfatos (SO ₃)	≤ 4,4%	2,4%

REQUISITOS FÍSICOS		
PARÁMETRO	INEN 490	SELVALEGRE PLUS
Fraguado inicial	≥ 45 + 438 min	140 min
Expansión	≤ 0,8%	0,24%
Contenido del aire	± 12%	4,50%

Ficha Técnica Cemento Selva Alegre Plus

Hormigón simple

Se elaboró un hormigón de 210 kg/cm² de resistencia a la compresión. La dosificación de la mezcla de hormigón se realizó siguiendo el método ACI 211.1 mediante hojas de cálculo Excel realizadas por Roger Laura Calle, auxiliar de docencia de tecnología del hormigón de la Universidad Mayor de San Andrés (Tabla 3).

Tabla 3. Dosificación final para 1m³ de hormigón simple

Material	Cantidades Secas				Cantidades Húmedas			
	Por Peso	Por Volumen	Por Peso	Por Volumen	Por Peso	Por Volumen	Por Peso	Por Volumen
Agua	209.641 Kg.	0.210 m ³	222.860 Kg.	0.223 m ³				
Cemento	451.812 Kg.	0.158 m ³	451.812 Kg.	0.158 m ³				
Grava	901.722 Kg.	0.364 m ³	912.092 Kg.	0.368 m ³				
Arena	733.669 Kg.	0.297 m ³	745.554 Kg.	0.302 m ³				
Aire	-	-0.028 m ³	-	-0.028 m ³				
TOTAL	2296.844 Kg.	1.000 m ³	2332.318 Kg.	1.022 m ³				

Los valores de la tabla fueron establecidos para 1m³ de hormigón.

Placa colaborante (Steel Deck)

Se utilizó la placa colaborante sismorresistente para losas “Kubilosa”, proporcionada por la empresa “KUBIEC-CONDUIT”.

La placa que ha de ser usada como restricción a la contracción del hormigón para la generación de fisuras, debe ser de alrededor de 1.2mm. También se especificó anteriormente que dicha placa sería reemplazada por una porción de Steel Deck. Con este antecedente se decidió trabajar con la placa de mayor espesor disponible, es decir la más cercana al valor especificado, que es la de 0.76mm de espesor.

Malla de acero electrosoldada

Se utilizó la malla de acero “Armex® Tradicional Tipo R con Apertura Cuadrada” proporcionada por la empresa “Ideal Alambrec-Bekaert®”. La cantidad de malla de acero a ser colocada se calculó tomando en cuenta todos los requisitos mínimos descritos anteriormente, lo cual se realizó utilizando la hoja de cálculo Excel (Figura 4).

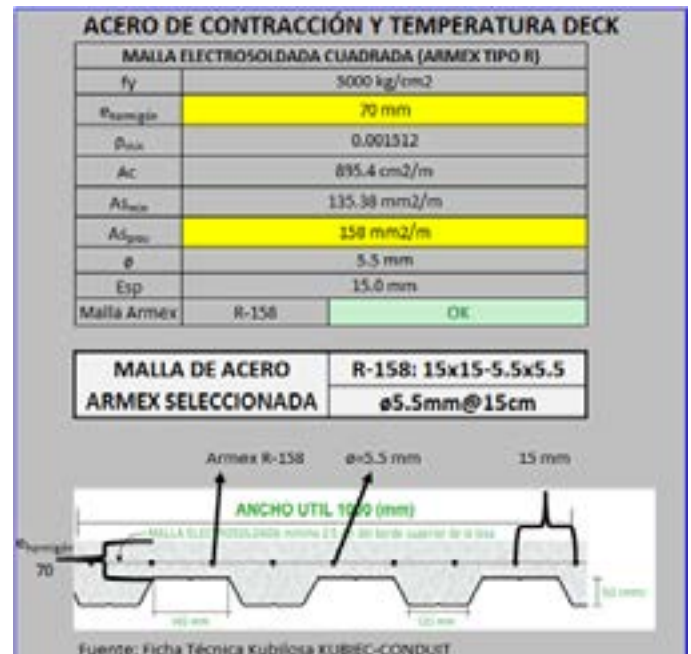


Figura 4. Diseño de la malla de acero electrosoldada

Fibras de acero

Se utilizó la fibra de acero “Dramix® 3D 80/60BG” proporcionada por la empresa “Ideal Alambrec-Bekaert®”.

La ficha técnica del producto define una dosificación mínima de 10kg/m³, sin embargo, como se mencionó anteriormente, la dosificación mínima deberá ser de 14.8 kg/m³.

La dosificación seleccionada se calculó transformando la dosificación de malla de acero electrosoldada a peso por volumen (kg/m³), misma cantidad de acero en fibras.

El peso por metro cuadrado de la malla (W) y su límite de fluencia está detallado en su ficha técnica. El límite de fluencia de la fibra está detallado en su ficha técnica.

La transformación entonces se la efectuó dividiendo el peso W de la malla para el área efectiva de concreto y multiplicándola por un factor de transformación por diferencia de límites de fluencia entre la malla y la fibra como se expresa en la siguiente ecuación:

$$Dosif. fibra = \frac{W_{malla} \left(\frac{kg}{m^2} \right)}{A_c \left(\frac{m^2}{m} \right)} \times \left(\frac{f_{y_{malla}}}{f_{y_{fibra}}} \right)$$

El cálculo se realizó utilizando una hoja de cálculo Excel (Figura 5).

ACERO DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA DECK	
FIBRA DE ACERO (DRAMIX 3D)	
W	2.50 kg/m ²
Tipo de Fibra	3D 80/60
f _y	12491.52 kg/cm ²
Dosif _{min}	11.18
Dosif _{max}	14.80
Dosif _{med}	15 kg/m ³
OK	
FIBRA DRAMIX SELECCIONADA	3D 80/60 Dosificación: 15kg/m ³

Figura 5. Diseño de la fibra de acero

Configuración de ensayos

Siguiendo los parámetros establecidos por ASTM C1579 y con la colaboración de la empresa de ingeniería mecánica IBIMCO, se realizaron los planos, fabricación y calibración de los equipos de ensayo para los ensayos pertinentes.

Los equipos utilizados fueron los moldes, ventilador, calefactor, deshumidificadores, cámara ambiental, sensores, plataforma de vibrado, equipo de acabado de superficie y recipiente de monitoreo especificados por dicha normativa.

Como ya se ha mencionado varias veces, las restricciones fueron reemplazadas por una porción de plancha Steel Deck con las características definidas anteriormente.

Para la medición de fisuras se utilizó un microscopio óptico, en cuyo software, Digital Microscope Suite 2.0, tiene incorporado cámara fotográfica y de video, y medidor de distancia con precisión de 0.01mm.

Muestreo y procedimiento de ensayos

Se realizó la mezcla de hormigón de acuerdo con la normativa de ensayo ASTM C192. En el caso del hormigón con fibras, se realizó el mismo procedimiento, añadiendo como último paso la colocación de las fibras a razón de 15kg/m³/15minutos.

Se elaboraron un total de 9 paneles, 3 de hormigón de control (PHC), 3 de hormigón con malla electrosoldada (HMES) y 3 de hormigón con fibras de acero (H15F). De cada panel se sacaron 3 cilindros para compresión simple y uno para tiempo de fraguado.

Se siguió exactamente el procedimiento establecido por la norma ASTM C1579:

- Se determinó el asentamiento de cada mezcla de acuerdo con ASTM C143.
- Se fabricó un espécimen para tiempo de fraguado del hormigón de acuerdo con ASTM C403 y se lo colocó en el flujo de aire para que esté expuesto a las mismas condiciones ambientales que los paneles de contracción plástica.
- Para el caso de hormigón de control y hormigón con fibras se llenó el molde del panel de prueba en una sola capa; para el hormigón con malla electrosoldada se colocó hormigón en el molde hasta cierta altura, se colocó la malla y se llenó el molde hasta el borde. En ambos casos se vibró como lo indica ASTM

C192. Se pasó la maestra de forma perpendicular a las crestas del Steel Deck 5 veces.

- Se realizó el acabado de la superficie con la paleta (llana) y bailejo.
- Se colocó el espécimen en la cámara ambiental bajo el flujo de aire y se encendió el ventilador; la evaluación de fisuración inició en este punto.
- Al inicio del ensayo y en intervalos de 30 minutos, se registró la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del flujo de aire a 100±5mm sobre la superficie del panel.
- Se ejecutaron ensayos de penetración cada media hora de acuerdo con ASTM C403. Se continuaron registrando las variables ambientales hasta el tiempo de fraguado final.
- Se pesó el recipiente de monitoreo al inicio del ensayo y en intervalos de 30 minutos.
- Después de que ocurrió el fraguado final, se registraron las variables atmosféricas y el tiempo y se apagó el ventilador; se determinó la pérdida total de agua en el recipiente de monitoreo. Se almacenó al panel en laboratorio a 23±2°C.

Cuantificación de fisuras

- Se midió el ancho superficial de las fisuras en los paneles a las 24 horas, 7 días y 28 días después del mezclado.
- Para prevenir posibles efectos de fisuras por bordes, se despreció fisuras hasta a 25mm desde el borde del panel.
- El ancho de cada fisura fue medido por medio de un microscopio óptico con 0.01mm de precisión cada 10±1 mm a lo largo de esta. Se repitió el proceso hasta que todas las fisuras fueron medidas. Se registraron todos los anchos de fisura para calcular el ancho promedio de fisura del panel.
- Se calculó la tasa de reducción de fisuras (CRR: crack reduction ratio) a las 24 horas, 7 días y 28 días con la ecuación:

$$CRR = \left[1 - \frac{\text{Promedio de anchos de fisura de la mezcla de hormigón reforzado con fibra}}{\text{Promedio de anchos de fisura de la mezcla de hormigón de control}} \right] \times 100\%$$

(ASTM, 2013)

Tiempo de fraguado

Como se indicó en los capítulos anteriores, con el objetivo de conocer cuándo retirar las probetas de ensayo de la cámara ambiental, se realizó el ensayo de tiempo de fraguado siguiendo la normativa de ensayo ASTM C403.

Análisis económico

Análisis de precios unitarios (APU) de losa deck con malla electrosoldada

El proceso estará enfocado principalmente a la instalación y construcción de la losa siguiendo aquel establecido por Sencico (s.f.) en su Manual Técnico Para el uso de Placas Colaborantes de Entrepiso (Acero-Deck).

Los rubros de este APU al igual que los precios actualizados de materiales y equipos se han definido considerando aquellos establecidos por varias entidades vigentes en el Ecuador como el Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha y la Cámara de la Industria de la Construcción.

Los salarios de la mano de obra fueron tomados del salario mínimo sectorial proporcionado por la Contraloría General del Estado Ecuatoriano. El costo de transporte para todos los casos se ha tomado como cero (0) debido a que depende de la ubicación de la obra.

Tomando en cuenta el proceso constructivo mencionado anteriormente, se han definido tres rubros para la construcción de un metro cuadrado de losa con placa colaborante con malla electrosoldada.

Placa colaborante Deck 0.76mm

Debido a que no se dispone de un rubro similar, se ha decidido elaborarlo basado en el rubro “Cubierta Estil Panel 0.30mm” de la revista Sigma, del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha (2018), con ciertas modificaciones en los materiales; la mano de obra se mantiene, al igual que el equipo (la herramienta menor es el 5% de la mano de obra).

Este rubro incluye el corte y colocación de las placas, así como su perforación para fijarlas mediante 1 conector de corte soldado por cada metro cuadrado y la colocación del encofrado de las riostras laterales de la losa (Figura 6).

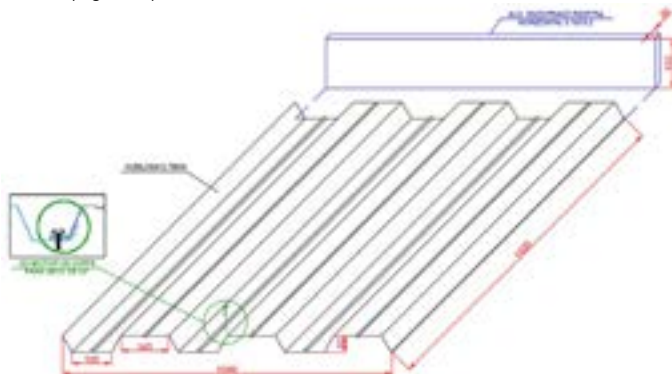


Figura 6. Rubro “Placa colaborante Deck 0.76mm.”

Malla Armex R-158 electrosoldada 15x15x5.5mm

El Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha (2018) presenta en su revista Sigma del mes de septiembre, el rubro “Malla Electrosoldada 15x15x3.5”, muy similar a la utilizada en esta investigación, por lo que solo se modificó el costo de la malla.

Este rubro incluye la colocación de dados (galleta) de mortero cemento-arena 1:5 de dimensiones 4x10x10cm (rubro auxiliar tomado de la misma revista), el corte y colocación de la malla electrosoldada sobre estos y su amarre con alambre recocido (Figura 7).

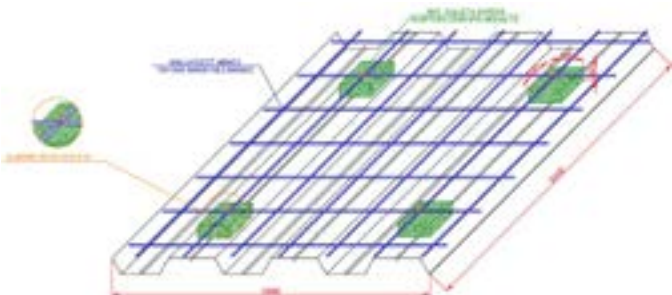


Figura 7. Rubro “Malla Armex R-158 electrosoldada 15x15x5.5mm.”

Hormigón simple en losa deck 7cm

El Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha (2018), en su revista Sigma (edición de septiembre), especifica el rubro “Hormigón simple losa superior $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ”, al mismo que no se le ha aplicado ninguna modificación. Este rubro incluye el vertido del hormigón sobre la placa colaborante y su vibrado (Figura 8).

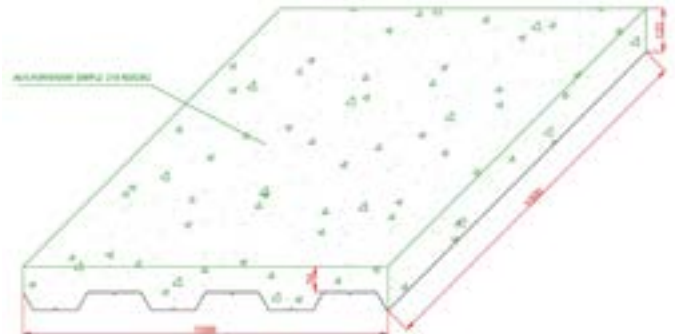


Figura 8. Rubro “Hormigón simple en losa deck 7cm.”

Análisis de precios unitarios (APU) de losa deck con fibras de acero El proceso estará enfocado en la misma perspectiva que el del caso anterior y fue tomado de la misma bibliografía. Sin embargo, al no colocarse malla electrosoldada y considerando fibras premezcladas en el hormigón, se han definido dos rubros.

Placa colaborante Deck 0.76mm

Este rubro es exactamente el mismo que el utilizado para la losa deck con malla electrosoldada (Figura 6).

Hormigón 210 con 15 fibra 80/60 en losa deck 7cm

El Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha (2018), en su revista Sigma (edición de septiembre), detalla el rubro “Hormigón simple losa superior $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ”, al mismo que se le ha agregado la dosis de 15kg/m3 de la fibra de acero utilizada para esta investigación.

Este rubro incluye el vertido del hormigón sobre la placa colaborante y su vibrado (Figura 9).

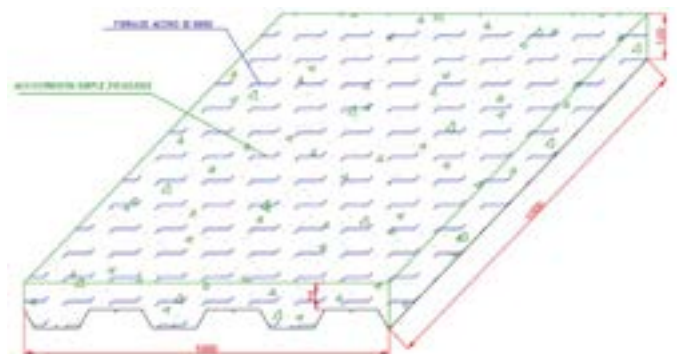


Figura 9. Rubro “Hormigón 210 con 15 fibra 80/60 en losa deck 7cm.”

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del análisis técnico

Tiempo de fraguado

Las probetas fueron retiradas al cumplirse el tiempo de fraguado final, obteniéndose los resultados favorables (Figura 10).

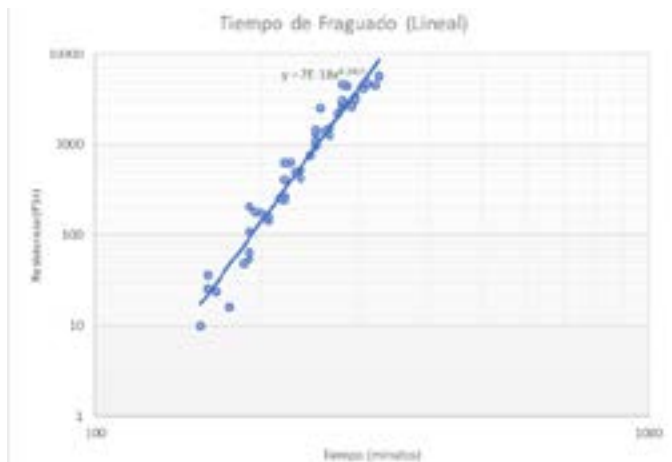
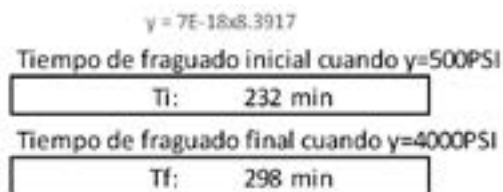


Figura 10. Tiempo de fraguado: Tiempo vs Resistencia a la penetración

Se observa una variación en los resultados de tiempo de fraguado por el método gráfico (curva) y por el método de regresión (lineal).

El programa de cálculo Excel no puede determinar los valores de forma gráfica, por lo que se ve obligado a determinar una ecuación, lo cual produce un error en los resultados; por lo tanto, se tomará como verdaderos a los resultados de la ecuación de regresión lineal.



El tiempo de fraguado inicial fue de 232 minutos (casi cuatro horas), mayor al de 140 minutos que se esperaba en este cemento (según su ficha técnica). Esto podría deberse a las condiciones de viento, humedad y temperatura de la cámara ambiental a las cuales fue sometido; el tiempo de fraguado final fue de 298 minutos.

Fisuración en el hormigón

Los resultados fueron obtenidos con la fórmula especificada para la tasa de reducción de fisuras (CRR) utilizando una hoja de cálculo Excel (Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 4. Resultados de fisuración del hormigón de control (PHC)

Resumen de resultados de fisuración						
PHC: hormigón de control						
EDAD (DÍAS)	Ancho promedio (mm.)				Estadística	
	PHC1	PHC2	PHC3	PROM.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (mm.)	% VARIACIÓN
1	0.20	0.20	0.13	0.20	0.0003	0.14%
7	0.24	0.23	0.13	0.24	0.0022	0.92%
28	0.22	0.21	0.12	0.21	0.0032	1.52%

Estadística PHC3*	
Desviación estándar (mm)	% Variación
0.0301	15.15%
0.0488	20.69%
0.0431	20.28%

*La prueba PHC3 presenta una variación demasiado alta por lo cual la desprecia.

Tabla 5. Resultados de fisuración del hormigón con malla electrosoldada (HMES)

Resumen de resultados de fisuración							
HMES: hormigón con malla electrosoldada							
EDAD (DÍAS)	Ancho promedio (mm.)				Estadística		CRR%
	HMES1	HMES2	HMES3	PROM.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (mm.)	% VARIACIÓN	
1	0.14	0.14	0.15	0.14	0.007	4.62%	27.02
7	0.15	0.16	0.16	0.15	0.006	4.19%	34.48
28	0.13	0.14	0.13	0.13	0.003	2.37%	37.50

Tabla 6. Resultados de fisuración del hormigón con fibras de acero (H15F)

Resumen de resultados de fisuración							
HMES: hormigón con fibras de acero							
EDAD (DÍAS)	Ancho promedio (mm.)				Estadística		CRR%
	H15F1	H15F2	H15F3	PROM.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (mm.)	% VARIACIÓN	
1	0.09	0.08	0.09	0.09	0.003	3.02%	56.02
7	0.10	0.09	0.10	0.10	0.004	3.63%	58.91
28	0.09	0.08	0.09	0.09	0.004	4.30%	58.30

También se presenta la comparativa de dichos resultados (Figura 11) en cuyo eje de las abscisas se representa la edad (en días) del hormigón y en el de las ordenadas se representa la fisuración obtenida.

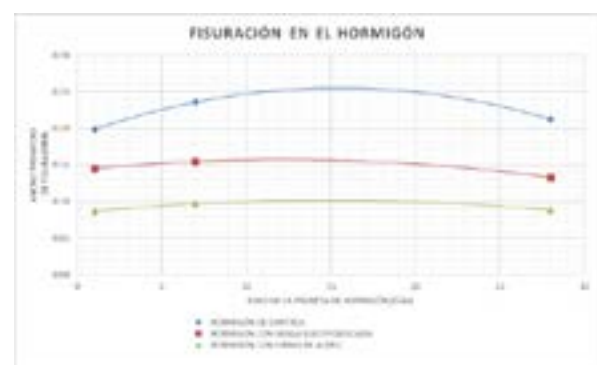


Figura 11. Fisuración del hormigón: Edad vs. Ancho de fisuras

El hormigón de la losa deck reforzado con malla electrosoldada redujo su fisuración en un rango del 27.02% (a las 24 horas) al 37.50% (a los 28 días), mientras que aquel que estuvo reforzado con fibras de acero redujo su fisuración en un rango del 56.02% (a las 24 horas) al 58.91% (a los 7 días), mejorando notablemente el desempeño del concreto ante este fenómeno.

Parámetros ambientales y tasa de evaporación

Los porcentajes de variación de los parámetros temperatura ambiental, humedad relativa, temperatura del hormigón y velocidad de viento son de 1.83%, 8.68%, 6.41% y 3.92% respectivamente; se aceptan estos porcentajes debido a que todos los datos se mantuvieron dentro de los rangos permitidos por la normativa de ensayo.

La tasa de evaporación promedio es de 1.13 kg/m²/h, cumpliendo el mínimo permitido por la prueba y su porcentaje de variación es del 4.58%, que está por debajo del 5% permitido por la normativa.

Resistencia a la compresión del hormigón

La resistencia a la compresión promedio de los ensayos resultó 283.88 kg/cm², mayor a la esperada de 210 kg/cm². Sin embargo, la variación entre las pruebas fue del 3.61%, valor muy cercano al establecido por la normativa de ensayo ASTM C39 de 2.4%, por lo cual prácticamente todas las probetas tienen la misma resistencia, es decir, que el fenómeno de fisuración no se vio afectado por la resistencia a la compresión del hormigón de las probetas.

Resultados del análisis económico

El análisis de precios unitarios en todos los casos, que incluye equipo, material y mano de obra se lo realizó en el software de ingeniería de costos Ares.

Losa deck con malla electrosoldada

En este caso, se observan tres rubros, con los siguientes resultados:

- Placa colaborante Deck 0.76mm (Tabla 7).
- Malla Armex R-158 electrosoldada 15x15x5.5mm (Tabla 8).
- Hormigón simple en losa deck 7cm (Tabla 9).

Tabla 7. Rubro “Placa colaborante Deck 0.76mm.”

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Tabla 8. Rubro “Malla Armex R-158 electrosoldada 15x15x5.5mm.”

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Tabla 9. Rubro “Hormigón simple en losa deck 7cm.”

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Costo total de losa deck con malla electrosoldada

Se han utilizado precios actualizados de los distintos materiales, equipos y mano de obra de construcción y se han usado rubros avalados por las distintas entidades con el fin de que los resultados se acerquen a la realidad. El presupuesto teórico resultante de construcción de losa deck reforzado con malla electrosoldada (Tabla 10) es de 129.94 USD/m².

Tabla 10. Presupuesto “Losa deck con malla electrosoldada”

DESCRIPCIÓN	UNL	CAN T.	PRECIO U.	PRECIO T.	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPO
CAPÍTULO GENERAL							
PLACA COLABORANTE DECK 0.76MM	M2	1.00	\$31.41	\$31.41	\$9.50	\$23.74	\$0.17
MALLA ARMEX R-158 ELECT.	M2	1.00	\$1.32	\$1.32	\$0.29	\$4.00	\$0.62
HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA DECK 7CM	M2	1.00	\$91.01	\$91.01	\$71.41	\$8.18	\$0.22
				\$129.94	\$81.10	\$37.92	\$0.72

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Losa deck con fibra de acero

En este caso, se observan únicamente dos rubros, con los siguientes resultados:

- Placa colaborante Deck 0.76mm (Tabla 7)
- Hormigón 210 con 15 fibra 80/60 en losa deck 7cm (Tabla 10)

Tabla 11. Rubro “Hormigón 210 con 15 fibra 80/60 en losa deck 7cm.”

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
HORMIGÓN 210	M3	1.00	128.06	128.06
FIBRA DE ACERO 80/60	KG	15.00	11.37	170.55
SUBTOTAL				
MATERIALES EQUIPO				
PLACA COLABORANTE DECK 0.75CM	M2	1.00	59.30	59.30
SUBTOTAL				
MATERIALES MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	M2	1.00	173.41	173.41
SUBTOTAL				
TOTAL				
PRECIO UNITARIO (1) = B / E = P				

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Costo total de losa deck con fibra de acero

Tabla 12. Presupuesto “Losa deck con fibras de acero”

DESCRIPCIÓN	UNE	CAN	PRECIO	PRECIO	MANO DE	MATERIALES	EQUIPO
	T.	E.	T.	T.	OBRA		
CAPÍTULO GENERAL							
PLACA COLABORANTE DECK 0.75CM	M2	1.00	59.30	59.30		59.30	59.30
HORMIGÓN 210 CON FIBRA 80/60 EN LOSA DECK 7CM	M2	1.00	128.06	128.06	173.41	173.41	173.41
SUBTOTAL							

Captura de pantalla tomada del programa ARES.

Se han utilizado precios actualizados de los distintos materiales, equipos y mano de obra de construcción y se han usado rubros avalados por las distintas entidades con el fin de que los resultados se acerquen a la realidad. El presupuesto teórico resultante de construcción de losa deck reforzado con fibras de acero (Tabla 12) es de 128.06 USD/m², lo cual representa un ahorro de 1.86 USD/m², es decir del 1.4% con respecto al caso anterior.

La variación del costo podría parecer mínima, pero si llevamos los números a grandes volúmenes de obra (como amplias losas de concreto en edificios con una cantidad considerable de pisos), el ahorro podría verse reflejado no solo en miles, sino hasta en millones de dólares.

Resultados del análisis constructivo

Al comparar el proceso constructivo de ambos casos, se observa que la losa deck reforzada con malla electrosoldada presenta 3 rubros, pues solo la colocación de malla representa un rubro. La losa reforzada con fibra de acero presenta únicamente 2 rubros debido a que la fibra se mezcla directamente en el hormigón como un agregado más.

La reducción de un rubro representa reducción y por ende ahorro en tiempo de construcción y ahorro de materiales, pues ya no se requiere ni los dados (galleta) de mortero ni el alambre para la fijación de la malla.

La colocación de la malla de acero implica bodegaje de dicho elemento, que deberá ser trasladado desde dicha bodega al lugar de trabajo y por ende se requiere de mayor personal, situación que no sucede en el caso de la fibra de acero el cual se comporta como un material más de la mezcla de hormigón.

La fibra de acero simplifica el proceso de instalación del acero para control de fisuras, hecho que disminuye el riesgo de accidentes en obra por tropezones o heridas por corte que podría provocar la malla de acero. La resistencia a la tracción mínima de la fibra de acero es de 1000Mpa

dos veces mayor a la de la malla electrosoldada de 500Mpa, lo cual permite utilizar menos acero para el mismo propósito, aliviando por ende a la estructura.

CONCLUSIONES

Una vez obtenidos y analizados todos los resultados de la comparativa técnica, económica y constructiva del sistema convencional de losa Steel Deck reforzada con malla de acero frente al sistema reforzado con fibra de acero, se concluye que:

- La hipótesis de la investigación que afirma que el uso de fibras de acero en el sistema de losas Steel Deck para control de agrietamiento provocado por contracción y temperatura del hormigón tiene un mayor beneficio tanto técnico-económico como constructivo frente al uso de la malla electrosoldada es correcta.
- El reemplazo de la malla electrosoldada del sistema convencional por fibras de acero tiene ventajas constructivas tanto en ahorro de tiempo como de materiales en la construcción, así como en facilidades de bodegaje del material y elimina su dificultad al momento de ser transportado.
- Una dosificación mínima de 12 kg/m³ de fibras de acero es suficiente para el control de fisuración por retracción plástica del hormigón en el medio local ecuatoriano.
- Ya sea por uno u otro método, es totalmente necesaria la utilización de un sistema de refuerzo para los esfuerzos producidos por la contracción y la dilatación del hormigón debido a la retracción plástica, pues la fisuración o agrietamiento es mucho mayor sin ninguno de estos sistemas.

Adicionalmente, es importante tener buenas condiciones de acabado de la superficie de la losa y de curado de esta para evitar la aparición y el crecimiento de dichas fisuras. También se puede disminuir el fenómeno de fisuración aumentando o disminuyendo ciertos parámetros de diseño.

Agradecimientos

Contribución de los autores: Constante y Cando participaron activamente en los procesos de conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos, redacción, revisión y edición, visualización, adquisición de financiación. Ambos autores han leído y aceptado la versión publicada del documento.

Fuente de financiamiento: Esta investigación fue financiada por Sebastián Constante y Wilson Cando, investigadores activos del artículo. Asimismo, la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador”, quien redujo los costos de la elaboración de los ensayos para fines investigativos. La empresa “IBIMCO S.A.” es la fabricante de la máquina de ensayo. La empresa “Ideal Alambrec-Bekaert”, figura como proveedora de la fibra de acero, la malla electrosoldada y de datos técnicos necesarios para esta investigación. La empresa “Kubiec-Conduit”, fue la proveedora de la placa colaborante (Steel Deck).

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los patrocinadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio, recopilación, análisis o interpretación de datos, redacción del documento, o en la decisión de publicar los resultados.

REFERENCIAS

- ACI Comité 244. (2001). *Control de la fisuración en estructuras de hormigón (ACI 224R)*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- ACI Comité 244. (2007). *Causas, evaluación y reparación de fisuras (ACI 224.1R-07)*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- ACI Comité 318. (2014). *ACI 318S-14: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318RS-14)*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Aire, C. (2011). Fisuras por contracción. *Construcción y Tecnología en Concreto*, 1(9), 26-29. <http://www.revistacyt.com.mx/images/portada/2011/pdf/DICIEMBRE.pdf>
- ANSI/SDI. (2017). *Standard for Composite Steel Floor Deck Slabs (SDI/ANSI C-2017)*. ANSI/SDI: American National Standards Institute/Steel Deck Institute.
- ANSI/SDI: American National Standards Institute/Steel Deck Institute. (2017). *C-2017 Standard for Composite Steel Floor Deck-Slabs*. ANSI: Approved American National Standard.
- ASTM. (2013). *Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a Steel Form Insert) (ASTM C1579-13)*. West Conshohcken: ASTM Internations.
- Cámara de la Industria de la Construcción Ecuatoriana. (2018). Los precios del mercado de la Cámara de la Construcción. *Construcción*, 52-53.
- Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. (Septiembre de 2018). Listado de Rubros de Construcción. *SIGMA*, 39-58.
- Marino, P. (2009). *Contracción Por Secado Del Hormigón*. Buenos Aires: Centro de Investigaciones Viales.
- Salgado, S. (2010). *Estudio de losa sin junta de expansión: acceso sur*. Tramo Soterrado TS-8. (Trabajo de grado, Universidad de Santiago de Chile). http://www.thesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-salgado_sz/pdfAmont/cf-salgado_sz.pdf
- Sencico. (s.f.). *Manual Técnico Para el uso de Placas Colaborantse Para Losas de Entrepiso Acero-Deck*. Lima.
- WRI: Wire Reinforcement Institute. (s.f.). *Manual of Standard Practice: Structural Welded Wire Reinforcement*. Wire Reinforcement Institute, Inc.

IDENTIFICACIÓN DE SITIOS POTENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE PARQUEO DE BICICLETAS EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE LOJA, ECUADOR.

Fabián René Reyes Bueno¹, Robert Vinicio Mora Romero¹

¹Universidad Técnica Particular de Loja

*Autor para correspondencia: frreyes@utpl.edu.ec

Recibido: 2021/08/12

Aprobado: 2021/09/23

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.734>

RESUMEN

Debido al creciente interés que ha tenido en los últimos tiempos el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, resulta indispensable aportar con criterios para la correcta inversión en infraestructura ciclista. En ese sentido, la presente investigación plantea, a partir de la categorización del umbral de consumo de energía que un ciclista gasta para trasladarse de un lugar a otro, establecer puntos estratégicos para la implementación de estacionamientos de bicicletas en el área urbana de Loja. Para la identificación de estos puntos fue necesario generar una superficie de fricción basada en la energía que, potencialmente, un usuario de bicicleta podría consumir para trasladarse por las calles de la ciudad, luego de lo cual se calculó, a partir de un algoritmo de coste acumulado, los puntos a partir de los cuales se empieza a sentir agotamiento. Teniendo estas localizaciones aproximadas, se hizo un planteamiento de localización de paradas potenciales en función de infraestructura y concurrencia a sitios clave. Entre los principales resultados obtenidos destaca la identificación de 23 paradas potenciales, distribuidas en 3 anillos donde se pueden establecer parqueaderos de bicicletas. En conclusión, se identificó una longitud total de 739,2 km de vías, estableciendo que la distancia en la que un ciclista puede llegar a consumir 50 kJ es de 5.3 km. En efecto, la definición de estas 23 paradas potenciales, así como la identificación de 19 puntos de interés alrededor de estas paradas potenciales, aporta a la implementación de estacionamientos de bicicletas, tomando en cuenta que estos deben conectar destinos de interés colectivo, tales como: sitios de empleo, escuelas, áreas de compras, áreas recreacionales y paradas de tránsito.

Palabras clave: Parqueaderos, accesibilidad, energía, ciclismo

ABSTRACT

Due to the growing interest in the use of bicycles as an alternative means of transportation in recent times, it is essential to provide criteria for the correct investment in cycling infrastructure. In this sense, this research proposes, based on the categorization of the threshold of energy consumption that a cyclist spends to move from one place to another, to establish strategic points for the implementation of bicycle parking in the urban area of Loja. For the identification of these points it was necessary to generate a friction surface based on the energy that, potentially, a bicycle user could consume to move through the streets of the city, after which it was calculated, based on a cumulative cost algorithm, the points from which exhaustion begins to be felt. With these approximate locations, potential stops were defined based on infrastructure and concurrence to key sites. Among the main results obtained was the identification of 23 potential stops, distributed in 3 rings where bicycle parking can be established. In conclusion, a total length of 739.2 km of roads was identified, the distance in which a cyclist can consume 50 KJ is 5.3 km. Indeed, the definition of these 23 potential stops and the identification of 19 points of interest around these potential stops, contributes to the implementation of bicycle parking, taking into account that these should connect destinations of collective interest, such as employment sites, schools, shopping areas, recreational areas, and transit stops.

Keywords: Parking, accessibility, energy, cyclist



INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, se han planteado varias políticas (entre legislación e iniciativas propias de los gobiernos locales) orientadas al uso de medios de transporte sustentables tales como la bicicleta, el transporte público y la caminata. En este sentido, la importancia de la promulgación de políticas públicas orientadas a la construcción de nueva infraestructura ciclista es fundamental para generar un cambio en la actitud de la ciudadanía hacia este nuevo modo de transporte (Plasencia-Lozano, 2021). El proveer rutas y ciclovías incrementa el uso de la bicicleta, lo cual aporta grandes beneficios al reducir la contaminación del aire urbano y la prevalencia de inactividad física asociada a enfermedades crónicas no transmisibles (Fraser & Lock, 2010). Asimismo, la implementación de zonas de parqueo es uno de los elementos fundamentales para complementar la infraestructura ciclista y motivar el uso de la bicicleta (Pucher *et al.*, 2010).

Existen varios estudios orientados a la identificación del umbral de fatiga. En este sentido, Ebnealipour *et al.* (2020) realizaron un estudio para identificar el umbral de fatiga para diferentes condiciones físicas, evaluando el máximo de calorías quemadas antes de que el ciclista se canse, lo que depende de la edad y el peso del conductor. Iseki & Tingstrom (2014) usaron como umbral 50,000 J como el que corresponde al que un ciclista decida ir en bicicleta desde una estación. Con base en lo planteado por Iseki & Tingstrom (2014), Orellana *et al.* (2019) realizaron un estudio en la ciudad de Cuenca - Ecuador, utilizando un método basado en el análisis de redes que usa como variable de impedancia la energía empleada por el ciclista, que depende a su vez de varios factores como pendiente, tipo de calzada, características del ciclista, velocidad del viento, entre otras. A través de esta técnica, se logró identificar las cuencas óptimas para trasladarse en bicicleta sin llegar a fatigarse en exceso.

MÉTODOS

Área de estudio

La ciudad de Loja se encuentra ubicada al sureste del Ecuador (figura 1), a una altitud que oscila entre los 2000 m.s.n.m a 2300 m s.n.m. Tiene una extensión de 57.32 km², y una población a 2020 de aproximadamente 230 000 habitantes. El crecimiento población de Loja entre los años 2000-2017 ha experimentado un gran ascenso, siendo actualmente la novena ciudad más poblada del Ecuador y la tercera más poblada de la región Interandina ecuatoriana (SENPLADES, 2017). La ciudad está asentada sobre una superficie irregular, siendo un 64,92% de la superficie montañosa y escarpada (pendiente media del 25% y mayores a 30°).

Métodos

Para calcular la energía consumida por el ciclista, se siguió la metodología planteada por Iseki & Tingstrom (2014) y adaptada por Orellana *et al.* (2019).

Se partió de la generación de una base de datos para los diferentes segmentos de calle de la ciudad de Loja. La información base fue obtenida de OpenStreetMap (OpenStreetMap contributors, 2017), y se realizó un proceso de verificación y depuración. Con los datos depurados se construyó una red vial con segmentos pequeños cortados por las intersecciones de las calles y se corrigieron los errores topológicos.

La fórmula de potencia utilizada por Orellana *et al.* (2019) utiliza un factor de arrastre, la velocidad de desplazamiento, la masa conjunta del ciclista y la bicicleta, la aceleración de la gravedad, la pendiente relativa, y el coeficiente de rodadura. Luego de esto, se calculó la energía necesaria para recorrer un segmento de calle, utilizando la velocidad, y la potencia. Esta información fue incorporada en la red vial de la siguiente manera:

- Se incorporaron valores constantes de factor de arrastre (0.245), velocidad de desplazamiento (4 m/s), la aceleración de la gravedad (9.816 m/s²).
- Para el coeficiente de rodadura (Cr), se incorporó la adaptación propuesta por Orellana *et al.* (2019) con valores que cambian en función de la capa de rodadura: Asfalto nuevo (0.0071804), concreto nuevo (0.0063459), adoquín (0.0103079), asfalto desgastado (0.0089477), concreto desgastado (0.0066998) o gravilla (0.0132250).
- Para determinar la variable peso, se aplicó una encuesta a 119 ciclistas activos, en la que los datos tomados fueron: el peso del ciclista, peso de la bicicleta y edad. Esta encuesta permitió identificar un peso promedio de 78.35Kg (sumando ciclistas y bicicleta). Para determinar esta muestra, se partió de un universo de 120 000 personas (obtenido a partir de la población proyectada al 2020 para el cantón Loja, el porcentaje que reside en el área urbana y que se encuentra en una edad de entre 15 a 64 años) y se calculó la muestra a partir de un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 9%.
- Adicionalmente, se calculó la pendiente de cada segmento de la siguiente manera: A partir de la capa de elevación con una resolución de 5 m. generada por Sigtierras (MAGAP, 2012), se calculó la altura mínima y máxima para cada segmento de calle. Finalmente se calculó la longitud, y junto con la diferencia de altitud, pudo calcularse la pendiente de cada segmento.

Con todos los parámetros anteriores establecidos, se calculó inicialmente la potencia para cada segmento de calle, y a partir de la potencia se calculó la energía a una velocidad constante de 4m/s para cada segmento.

Para calcular el costo de desplazamiento desde el centro de la ciudad hacia los alrededores, primero se calculó el costo de desplazamiento (energía) por unidad; a partir de este costo se rasterizó la capa de vías con un tamaño de píxel de 1 m.

Aplicando la herramienta "r.cost.full" en QGIS (QGIS Development Team, 2021), se calculó el costo de desplazamiento desde cada píxel de la red de calles hasta el punto de interés ubicado en el centro de la ciudad. Luego, tomando como umbral de consumo máximo de energía de 50 kJ sugerido por Iseki & Tingstrom (2014), se reclasificó el ráster de accesibilidad, identificando tres zonas o anillos. En los límites de esas zonas se identificó la primera parada coincidente con un sitio de interés educativo, y a partir de esa parada se replicó la metodología utilizada, calculando nuevamente el costo de desplazamiento y reclasificando, para identificar las siguientes dos paradas más que estaban a 50 kJ. de esta parada y también a 50 kJ. del centro de la ciudad. Así se fueron identificando las paradas potenciales. Una vez identificadas estas paradas potenciales, se identificaron puntos de interés a una distancia de hasta 300 metros alrededor de estos puntos potenciales, cumpliendo entonces con los siguientes criterios:

- Que esté en el umbral de máximo consumo desde el punto (50 kJ, 100 kJ, o 150 kJ) desde centro (plaza central de la ciudad).

- Que esté en un umbral de máximo consumo desde el punto 50kJ calculado desde cada parada (sitio potencial).
- Que esté localizando zonas que sean: sitios de empleo, escuelas, áreas de compras, áreas recreacionales y paradas de tránsito (Greenstein, 2015).
- Que la calle seleccionada sea una de las más utilizadas por los ciclistas. Para esto, se usaron dos fuentes: la primera mediante una encuesta que fue aplicada a ciclistas, quienes determinaron las rutas y segmentos de calle que usan cotidianamente dentro del área central de la ciudad. Al espacializar estas rutas, se calculó el porcentaje de ciclistas que usan cada calle de la zona central. La segunda fuente, utilizada para identificar las calles del resto de la ciudad, fue el mapa de calor generado por Strava¹ a partir del registro de actividades que los ciclistas marcan como públicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la muestra y de las fórmulas empleadas, con datos cuantitativos y cualitativos, se obtuvo los siguientes resultados. En los 739 km de vías existentes en el área de estudio, se pudo identificar que en las mejores condiciones de vía (pendiente plana y asfaltada), la distancia en la que un ciclista puede llegar a consumir 50 kj. es de 5.3 km. Una vez generado el mapa de energía consumida en cada segmento de calle, se puede evidenciar que solamente en el 3% de la longitud total de vías se podría consumir 50 kj. en una distancia de entre 4 a 5.3 km. En un 29% de la longitud de vías la distancia a alcanzar para consumir los 50 kj. sería de entre 2.7 a 4 km. En el 53% de las vías, por sus características de pendiente y/o tipo de calzada podrían consumirse 50 kj. en una distancia de entre 1.3 a 2.7 km, y finalmente, en el 15% de las vías la distancia a alcanzar para consumir 50 kj. será menor a 1.3 km. (figura 1).

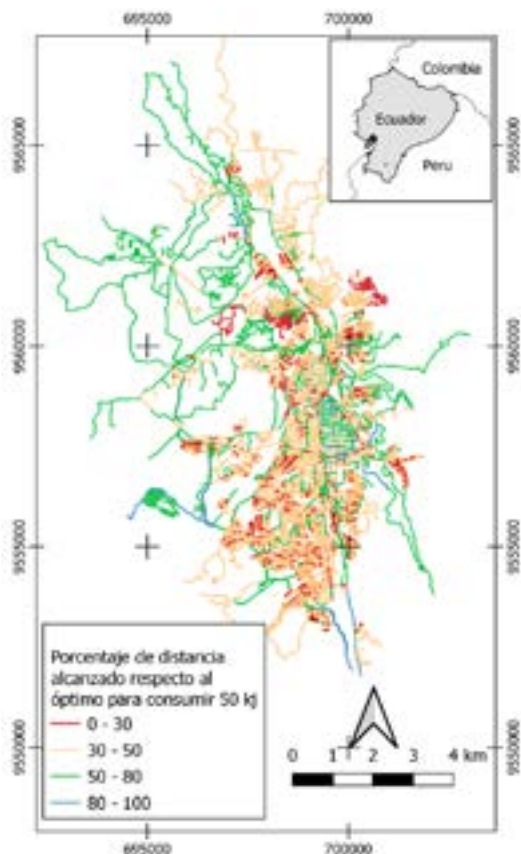


Figura 1. Mapa de clasificación de los segmentos de calle en función del porcentaje de distancia alcanzado (respecto a la distancia óptima) para consumir 50 kj.

A partir de estos datos, el área de influencia del sistema de bicicleta propuesto en Loja, tomando en cuenta un consumo máximo de energía de 50 kJ, cubre una superficie total de 5731,5 ha, representando un 58% del área urbana de la ciudad.

La metodología usada en el presente trabajo, recogiendo lo expuesto por Iseki y Tingstrom (2014) y también lo sugerido por Orellana *et al.* (2019), permitió identificar 23 localizaciones para estaciones de parqueo, divididas en tres anillos. La distribución de las estaciones implica un nivel de servicio estratificado, en el que el anillo céntrico contaría con una cobertura de 8 estaciones, siendo esta zona la más transitada por ciclistas de la ciudad; el anillo 2 contaría con una cobertura de 8 estaciones, mientras que el anillo 3, que es el más periférico, contaría con 7 estaciones. La topografía, al ser tan irregular, juega un papel importante en la cobertura de las estaciones, pues las áreas con mayores pendientes disminuyen considerablemente la distancia entre estaciones o sitios de parqueo (figura 3).

En el mapa del porcentaje de uso de las vías del centro de la ciudad (figura 2), se puede observar con líneas más marcadas (negras) los segmentos de la red vial de mayor recorrido debido a que por ahí pasa más del 40% de los ciclistas encuestados, mientras que las líneas más débiles (gris claro) representan los segmentos de calle por los que transitan menos del 20% de los ciclistas encuestados. Las zonas de mayor intensidad coinciden con la existencia de ciclovías, que sugieren aceptación de estos tramos por parte de la ciudadanía.

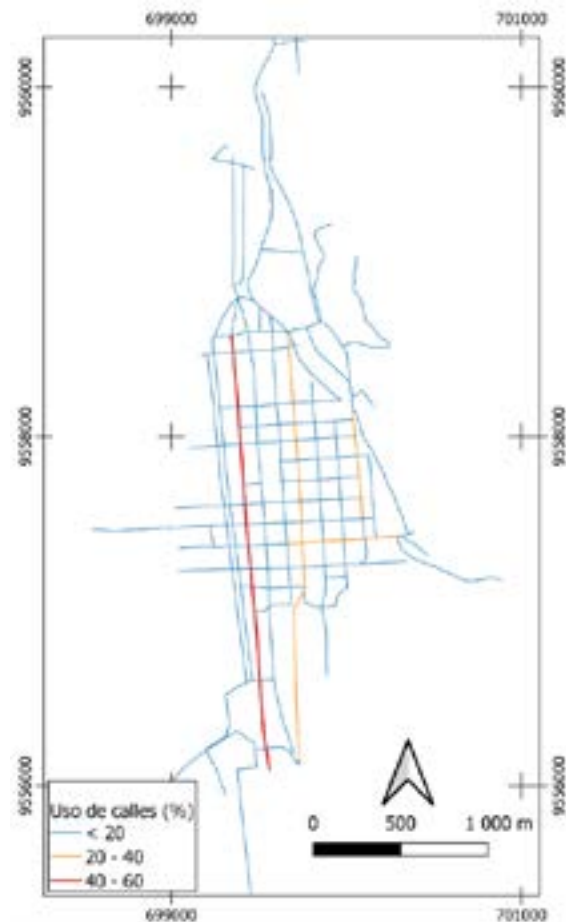


Figura 2. Porcentaje de uso de los segmentos de la red vial en el centro de la ciudad

¹<https://www.strava.com/heatmap#11.74/-79.26205/-4.01233/hot/all>

Estos resultados coinciden con los datos de intensidad que se pueden observar en el mapa de Strava que está disponible en la web². Una de las ventajas que presenta el mapa de Strava es que, al cubrir una mayor área de la ciudad, permite identificar las zonas más transitadas por ciclistas y que pueden ser consideradas para la ampliación de la red de ciclovías. Es el caso de las avenidas que conectan el centro con: el sur de la ciudad, el sur-oriente, y el norte.

Con estas consideraciones, en la figura 3 se muestran además 19 puntos de interés para potenciales sitios de parqueo. Se consideran estos puntos de interés debido a que la ubicación de las estaciones es uno de los elementos más importantes en la implementación de esta infraestructura, ya que, si están mal ubicadas, estas comprometen el éxito del sistema (Frade & Ribeiro, 2015).

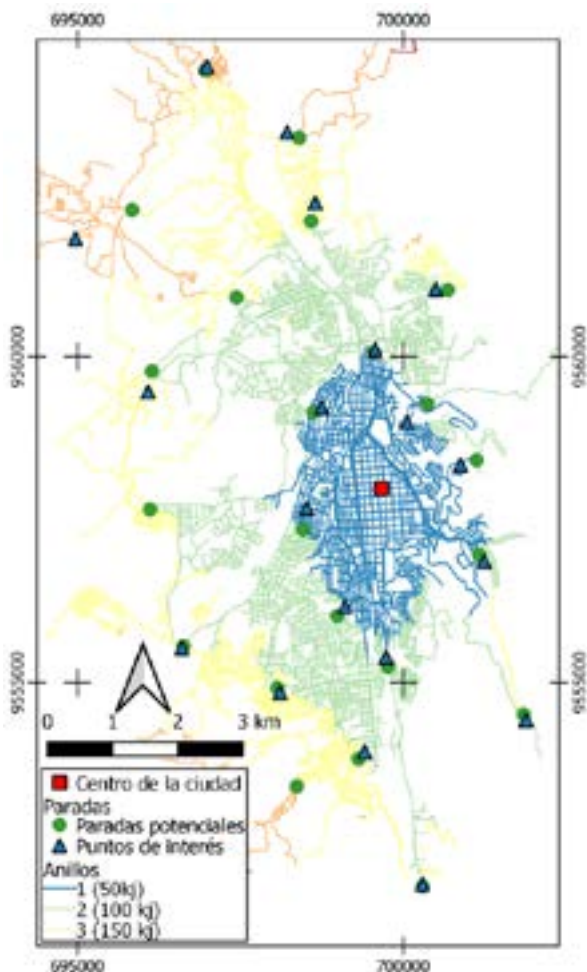


Figura 3. Mapa de localización de paradas potenciales y puntos de interés identificados en el área de estudio

La metodología usada en el presente trabajo, recogiendo lo expuesto por Iseki & Tingstrom (2014) con ajustes de Orellana *et al.* (2019), permitió identificar tres grandes anillos a partir del centro de la ciudad. Adicionalmente, tomando las consideraciones propuestas por Greenstein (2015), se identificaron con 23 paradas potenciales ubicadas en los límites de cada anillo y a una distancia máxima de la parada anterior correspondiente al umbral de energía de 50kj. Fueron identificados también 19 sitios de interés cercanos a estas paradas.

La importancia de la bicicleta ha sido reconocida en muchos países, como un medio de transporte que brinda beneficios ambientales, económicos y sociales, aportando a la reducción del tráfico, el ruido y

la contaminación, además de ayudar en la prevención de la obesidad, diabetes y otros problemas de salud (Greenstein, 2015). En este sentido, las ciclovías, junto con los componentes que la rodean (parqueaderos, bicicletas, ciclistas, entre otros), juegan un papel importante en el desarrollo de las ciudades, puesto que su implementación fomenta el uso de bicicleta (Sarmiento *et al.*, 2017).

Pese a que la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (Ecuador, 2014) establece varias políticas para fomentar el uso de la bicicleta, y también pese a que se han creado cuerpos legales adicionales a nivel local para fortalecer la movilidad alternativa y limpia, a través de una Ordenanza que regula el uso de la bicicleta y afines como medio de transporte sostenibles en el cantón Loja (Ordenanza 031-2021, 2021), todavía no existen suficientes experiencias en el ámbito ecuatoriano que desarrollen criterios que apoyen la toma de decisiones en torno a la implementación de ciclovías y su infraestructura relacionada. La presente propuesta busca aportar en la planificación vial de la ciudad y complementa las políticas públicas locales de impulso a la bicicleta como un medio de transporte, ya que permite crear espacios estratégicos de conectividad para la implementación de más ciclovías y sus componentes (estacionamientos), y con esto fomentar el uso de la bicicleta. Con ello se logrará conseguir una ciudad vanguardista que cuente con medios y canales de transporte sustentables en el tiempo.

CONCLUSIONES

En este trabajo, se presentan los resultados de la aplicación sucesiva de la metodología para la identificación de paradas potenciales para parquear bicicletas planteada por Iseki & Tingstrom (2014) y modificada por Orellana *et al.* (2019). Al haber aplicado esta metodología de forma sucesiva se identificaron paradas potenciales que cumplan con la condición de estar ubicadas a una distancia definida por el umbral de consumo de energía entre las paradas ya identificadas anteriormente. De esta forma, es posible contar con una red de puntos potenciales para parqueaderos que disminuyan la probabilidad de fatiga de los ciclistas.

Se pudo identificar que la distancia recorrida hasta llegar a consumir 50 kj. es menor a la mitad de la distancia óptima en la mayor parte de las calles de la ciudad de Loja. Esta dificultad de movilizarse en bicicleta se debe especialmente a las características de pendiente, y lleva a plantear tres grandes anillos desde el centro de la ciudad e identificar 23 paradas potenciales, 19 de las cuales se encuentran cercanas a puntos de interés para parqueaderos de bicicleta. Estos resultados de identificación tanto de paradas como de anillos pueden ser la base para la planificación futura de paradas y rutas de ampliación de ciclovías a lo largo de la ciudad.

Contribución de los autores: Conceptualización, Reyes-Bueno, Mora; metodología, Reyes-Bueno, Mora; software, Reyes-Bueno, Mora; validación, Reyes-Bueno, Mora; análisis formal, Reyes-Bueno, Mora; investigación, Mora, Reyes-Bueno; recursos, Reyes-Bueno, Mora; curación de datos, Mora; redacción y preparación del borrador original, Mora; redacción, revisión y edición Reyes-Bueno, Mora; visualización, Reyes-Bueno, Mora. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del documento.

Fuente de financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

²<https://www.strava.com/heatmap#11.74/-79.26205/-4.01233/hot/all>

REFERENCIAS

- Ebnealipour, S., Tehrani, M. masih, & Nazemian, H. (2020). Determining Fatigue Threshold according to Burned Calories for Energy Management in Pedal-Assist Electric Bike Riding. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 27(3), 20828–20833. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2020.27.004510>
- Ecuador, A. N. del. (2014). Ley 1. *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial [LOTTTSV]*. <https://www.obras-publicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LEY-1-LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>
- Frade, I., & Ribeiro, A. (2015). Bike-sharing stations: A maximal covering location approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 82, 216–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.014>
- Fraser, S. D. S., & Lock, K. (2010). Cycling for transport and public health: a systematic review of the effect of the environment on cycling. *European Journal of Public Health*, 21(6), 738–743. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckq145>
- Greenstein, A. (2015). *Mapping bikeability : a spatial analysis on current and potential bikeability in Austin, Texas*. <http://hdl.handle.net/2152/32204>
- Iseki, H., & Tingstrom, M. (2014). A new approach for bikeshed analysis with consideration of topography, street connectivity, and energy consumption. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48, 166–177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.07.008>
- MAGAP. (2012). *Geoportal SIGTIERRAS*. <https://bit.ly/3jdyKv5>
- OpenStreetMap contributors. (2017). *Planet dump retrieved from https://planet.osm.org*.
- Ordenanza 031-2021, [Municipio de Loja]. (2021). *Ordenanza que regula el uso de la bicicleta y afines como medio de transporte sostenibles en el cantón Loja*. https://www.loja.gob.ec/files/documentos/2021-06/ordenanza_031-2021_bicicletas.pdf
- Orellana, D., Martínez-Pesántez, I., Pulla-Tenemaza, P., & Tapia-Sisallima, A. (2019). Pedalear sin fatigarse: análisis de infraestructura ciclística urbana basado en la energía del pedaleo. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 65(2), 273–292. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/dag.514>
- Plasencia-Lozano, P. (2021). Evaluation of a New Urban Cycling Infrastructure in Cáceres (Spain). *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13041910>
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106–S125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.028>
- QGIS Development Team. (2021). *QGIS Geographic Information System*. <https://www.qgis.org>
- Sarmiento, O. L., Díaz del Castillo, A., Triana, C. A., Acevedo, M. J., Gonzalez, S. A., & Pratt, M. (2017). Reclaiming the streets for people: Insights from Ciclovías Recreativas in Latin America. *Preventive Medicine*, 103, S34–S40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.07.028>
- SENPLADES. (2017). *Proyecciones y estudios demográficos*. <https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>

ECUADOR: PROCESOS CONTEMPORÁNEOS DE REFORMA DEL MERCADO Y MEJORA REGULATORIA

Jennifer Elizabeth Lara Alvear¹, Rubén Méndez Reátegui¹, Lissangee Stefania Mendoza García¹, José Carlos Portilla Ruiz¹, Jostin Gabriel Suarez Jacome¹

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito / GIDE

*Autor para correspondencia: gide@puce.edu.ec

Recibido: 2021/08/02

Aprobado: 2021/08/31

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.706>

RESUMEN

En la historia ecuatoriana se han promovido importantes procesos de reformas legales con la intención de introducir mejoras regulatorias en el mercado. Para implementarlas en el marco normativo nacional se debe considerar la estructura de incentivos y costos sociales para facilitar un prototipo de “diseño” eficaz que prevea, por ejemplo, trámites y servicios simplificados, es decir, con un bajo costo de oportunidad social. Por ello, este artículo se enfoca en el análisis ius-económico cualitativo (teórico y conceptual) de instituciones jurídicas contemporáneas como el régimen de concentraciones, el concurso preventivo, el pacto entre accionistas, el buen gobierno corporativo y de aquellas barreras legales que pueden entorpecer la necesaria mejora regulatoria.

Palabras clave: Economía de mercado, legislación, régimen jurídico, economía de la empresa

ABSTRACT

In Ecuador's history, critical regulatory reform processes have been developed to introduce regulatory improvements in the market. For implementing these reforms in the national regulatory framework, the structure of incentives and social costs must be considered to facilitate an effective "design" prototype that foresees, for example, simplified procedures and services, i.e., with a low social opportunity cost. Therefore, this article focuses on the qualitative legal-economic analysis (theoretical and conceptual) of new legal institutions such as the merger regime, reorganization proceedings, shareholders' agreements, good corporate governance, and those legal barriers that may hinder the necessary regulatory improvement.

Keywords: Market economy, legislation, legal regime, business economics



INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia ecuatoriana, se han introducido innumerables reglamentos administrativos y normas legales, que han variado según la forma en que se promulgaron, las costumbres, la orientación política del gobierno de turno y las concepciones sociales que la sociedad vivía y experimentaba en ese momento.

Por lo tanto, este artículo alude en grandes rasgos a las políticas que se han mantenido vigentes hasta la fecha, las cuales, desde el análisis jurídico, revelan y reflejan los lineamientos y orientaciones que tuvieron los gobiernos anteriores, dado que, a lo largo de este aporte, se refleja la realidad normativa que rige, dirige y establece las *reglas de juego* del mercado ecuatoriano (Méndez, 2017 y 2019). Por otra parte, primero es necesario determinar qué se entiende por "mercado"; el mercado es el marco ideal en el que se produce la interacción entre la oferta y la demanda de un producto o línea de productos, en el que se relacionan oferentes y demandantes, independientemente del marco legal que rijan un mercado específico (Cachanosky, 2007; Sumar, 2018).

Así, el desarrollo de este artículo se inicia con el estudio del "régimen de control de concentraciones en el Ecuador" y supone la revisión del "derecho a la libertad de asociación y competencia" como derecho reconocido por la Constitución de la República del Ecuador. Posteriormente, se fundamenta si las concentraciones efectivamente violan el derecho a la competencia y los diferentes tipos de concentraciones establecidos en la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. Asimismo, se analiza desde el punto de vista normativo en cuanto a la eficacia de la aplicación de la norma, la competencia de la Superintendencia de Control de Poder de Mercado para conocer y resolver los temas de control de concentraciones.

Así las cosas, tras el análisis de la normativa existente, así como de las competencias de la Superintendencia de Control del Poder del Mercado, se concluye que las concentraciones económicas son un peligro cuando el agente económico restringe la competencia de otros en el mercado de manera que se perjudica a otros agentes económicos; sin embargo, las concentraciones pueden definirse como positivas, porque contribuyen al crecimiento de la economía del país (Botello y Guerrero, 2019).

Sin embargo, debido a la inevitable crisis empresarial provocada por la pandemia del COVID-19, es necesario analizar aquellas herramientas legales de rescate empresarial que permitan a una empresa permanecer en el mercado o salir de él de manera ordenada mediante un acuerdo con sus interesados. Por ello, en el segundo apartado se destacan aquellos aspectos generales del procedimiento de reorganización ecuatoriano y la posible obligación de fortalecer el procedimiento a través de los parámetros del Análisis Económico del Derecho.

El tercer apartado desarrollado en este artículo se ha denominado "El pacto de accionistas como mecanismo de posicionamiento de las empresas familiares en Ecuador". Esta sección revisa el pacto de accionistas y el buen gobierno corporativo como herramientas/instrumentos eficientes para mejorar la estructura orgánica de la empresa y su posicionamiento en el mercado. El estudio se centra explícitamente en las empresas familiares, definiendo la propiedad de las acciones como un problema porque restringe el acceso a los mercados secundarios.

Por ello, nos centramos en el último apartado de este trabajo denominado "Desafíos para un plan estratégico de Mejora Regulatoria en Ecuador", ya que creemos en la reforma regulatoria como la generación de normas

claras, procedimientos y servicios simplificados, e instituciones eficaces para la creación y aplicación de todos los aspectos mencionados (normas, leyes, políticas, entidades encargadas, entre otros). Como se mencionó en los apartados anteriores, la reforma regulatoria se considera necesaria debido a los constantes problemas institucionales en el Ecuador derivados de la errónea manifestación para dar soluciones a los temas y la elaboración de extensas normas vigentes de escasa o nula aplicación (Olivares y Medina, 2020).

MÉTODOS

En primer lugar, a partir de un enfoque metodológico cualitativo, se puede argumentar que las normas legales y administrativas que regulan el mercado son las que han sufrido un mayor número de cambios y transformaciones. Se explica por qué generalmente las medidas legales y administrativas se han adaptado a la ideología política del gobierno de turno; un posible ejemplo es un cambio ideológico y político que seguramente experimentará Ecuador con el posicionamiento en el "poder ejecutivo" de un personaje que dice romper con la ideología que se ha mantenido en el poder por más de diez años (Cabrillo, 2017; Sumar *et al.* 2018; Méndez, 2019).

En segundo lugar, el artículo propone el análisis conceptual y teórico ius-económico siguiendo los aportes previos de autores como el académico mexicano Andrés Roemer (1994), el profesor argentino Juan Carlos Cassagne (2002) y el investigador peruano Aníbal Sierralta Ríos (2018) para fortalecer futuros estudios de los procesos contemporáneos de reforma de mercado y mejora regulatoria para el Ecuador.

En tercer lugar, debido al objetivo de esta contribución, los enfoques cualitativo y teórico presentan el marco ideal que permite, por un lado, profundizar en la teoría existente respecto al tema en cuestión y, por otro, revisar el marco ecuatoriano relativo a la regulación jurídico-económica, ya que, como afirman Korstjens y Moser (2017), la investigación cualitativa estudia la realidad desde su contexto natural. Además, el uso de la investigación cualitativa a través de las técnicas propuestas responde a la necesidad de indagar en los comportamientos sociales y organizativos que explican los efectos de la interacción de los diferentes agentes económicos, jurídicos y políticos que intervienen en los procedimientos de regulación, de ahí la importancia de utilizar herramientas que permitan una mayor libertad durante el proceso de recogida de información.

Por lo tanto, la metodología propuesta para este artículo ha sido aplicada y replicada para la investigación jurídica con el fin de determinar a) la pertinencia y b) la importancia y c) garantizar su originalidad. La investigación cualitativa (teórica y conceptual) propuesta en este artículo se centra en dos elementos principales:

- a) El análisis jurídico de la reforma del mercado y de la mejora de la reglamentación para Ecuador define los temas de debate.
- b) Búsqueda de información jurídica que pueda ser clasificada como "reconocida", "actual" y "pertinente", principalmente para América Latina y Ecuador. Hemos rechazado propuestas centradas principalmente en la promoción (difusión de ideas) y sin relevancia científica (bajo impacto en el ámbito académico), mostrando principalmente un sesgo ideológico o un enfoque partidista.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El régimen de control de las fusiones en Ecuador

Concentraciones empresariales

En la actual Constitución de la República del Ecuador, la libertad se atribuye como uno de los derechos personales. En el artículo 66, numeral 13, se establece: "El derecho de asociarse, reunirse y manifestarse libre y voluntariamente" (CRE, 2008). Su principal objetivo es garantizar la libertad de asociación y concurrencia de las personas naturales y jurídicas.

Como ejemplo de este principio, las concentraciones empresariales surgen como operaciones realizadas por agentes económicos dentro del mercado, que pretenden unificar sus activos o absorber el apoyo de otro agente económico y que operan bajo la figura de una sola persona jurídica (Lara y Méndez, 2020). Estas operaciones de control pueden darse de dos maneras: vertical y horizontalmente. Como "actos de concentración económica" en el Ecuador, están regulados por la Superintendencia de Control de Poder de Mercado.

Algunos autores afirman que la concentración de empresas surge cuando un agente económico pierde su independencia al concentrarse mediante la modificación estructural de sus activos (Cevallos, 2005). Así, la práctica de compromisos en el sistema económico puede violar las reglas establecidas a través del derecho de la competencia. Este es el marco institucional que rige la libre competencia de los proveedores o de los propios consumidores.

Existen diferentes tipos de concentración, como total o parcial; temporal o irreversible; horizontal (en el mismo nivel de actividad) o vertical (dentro del mismo sector de actividad económica), en diferentes niveles: producción, distribución, comercialización y otros subsectores (Lizana y Pávic, 2002, pp. 509-510; Cevallos, 2005).

El derecho de la competencia en los últimos años ha tenido un impacto importante en la sociedad, y uno de sus objetivos ha sido incentivar a los agentes económicos a realizar operaciones de concentración para obtener una mayor participación en el mercado (Galvéz y Galvéz, 2020). Estas operaciones de concentración han sido establecidas en la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado y son reguladas por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado.

Regulación de las concentraciones económicas en Ecuador - Superintendencia de Control de Poder de Mercado (SCPM)

La Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, promulgada en 2011, es el primer régimen de competencia en Ecuador. Tiene aplicación en cinco áreas: 1) conductas consideradas abuso de posición dominante; 2) acuerdos y prácticas restrictivas; 3) competencia desleal; 4) control de concentraciones económicas; 5) ayudas públicas. (Pérez, Marín, Navarrete, 2018).

El organismo regulador del control de las concentraciones en Ecuador es la Superintendencia de Control del Poder de Mercado. Dentro de esta institución está la Intendencia de Investigación y Control de Concentraciones Económicas (ICC), que resolverá las notificaciones de concentración económica presentadas por los agentes económicos.

Luego, el modelo de control de fusiones implicará un análisis desde el punto de vista regulatorio sobre la eficiencia de la aplicación de la

norma y la competencia de la Superintendencia de Control de Poder de Mercado para conocer y resolver los temas de control de fusiones.

Como se indica en Trujillo *et al.* (2017), "la competencia es necesaria y saludable en cualquier mercado y sector del mundo, ya que genera varias ventajas, entre las que podemos mencionar, que permite la autorregulación de los precios en el mercado y fomenta la productividad del sector" Por ello, las concentraciones económicas representan un peligro cuando las actividades que realiza el agente económico restringen la competencia a través de las barreras de entrada y salida, acuerdos colusorios de tal manera que generan daños a otros agentes económicos.

Retos para la reformulación y consolidación del sistema concursal en Ecuador

Las consecuencias de la crisis sanitaria mundial provocada por la pandemia del COVID-19 han sido incalculables. En Ecuador, los agentes económicos se han visto severamente afectados, en particular las empresas que tuvieron que adaptar su modelo de negocio al uso de plataformas y canales logísticos basados en nuevos desarrollos tecnológicos que, en algunos casos, dieron resultados, pero, en otros, no permitieron superar la disminución de la producción y la prestación de servicios.

La permanencia o agravamiento de este trance se debe en parte a la cantidad de obligaciones contractuales, legales y económicas pendientes con los *grupos de interés* u otros agentes con una relación jurídico-económica directa o indirecta con la empresa, entre otros impedimentos que no hacen más que agravar una crisis económica empresarial hasta convertirla en sistémica y estructural.

A partir de estas consideraciones y ante una crisis económica importante, las empresas deben contar con un abanico de opciones para determinar adecuadamente la probabilidad de salir o permanecer en el mercado de manera ordenada. En cualquiera de estos casos, es fundamental que exista un procedimiento eficaz de reestructuración y reconversión de activos, para lo cual debemos considerar una intervención proactiva del Estado para establecer una agencia especializada eficiente que permita el *enforcement* (cumplimiento) de las *reglas de juego* (North, 1990) necesarias para generar un ambiente cordial entre la empresa deudora y sus acreedores. Esta solución institucional se conoce en el ámbito jurídico como *procedimiento de reorganización*, que desde el punto de vista económico permite afrontar los elevados *costes de transacción* y los *costes de agencia* típicos de los vaivenes del proceso de mercado.

El sistema de quiebra preventiva en Ecuador

Una Ley de Quiebra Preventiva (2006) se dirigió explícitamente a las sociedades mercantiles de Ecuador con ciertas limitaciones normativas. Sin embargo, ésta ha sido escasamente aplicada por lo que posteriormente se emitió la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación (2020). Esta ley prevé un procedimiento de reestructuración para las empresas abiertas al sector de la microempresa. Por último, debido a la pandemia, se publicó la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario (2020) para combatir la crisis sanitaria derivada de la COVID-19 en junio de 2020, la cual prevé un concordato preventivo excepcional con dos subinstituciones legales que proporcionan rapidez y eficacia, con una amplia cobertura de sujetos que pueden acogerse a dicho concordato.

Teniendo en cuenta que sólo algunas empresas pudieron seguir operando durante el encierro y que otras no encontraron la forma de continuar con

sus actividades comerciales, estas últimas generaron obligaciones que no son afrontadas con recursos debido a la gestión "ordinaria". Además, se toma en cuenta que los acreedores pueden asimismo haber contraído deudas. Habían previsto pagar para cumplir con las obligaciones de la empresa, lo que lleva a un conflicto más importante (Fushimi, 2020).

Además, debido a la actual crisis empresarial, es necesario considerar una alternativa legal para el rescate empresarial, como es el concurso preventivo, el cual es un mecanismo que "propone una solución legal para aquellas empresas que atraviesan dificultades económicas y necesitan pagar y responder a sus acreedores" (Mendoza y Méndez, 2020). Esta herramienta también tiene la finalidad de que el acreedor renuncie al derecho de exigir la quiebra de la empresa, y ésta pueda superar sus deudas (Mendoza y Méndez, 2020).

El procedimiento de reorganización y su fuerza institucional

La Ley de Concurso Preventivo ecuatoriana no cumple con el objetivo de permitir la permanencia y salida del mercado de las empresas que lo solicitan de manera ordenada y eficiente. Por lo tanto, la reformulación de este mecanismo legal debe implicar el establecimiento de un marco regulatorio sólido e institucionalmente competitivo.

Además, la nueva Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación y la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario a la Lucha contra la Crisis Sanitaria, derivada de Covid-19 deberían unificar el procedimiento concursal. Una alternativa sería su integración legal para implementar un marco consolidado y fácilmente discernible para que las empresas organizadas a través de "esquemas convencionales" y los emprendedores y las PYMES puedan acceder a su tutela, afrontando menores costes de transacción. También implica la introducción de un paquete de mejoras normativas para eliminar las barreras burocráticas y legales.

Existe una necesidad única de facilitadores que se encarguen de las negociaciones entre la empresa deudora y los interesados para no sobrecargar al Poder Judicial. Para ello, es necesario crear vías alternativas administrativas o privadas, por ejemplo, evitando el reconocimiento de créditos sin sentido que es una mera formalidad, paso que puede simplificarse si este organismo contrata a empresas calificadas para evaluar esta situación de forma rápida y con menores costes, de forma que el organismo especializado tendría más tiempo para supervisar.

La unificación normativa y la implementación de organismos de alto nivel podrán configurar una figura jurídica con fuerza, realizando un análisis económico de costos y beneficios. Es relevante ya que se ha demostrado que las prestaciones integrales obtenidas para la empresa deudora y sus acreedores, con parámetros adecuados, pueden ajustarse a la realidad nacional y, más aún, a las consecuencias financieras provocadas por la pandemia del COVID-19.

El pacto de accionistas como mecanismo de posicionamiento de las empresas familiares en Ecuador

En Ecuador, las personas jurídicas comerciales son tradicionalmente administradas por estructuras familiares que vinculan su existencia a la participación de los descendientes en su administración. Sin embargo, la legislación societaria ecuatoriana contempla cinco tipos de personas jurídicas mercantiles, entre las que se encuentra la sociedad anónima, que, según la Ley de Compañías, se caracteriza por ser un tipo de sociedad cuyo capital está dividido en acciones negociables constituidas por los aportes de los accionistas (LC, 1999, Art. 143).

Además, en este país, las estructuras familiares también gestionan sociedades anónimas, que también concentran la propiedad de sus acciones. El predominio del carácter familiar en las sociedades anónimas ecuatorianas limita sus posibilidades de diversificación de fondos, y este escenario restringe su crecimiento y acceso a los mercados secundarios nacionales e internacionales. Como fuente alternativa de financiamiento, la legislación societaria pone a disposición de las sociedades comerciales el establecimiento de acuerdos de accionistas denominados convenios de accionistas para hacer frente a estas restricciones. Se trata de instrumentos contractuales que pretenden regular las relaciones entre los accionistas o entre éstos y el órgano de administración de las empresas, y el buen gobierno corporativo, que son normas y principios cuyo objetivo es controlar la actividad económica de las empresas a través de la publicación transparente de la información financiera no financiera.

La realidad empresarial ecuatoriana

La estructura familiar presente en las sociedades anónimas cerradas que buscan financiación limita sus posibilidades de diversificación de fondos, ya que no pueden acceder a mercados secundarios como las bolsas de valores, y este escenario restringe su crecimiento. Además, se produce en la medida en que, para cotizar sus títulos en bolsa, deben ofrecerlos a un mercado que será nuevo accionista de la empresa tras adquirir las acciones que circulan en la bolsa. Este escenario implica que la estructura familiar se desprenda de todas las acciones de la empresa, lo que les disuade de tomar esta decisión.

Como se mencionó anteriormente, para que las empresas familiares enfrenten estas restricciones de financiamiento, el derecho societario internacional y ecuatoriano proponen el establecimiento de contratos entre accionistas denominados "pactos parasociales" prescritos a nivel nacional en la Ley de Compañías; y normas y principios de regulación de la actividad económica de las empresas, conocidos como buen gobierno corporativo, contemplados en las Normas Ecuatorianas de Buen Gobierno Corporativo, emitidas en la Resolución SCVS-INC-DNCDN-2020-0013 de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, publicada el 1 de septiembre de 2020.

Desde el punto de vista de la política legislativa, cabría esperar una tendencia al reconocimiento de la validez de este tipo de acuerdos cuando se trata de acuerdos que forman parte del contrato social. En cambio, al no ser así, lo lógico sería esperar que se proscibiera la apropiación de algunos accionistas del papel de administradores. Esto es lo que se observa en la regulación de dos sistemas jurídicos extranjeros con tradiciones jurídicas diferentes, como se explica a continuación. (Lagos, 2019)

Si bien la legislación ecuatoriana ha desarrollado un primer marco legal para los acuerdos de accionistas, no contempla aspectos como sus elementos constitutivos y los efectos de su exigibilidad.

Consideraciones generales sobre el acuerdo de accionistas

La entrada de nuevos accionistas en las empresas familiares es una consecuencia directa de las acciones en las bolsas. Este escenario dificulta la toma de decisiones dentro de las empresas, ya que deben ponerse de acuerdo más accionistas, lo que implica que sus intereses deben converger. Sin embargo, la aplicación de un modelo contractual en el que los accionistas delegan el control de la empresa en un gestor o administrador (modelo de agencia) para simplificar el proceso de toma de decisiones les permitirá gestionar estos casos con eficacia.

Incluso en una aplicación exitosa del modelo de agencia, surgen problemas debido a las asimetrías de información y a los conflictos de intereses entre la dirección de las empresas (gerencia) y la propiedad (accionistas). Los acuerdos de accionistas que regulan las relaciones entre los accionistas y entre éstos y la dirección pueden servir para resolver estos problemas.

Además, se pueden destacar reflexiones esenciales, como la opinión de Bonmatí (2011), quien -en resumen- sostiene que los pactos parasociales, al formar parte de un contrato extraestatutario -o parasocial-, permiten optimizar la regulación de las relaciones entre los socios, ya que a través de este instrumento es posible establecer pautas jurídicas mercantiles que las partes suscriptoras deben cumplir obligatoriamente.

Las anteriores conceptualizaciones del pacto de accionistas nos permiten identificar -en términos generales- realidades normativas funcionales para el establecimiento de una futura complementación de la normativa societaria nacional en la que los pactos de accionistas establezcan reglas eficientes de acceso al mercado de valores dentro de las empresas familiares y éstas logren una financiación con menores costes de agencia y de capital.

Acuerdos parasociales en la legislación ecuatoriana

En el caso de los pactos parasociales para facilitar la entrada de las empresas en el mercado de valores y para allanar el camino para la complementación de la normativa existente sobre pactos parasociales, es necesario incluir elementos para mejorarlos como instrumento para ayudar a las empresas familiares a diversificar sus posibilidades de financiación y, en consecuencia, mejorar su competitividad en el mercado.

A partir de la revisión de la doctrina argentina, colombiana y española sobre acuerdos de accionistas, proponemos integrar tres elementos en la regulación ecuatoriana: la coincidencia objetiva, la suscripción del acuerdo mediante instrumento público y el interés social.

La "coincidencia objetiva", elemento extraído de la jurisdicción argentina, según Adad (2012), establece que las obligaciones del pacto de accionistas no pueden contravenir las que los accionistas hayan suscrito previamente con la sociedad. Por lo tanto, incluir este elemento en la legislación ecuatoriana permitirá controlar a aquellos accionistas que no suscriban a través de los pactos de accionistas obligaciones contrarias a las que tienen con la sociedad. Por lo tanto, el cumplimiento de este instrumento es práctico y no perjudica a las sociedades familiares cerradas.

El elemento extraído de la jurisdicción colombiana es el "interés social". Según Córdoba (2014), este elemento debe entenderse como la convergencia de los intereses de los accionistas, los de la sociedad representada por el órgano de administración y los de terceros interesados, que pueden ser: a) el Estado, a través de las entidades de control o, b) los inversionistas, en el mercado de valores. Por lo tanto, la implementación del interés social como elemento constitutivo de los pactos de accionistas en la normativa ecuatoriana permitirá integrar los intereses de los órganos de control y de gestión de las empresas familiares y asegurar la correcta toma de decisiones para ingresar al mercado de valores.

Finalmente, a partir de la revisión de la jurisdicción española y tal como lo menciona Maldonado (2017), la ejecución del acuerdo de accionistas a través de un instrumento público hace necesaria su anexión a la escritura de la sociedad (estatutos o acta constitutiva), y es necesaria

porque permite ejercer un control sobre su contenido. Así, en el caso ecuatoriano, tanto la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, como los inversionistas (terceros interesados) podrán ejercer control sobre el contenido del acuerdo. Especialmente estos últimos conocerán su contenido y formularán una oferta con base en esa información.

Buen gobierno corporativo

El buen gobierno corporativo es un instrumento empresarial que tiene su origen en las empresas que cotizan en bolsa, cuya mala gestión ha provocado en ocasiones su quiebra y ha perjudicado por ende a sus accionistas e inversores en el pasado. La quiebra de empresas que cotizan en bolsa, como Enron, Worldcom en Estados Unidos y Polly Peck en Inglaterra, llevó a la creación de normas y principios para controlar la actividad económica de las empresas y proporcionar información financiera y no financiera relevante para el mercado de valores.

Asimismo, el buen gobierno corporativo se ha convertido en un elemento esencial a la hora de atraer inversores y maximizar el valor económico de las empresas cotizadas. Su objetivo es aumentar la transparencia en la información relacionada con su actividad económica, que sirve como elemento decisivo a la hora de realizar una operación bursátil. (Vásquez-Palma y Vidal-Olivares, 2016).

El Código *Cadbury*, uno de los primeros códigos de buen gobierno corporativo a nivel mundial, implantó una norma que promulgaba el cumplimiento facultativo de sus leyes y principios y la obligación de explicar los casos en que su cumplimiento fuera parcial o nulo. Esta norma permitía una aplicación flexible del buen gobierno corporativo, pudiendo adaptarse a las circunstancias de cada una de las sociedades anónimas que cotizaban sus valores.

Las principales aportaciones de la teoría de la agencia a la hora de pensar y reformar el gobierno corporativo son las ideas de riesgo, incertidumbre de los resultados, incentivos y sistemas de información. El estudio de las conjeturas que aplica la teoría de la agencia a los temas de gobierno corporativo sigue creciendo, porque con frecuencia trata de explicar hechos reales que ocurren en el mundo. (Garzón, 2021)

También sirve para que el mercado de valores controle el cumplimiento de las medidas adecuadas de gobierno corporativo, ya que, en función del nivel de cumplimiento, es decir, de la cantidad de información disponible sobre la empresa emisora, el mercado de valores invertiría en una u otra empresa. Esta regla se conocería posteriormente como la "regla de cumplir o explicar".

El buen gobierno corporativo en la regulación empresarial ecuatoriana

A nivel nacional, el buen gobierno corporativo ha sido incluido en la Resolución No. SCVS-INC-DNCDN-2020-0013 del 1 de septiembre de 2020, que contiene las Normas Ecuatorianas de Buen Gobierno Corporativo, emitidas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, organismo regulador de las empresas en el Ecuador. Este instrumento recopila las normas y principios de buen gobierno que aplican las sociedades anónimas familiares cerradas cuyo objetivo es abrirse al mercado de valores como mecanismo alternativo de financiamiento para mejorar su posición en el mercado.

Al igual que el Código *Cadbury*, este instrumento reconoce la aplicación voluntaria como uno de sus principios, pretende regular las relaciones dentro del órgano de control (accionistas) y entre éste y el órgano de gestión de las empresas. Por lo tanto, permite la formulación de medidas destinadas a resolver los problemas de agencia dentro de su estructura para garantizar la gestión eficiente de los inversores en su línea de negocio.

Posteriormente, aquellas sociedades anónimas cerradas de propiedad familiar que adopten las Normas Ecuatorianas de Buen Gobierno Corporativo podrán acceder al mercado de valores con un mecanismo que les permita enfrentar futuros problemas de agencia. Además, estas empresas ingresarán al mercado con un incentivo para recibir inversiones, ya que el cumplimiento de las normas, estructuras y procedimientos establecidos por este instrumento aseguran que los inversionistas obtengan una ganancia y que los administradores no hagan mal uso de los fondos que reciben a cambio de los inversionistas (Kaen, s.f.) (citado por Tsagas, 2020).

Las adecuadas medidas de gobierno corporativo que adopten deben permitirles posicionarse en el mercado facilitándoles hacer frente a una mayor competencia y reforzar sus estrategias de competitividad mejorando su marco institucional. Y es que "los inversores institucionales buscan empresas con buenas prácticas de gobierno ya que necesitan garantías para que su inversión esté protegida" (Duh, 2017). Por ello, se debe incentivar a las empresas a adoptar las normas de buen gobierno corporativo emitidas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros.

Asimismo, la complementación de la normativa que regula los pactos de accionistas es necesaria para que este instrumento facilite a los socios de una empresa la celebración de contratos privados para acordar la gestión y el control de esta y así reducir los problemas (costes) de la agencia dentro de una empresa familiar y asegurar la permanencia de la estructura familiar en el órgano de control de la empresa. Por lo tanto, la armonización de los dos instrumentos societarios en la normativa societaria ecuatoriana y la práctica de gestión de las empresas les permitirá fortalecer su estructura interna y las relaciones entre sus órganos de dirección y control. Además, esto les permitirá tener un acceso alternativo al mercado de valores como mecanismo de financiación para mejorar su competitividad en el mercado.

Desafíos para un plan estratégico de mejora regulatoria en Ecuador

En América Latina y Ecuador, los organismos estatales o burocráticos han estado constantemente sometidos al servicio de los intereses privados. Como consecuencia de esta problemática, los gobiernos de turno no han podido dar una respuesta clara y efectiva al mal funcionamiento de estos organismos y del servicio que prestan (Lepage, 1980) ya que se pretende solucionar estos problemas mediante la elaboración de nuevas normativas, las cuales se pueden encontrar vigentes, pero no en cumplimiento. (Polga-Hecimovich, y Trelles, 2016).

Este problema de "naturaleza normativa" ha generado una sobreproducción de normas en el Ecuador; por lo tanto, también genera antinomias, anomalías y otros tipos de conflictos normativos (Gherzi, 1991). Estas normas se formulan sin la debida técnica legislativa (por ejemplo, no se considera la "amalgama" legal, por lo que surgen antinomias). Además, este problema afecta a la población en todos los niveles de gobierno del país, ya que no existe una adecuada garantía

de seguridad jurídica debido a la alta probabilidad de cambio del marco legal, especialmente en materia económica (Gherzi, 1991; Lauroba Lacasa, 2003).

En consecuencia, la mejora regulatoria es una herramienta de revisión normativa de carácter económico que promueve el desarrollo del mercado. Por ello, la OCDE fomenta fuertemente esta política pública para ayudar a los países emergentes en diversos aspectos del desarrollo. Además, la OCDE genera continuamente nuevas herramientas para los países miembros y no miembros que deseen adoptar este tipo de políticas públicas que mejoran el escenario económico y social.

Recién en 2013 se estableció el "Plan Nacional del Buen Vivir del año 2013-2017", que incluye en cierta medida la reforma regulatoria, dentro del Objetivo 1.4, que gira en torno a mejorar el poder de regulación y control del Estado, donde se determinan varios pasos para lograr el cumplimiento efectivo de este objetivo (SENPLADES, 2013).

Dentro del Eje 2 y 3, se indica que se debe mejorar la regulación a nivel de todos los gobiernos para atraer la inversión extranjera directa para otorgar mejores condiciones, así como facilitar el acceso al mercado estatal y a la vez reducir los trámites burocráticos como los costos administrativos e incentivar a la población para el desarrollo de actividades económicas. (SENPLADES, 2017).

Siguiendo el Plan Nacional, revisado en 2018 y denominado "Plan Toda una Vida", se emitió la "Ley para la Optimización y Eficiencia de los Procedimientos Administrativos". Esta ley busca eliminar y reducir el sistema de trámites de los organismos del Estado para promover la simplificación administrativa, entendida como una política pública que busca desburocratizar las instituciones del Estado reduciendo las cargas que se les imponen en el ejercicio de sus funciones (López y Ariño, 2003). Sin embargo, no existen procedimientos o mecanismos claros a seguir para el cumplimiento efectivo de la ley en todas las organizaciones públicas de todos los niveles de gobierno.

En cambio, la mejora regulatoria también pretende identificar y eliminar las barreras burocráticas, definidas como el conjunto de exigencias, requisitos, limitaciones o prohibiciones establecidas por las entidades de la administración pública materializadas en reglamentos u ordenanzas (Pacharres, 2014). Además, se puede entender como el resultado de normas rígidas o irreales por parte de las administraciones estatales (Cordero, 2019). Estas barreras dificultan y restringen el acceso al mercado dentro de un escenario económico al afectar directamente a los agentes económicos, divididos en tres grupos: familias, empresas y gobiernos. (Guimaray y Romero, 2017).

El Estado ecuatoriano debe establecer una política regulatoria más solvente que permita monitorear la evolución normativa de sus sujetos obligados para eliminar normas contradictorias que frenen el acceso o desempeño de actividades por parte de los agentes económicos. Sin necesidad de generar un gasto público excesivo dentro de esta política, ya que, como se ha demostrado en otras legislaciones, como la mexicana, no es necesario contar con muchos agentes estatales encargados de supervisar las políticas regulatorias, sino con un pequeño grupo encargado de coordinar acciones específicas para el fin establecido.

CONCLUSIONES

Ecuador ha pasado por una historia política muy controvertida, que ha repercutido en los modelos económicos adoptados, por lo que es un reto seguir las tendencias cambiantes que surgen.

De la revisión de lo anterior, es posible concluir que, al analizar la normativa ecuatoriana en materia de derecho de la competencia y su determinación conceptual y operativa, es necesario adoptar políticas que contribuyan al crecimiento económico del Estado sin que ello implique contar con un sector público obeso. En cuanto a las concentraciones económicas, se requiere asegurar que la competencia no sea restringida por agentes económicos específicos, como se ve en el análisis realizado, que especifica los términos de referencia para lograr el objetivo deseado.

Posteriormente, los procesos de reorganización requieren una nueva regulación, que debe buscar asignar los recursos a mejores usos, ya que se deben facilitar los canales de acceso a vías expeditas de permanencia y salida del mercado. También sería recomendable enfocarse en publicitar un mecanismo confiable y transparente para promover el dinamismo propio del mercado. Luego, para la correcta implementación de estos mecanismos, se debe realizar un estudio comparativo de las legislaciones que contienen estructuras concursales con resultados positivos y, en otros casos, ciertas falencias que pueden ser consideradas para un correcto Análisis Económico de la Ley de Concurso Preventivo en Ecuador.

El gobierno y los actores privados son ahora conscientes de la necesidad de identificar mecanismos que permitan posicionar a las empresas familiares en Ecuador, y este apoyo podría darse a través de los acuerdos entre accionistas. Es posible consolidar la estructura orgánica de una empresa a partir de su verificación doctrinaria, así como visibilizar una herramienta para que este tipo de asociaciones, que constituyen gran parte del mercado ecuatoriano, emerjan en su posicionamiento en el mercado y tengan la posibilidad de incursionar en mercados secundarios a través de mejoras en la implementación de normas de buen gobierno corporativo.

Finalmente, con base en los puntos discutidos a lo largo de este estudio, es evidente que el escenario jurídico ecuatoriano requiere de una adecuada aproximación de las instituciones que, si bien han sido brevemente incorporadas al ordenamiento jurídico, no han sido desarrolladas de tal manera que la configuración normativa y el espíritu del derecho aplicable a la materia sean herramientas para quienes incursionan en el mercado.

Agradecimientos

Contribución de los autores: Todos los autores enumerados en este trabajo proporcionaron contribuciones académicas al desarrollo de este manuscrito. El profesor Rubén Méndez Reátegui ofició como coordinador y director general del producto.

Fuente de financiamiento: PUCE-Quito.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Adad, C. (2012). *El Protocolo Familiar como Acuerdo Parasocial. Su trascendencia en las empresas familiares*. (Tesis de Maestría). Universidad Austral, Buenos Aires, Argentina.

- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449.
- Asamblea Nacional de Ecuador (2020). Ley de Apoyo Humanitario para Combatir la Crisis Sanitaria Derivada del Covid-19. [Ley]. (16 de junio de 2020). Registro Oficial Suplemento 225 del 16 de junio de 2020.
- Asamblea Nacional del Ecuador (1993). Ley de Modernización del Estado. [Ley 50]. R. O. 349 del 31 de diciembre de 1993.
- Asamblea Nacional del Ecuador (1999). Ley de Compañías. R. O. 312 del 5 de noviembre de 1999.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2006). Ley de Concursos Preventivos. R. O. 422 del 21 de diciembre de 2006.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2011). Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. R. O. 555 del 13 de octubre de 2011.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2018). Ley para la Optimización y Eficiencia de los Procedimientos Administrativos. R. O. 353 del 23 de octubre de 2018.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2020). Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación. R. O. 151 del 28 de febrero de 2020.
- Bonmatí, J. (2011). Acuerdos entre accionistas. *Constable*, (40), pp. 16-21.
- Botello, H. y Guerrero, I. (2019). Competencia, concentración de mercado e innovación en Ecuador. *Ecos de Economía*, 23 (48).
- Cabrillo, F. (2017). Las decisiones judiciales de la administración de justicia: intereses y preferencias. En R. Méndez Reátegui, (ed.), *Reflexiones Jurídicas Vol II*, (pp. 23-63). Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones PUCE.
- Cachanosky, J. (2007). *La economía, el derecho y el "Análisis Económico del Derecho"*. http://institutoamagi.org/download/CachanoskyJuanCarlos-Econom%C3%ADayDerecho_An%C3%A1lisisEcon%C3%B3micodelDerecho.pdf
- Cassagne, J. C. (2002). Evolución de los principios aplicables a los servicios públicos y problemas actuales tras los procesos de privatización. *Revista de Administración Pública*, 157, pp. 467-594.
- Cevallos, V. (2005). *Analizando el impacto de la regulación: Hacia una visión pragmática*. Lima, Perú: Regulación Racional.
- Cordero Cuesta, A. B. (2019). *La validez del Manual de Buenas Prácticas Comerciales para el Sector de los Supermercados y/o Similares y sus Proveedores de la Superintendencia de Control del Poder de Mercado*. Quito, Ecuador: USFQ.
- Córdoba, P. (2014). *Derecho de sociedades y gobierno corporativo: Interés social, órganos, accionistas y administradores*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Duh, M. (2017). Los códigos de gobierno corporativo y su papel en la mejora de las prácticas de gobierno corporativo. *Okechukwu Lawrence Emeagwali, IntechOpen*. DOI: 10.5772/intechopen.69707
- Fushimi, J. F. (8 de mayo de 2020). Posibles salidas de la crisis económica post-Covid-19. *Comercio y Justicia*. <https://comercio-yjusticia.info/opinion/posibles-salidas-de-la-crisis-economica-post-covid-19/>
- Galvéz, I. y Galvéz, R. (2020). Nuevos retos del Derecho de la Competencia ante el auge del Comercio Electrónico. *Revista de la Facultad de Jurisprudencia*, 2 (8), pp. 73-94.
- Garzón, M. (2021). El concepto de gobierno corporativo. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 25 (2), pp. 178-194.
- Gherzi, E. (1991). El coste de la legalidad: Una aproximación a la falta de legitimidad del Derecho. *THÉMIS-Revista de Derecho*, (19), pp. 5-14.
- Guimaray Morales, Á. S. y Romero Serrano, Y. L. (2017). *Manual de prevención y eliminación de barreras burocráticas*, Vol. 1. Lima, Perú: INDECOPI Ediciones. <https://repositorio.indecopi.gob.pe/handle/11724/5703>

- Korstjens, I. y Moser, A. (2017). Serie: Guía práctica para la investigación cualitativa. Parte 2: Contexto, preguntas de investigación y diseños, *European Journal of General Practice*, 23 (1), pp. 274-279. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13814788.2017.1375090>
- Lagos Villarreal, O. (2019). La cuestión de la licitud o ilicitud de los pactos de accionistas relativos al voto de directores de sociedades anónimas. *Revista Chilena De Derecho*, 46 (1), pp. 7-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-34372019000100007>
- Lara Alvear, J., y Méndez, Reátegui, R. (2020). *Derecho y Economía: Régimen jurídico del control de las fusiones empresariales en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones - CEP.
- Lauroba Lacasa, M. E. (2003). El principio de seguridad jurídica y la discontinuidad del derecho. *Louisiana Law Review*, 63 (4).
- Lepage, H. (1980), Cómo encauzar el crecimiento del Estado. *Conferencia Española Francesa sobre la Nueva Economía*.
- Lizana, C. y Pavic, L. (2002). El control preventivo de las fusiones y adquisiciones frente a la legislación antimonopolio. *Revista Chilena de Derecho*, 29 (3), pp. 507-555. <https://dialnet-unirioja-es.puce.idm.oclc.org/servlet/articulo?codigo=2650236>
- López, C. G. y Ariño, O. G. (2003). *La competencia en sectores regulados: Regulación empresarial y mercados de empresas*. Granada, España: Comares Editores.
- Maldonado, P. (2017). Los acuerdos parasociales: Naturaleza y eficacia jurídica. En Consejo General de los Colegios Oficiales de Corredores de Comercio (eds.), *Cuadernos de Derecho y Comercio. Extraordinario*, (pp. 257-295).
- Méndez Reátegui, R. (2017). *Ensayos sobre instituciones, coordinación y teoría jurídica*. Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Méndez Reátegui, R. (2019). *Ensayos sobre instituciones, coordinación y teoría jurídica*, 2da edición. Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Mendoza García, L. S. y Méndez Reátegui, R. (2020). Algunos aspectos teórico-conceptuales de la regulación del procedimiento concursal preventivo de las sociedades mercantiles en el Ecuador. En R. Barcia, M. Safar, G. Lascano y R. Méndez, *Reflexiones jurídicas VI (segunda parte)*, (pp. 357-399). Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change, and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Olivares, A. y Medina, P. (2020). La persistente debilidad institucional de Ecuador: protestas, elecciones y divisiones políticas durante el 2019. *Revista de Ciencia Política*, 40 (2).
- Pérez, D., Marín L. y Navarrete, M. (2018) El régimen de fusiones en Ecuador. En A. Brown, D. Robalino y O. Santos (eds.), *Estudios de Derecho de Competencia Ecuatoriano*, (pp. 71 - 85). Quito: FRediciones.
- Polga-Hecimovich, J. y Trelles, A. (2016). Las consecuencias organizativas de la política: Una agenda de investigación para el estudio de la política burocrática en América Latina. *Latin American Politics and Society*, 58 (4), pp. 56-79. doi:10.1111/laps.12002.
- Roemer, A. (1994). *Introducción al Análisis Económico del Derecho*. México D.F., México: Fondo de Cultura Económica - ITAM.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (SENPLADES) (2013). *Buen vivir: Plan nacional 2013-2017: todo el mundo mejor*. SENPLADES. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/Buen-Vivir-ingles-web-final-completo.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (SENPLADES) (2017). *Buen vivir: Plan nacional 2017-2021: toda una vida*. SENPLADES. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf
- Sierralta Ríos, A. (2018). *Negociaciones y Teoría de los Juegos*. Lima, Perú: CIAC Ediciones.
- Sumar Albuja, O. (2018). *Más allá del análisis económico de la regulación. Mejora regulatoria y enfoques multidisciplinares*. Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (01 de septiembre de 2020). Normas Ecuatorianas de Buen Gobierno Corporativo. Resolución No. SCVS-INC-DNCDN-2020-0013. R. O. 1076 de 25 de septiembre de 2020.
- Trujillo, D., Puente, C. y Andrade, K. (2017). Concentración Económica en el Mercado Cervecerero Ecuatoriano. *Revista Ciencia Unemi*, 10 (25), pp. 67-78.
- Tsagas, G. (2020). A Proposal for Reform of EU Member States' Corporate Governance Codes in Support of Sustainability. *Sustainability*, 12 (10), pp. 1-25. <http://dx.doi.org/10.3390/su12104328>
- Vásquez-Palma, M. y Vidal-Olivares, A. (2016). Aplicación de los principios de gobierno corporativo a las empresas no cotizadas en Chile. Una aproximación desde el derecho corporativo europeo y comparado. *Vniversitas*, 65 (133), pp. 383-444.

CONDICIONANTES, POTENCIALIDADES Y OPORTUNIDADES PARA GENERAR BIENESTAR: ASENTAMIENTO SAN CAYETANO. LOJA - ECUADOR

Aimeé del Rocio Delgado Cruz^{1*}, María Gabriela Camargo M¹, María José Delgado Cruz¹

¹Universidad Técnica Particular de Loja

*Autor para correspondencia: ardelgado@utpl.edu.ec

Recibido: 2021/09/07

Aprobado: 2021/10/21

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.743>

RESUMEN

El presente trabajo persigue la formulación de estrategias territoriales para el barrio San Cayetano, Loja, Ecuador, mediante el conocimiento de su realidad y la formulación de propuestas bajo los principios de sostenibilidad y resiliencia. San Cayetano es un polígono de crecimiento espontáneo, no planificado, con presencia de zonas de riesgo por movimientos de masa e inundación, carente de servicios e infraestructuras. Ante esta realidad, cabe preguntarse: ¿Cuáles son las estrategias territoriales más adecuadas para un desarrollo sostenible y resiliente del barrio San Cayetano? El procedimiento metodológico se basa en tres fases: cartográfica para el análisis socio espacial, diagnóstico integral para identificar oportunidades - fortalezas y amenazas - debilidades y formulación de estrategias. Como resultado, San Cayetano se caracteriza por estar integrado a la ciudad de Loja, que le ofrece oportunidades mediante recursos socio espaciales; sin embargo, posee un desarrollo desigual con condicionantes de riesgos naturales, no posee una morfología urbana bien delimitada, carece de sistema viario y parcelario estructurado, equipamientos y servicios deficitarios, organización espacial, integración y funcionalidad limitada. Se proponen estrategias urbanísticas que creen oportunidades para que la población genere bienestar y desarrollo territorial, mayores niveles de calidad de vida, mejor aprovechamiento de los recursos naturales y mitigación de desastres siconaturales.

Palabras clave: Crecimiento espontáneo, estrategias, urbano, sostenible, resiliencia

ABSTRACT

Pursues the formulation of territorial strategies for the San Cayetano neighborhood, Loja, Ecuador, through the knowledge of its reality and the formulation of proposals under the principles of sustainability and resilience. San Cayetano is a polygon of spontaneous growth, unplanned, with the presence of areas at risk of mass movements and flooding, lacking services and infrastructure. Given this reality, what are the most appropriate territorial strategies for the sustainable and resilient development of the San Cayetano neighborhood? The methodological procedure is based on three phases: mapping for socio-spatial analysis, comprehensive diagnosis to identify opportunities - strengths and threats - weaknesses, and strategy formulation. As a result, San Cayetano is characterized by being integrated into the city of Loja, which offers opportunities through socio-spatial resources, however, it has an uneven development with natural risk conditioning factors, it does not have a well-defined urban morphology, it lacks a structured road and parcel system, deficient facilities and services, limited spatial organization, integration, and functionality. Urban strategies are proposed that create opportunities for the population to generate wellbeing and territorial development, higher levels of quality of life, better use of natural resources, and mitigation of socio-natural disasters.

Keywords: Spontaneous growth, strategies, urban, sustainable, resilience



INTRODUCCIÓN

Según Camargo (2009), el territorio como construcción social es producto de relaciones entre actores y la naturaleza para satisfacer las necesidades básicas de los individuos o grupos de individuos; no se concibe como un mero soporte de actividades sino como un ámbito donde se entretujan relaciones, mediante las cuales los actores se apoderan y lo modifican de acuerdo con intereses particulares, generando configuraciones territoriales únicas y singulares.

El crecimiento espontáneo urbano es una "formación histórica-cultural, que en muchas ciudades latinoamericanas se generan a partir de la migración campo ciudad, generando problemas que atraviesan distintas magnitudes desde lo político, social, económico y urbano" (Prato, 2013). Este "proceso multicausal implica inicialmente la conversión de áreas rurales en urbanas y se vincula con el corrimiento de los límites físicos de las ciudades, más allá de los concebidos previamente (Zulaica, 2012). Los procesos espontáneos de crecimiento urbano dieron como resultado territorios periurbanos considerados como zonas de transición urbano-rural, en constante transformación y susceptibles a intervenciones de impacto social, ambiental, político. Dichas zonas demandan estrategias de gestión que permitan prevenir, mitigar y solucionar los problemas que la sociedad necesite (Zulaica, 2012). Los factores que llevaron a que se produzca este fenómeno son: aumento demográfico, abandono del campo, incorporación de municipios limítrofes, creación de ciudades satélites, vialidad, zonas residenciales, comerciales, equipamientos y servicios (Cifuentes, 2010)

Es así como el crecimiento espontáneo ha ido marcando parte de la identidad de la población para cubrir sus necesidades básicas, expandiéndose sin limitante y condicionante alguna dando lugar a la conformación de lo que se conoce como "barrios marginales o periféricos" que son áreas urbanas más o menos delimitadas, desprovistas de los estándares urbanísticos mínimos, donde es posible identificar una serie de factores de vulnerabilidad, que provocan carencias de recursos e impiden disfrutar de una calidad de vida adecuada a los residentes de estas franjas urbanas de "difícil acceso y con alto riesgo ambiental" (Peralta & Higuera, 2017). También la aparición de barrios periurbanos forma parte del crecimiento urbano espontáneo, considerándose como "extensión continua de la ciudad y la absorción paulatina de los espacios rurales que le rodean" (Ávila, 2009).

Loja, localizada al sur de Ecuador, registra 53 Asentamientos Humanos de Hecho (AHH), los cuales se caracterizan por crecimientos espontáneos no planificados. San Cayetano, localizado en la periferia de Loja, en un sector periurbano, con transición del uso del suelo rural a un uso urbano, aun no consolidado y con crecimiento espontáneo, limitada conectividad e integración espacial y déficits de equipamientos básicos. Además, registra problemas de riesgos socio-naturales por movimiento de masas e inundaciones; además, se evidencian riesgos ambientales por contaminación de aguas servidas, problemas todos ellos que limitan su desarrollo de manera sostenible, con calidad ambiental y altos niveles de calidad de vida. Ante esta realidad surge la interrogante ¿Cuáles son las estrategias urbanísticas para la consolidación y regularización del asentamiento informal San Cayetano para crear oportunidades de desarrollo y bienestar? Para dar respuesta a la interrogante, se persigue formular estrategias urbanísticas en el sector San Cayetano mediante la aplicación de los principios de ciudad compacta sostenible y resiliente planteada por diversos autores (Arner-Reyes, E., 2013; Saavedra, 2015), para promover el desarrollo urbano armónico del sector y prevenir o mitigar riesgos naturales (Camargo, 2020).

MÉTODOS

La metodología planteada por Camargo (2009) es descriptiva, explicativa, comparativa y proyectual, diseñada para ser implementada mediante fases consecutivas e iterativas que se puntualizan a continuación.

Fase I. Elaboración de la cartografía base: a partir de las capas de GIS del Municipio de Loja (2017), a escala 1:5.000 se elaboró plano base de San Cayetano y se delimitaron unidades de análisis espaciales (Figura 1) considerando criterios de topografía, accesibilidad y nivel de estructura urbana, numeradas de 01 hasta 05, para identificar las desigualdades espaciales.

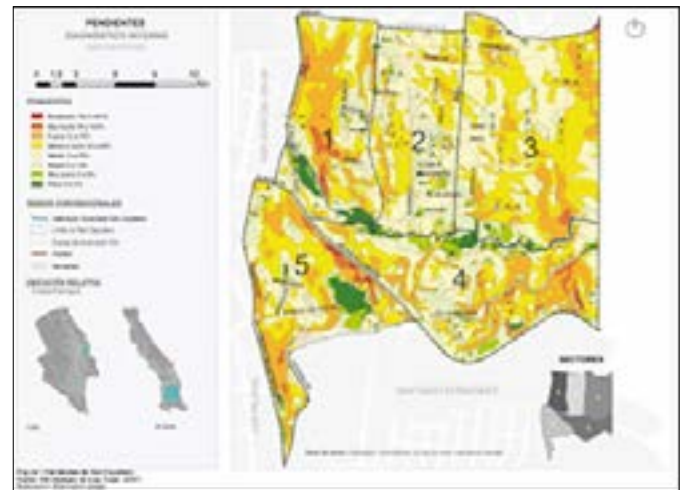


Figura 1. Unidades de análisis territoriales para el abordaje del asentamiento San Cayetano. Loja

Fase II. Elaboración de diagnóstico integral. Consistió en el abordaje y análisis de la realidad del asentamiento San Cayetano: el crecimiento de la mancha urbana (Cifuentes, 2010) y de la población, identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Para ello, se realizó foto interpretación de fotografías aéreas para los 1961, 1976, 1998 y 2009 del Instituto Geográfico Militar de Ecuador, trabajo de campo con los moradores y levantamiento de encuestas. Este diagnóstico comprendió la elaboración del diagnósticos externo e interno:

- Diagnóstico externo o análisis contextual. Consistió en evaluar los recursos socio espaciales que inciden en la dinámica territorial de San Cayetano, en un radio de 200 km, con énfasis en los aspectos sociales y económicos que influyen en su dinámica territorial como infraestructuras en red, equipamientos, centralidades económicas, entre otros.
- Diagnóstico interno. Consistió en el análisis de la realidad de San Cayetano, socio económica y urbanística, para identificar los problemas críticos, limitantes, fortalezas y debilidades, así como las potencialidades para su desarrollo. Este diagnóstico se inició con la operacionalización de componentes, variables e indicadores: condiciones físicas del emplazamiento, proceso de urbanización, mancha urbana, sistema viario y parcelario, espacios públicos, áreas verdes, tipología edificatoria, equipamientos, servicios básicos, ejes económicos y usos del suelo. El levantamiento de información se realizó a nivel de parcela, las características físicas de los inmuebles y posteriormente se creó la imagen urbana destacando elementos físicos y funcionales.

Fase III. Formulación de estrategias. Consistió en la formulación de estrategias y creación de escenarios en torno a mitigar riesgos socio naturales (Chelleri, 2012), urbanismo compacto, accesibilidad a equipamientos y servicios, urbanismo verde, movilidad peatonal y mezcla de usos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico integral territorial

Localización geográfica y recursos socio espaciales

San Cayetano se ubica al sur del Ecuador, en la provincia de Loja, cantón Loja, en la parroquia El Valle, entre las coordenadas 3° 58' 48.06 sur y 79° 11' 45.58 oeste, sobre un relieve montañoso con pendientes medias y abruptas, ocupando una superficie de 953.341,13 m². Su integración e interconexión territorial con el entorno se puede considerar como bueno, a través de vías principales que dan accesibilidad a la ciudad de Loja, con recorridos de alto tráfico y con servicio de sistema de transporte público urbano (SITU), con paradas establecidas. En un radio de estudio de 2 km, se localizan equipamientos y servicios relevantes de la ciudad de Loja, facilitando la satisfacción de sus necesidades básicas (Tabla 1).

Tabla 1. Equipamientos y servicios en un radio 2 km de San Cayetano. Loja

Equipamiento	Descripción	Observación
Parque Jípiro y parque central de El Valle	espacio público verde	2399 m ²
Parque Ciudadela del Maestro	espacio público verde	1684 m ²
Parque la Madre	espacio público verde	615 m ²
Museo de Arte Religioso San Juan del Valle	Equipamientos culturales e históricos	640m
Centro comercial Hipervalle	Área comercial	A una distancia de 690m
Supermercado Gran Aki	Área comercial	A una distancia de 982m
Centro comercial "Mercado Gran Colombia"	Área comercial	A una distancia de 910m
Hospital IESS "Manuel Ignacio Montero"	Servicio de seguridad social y asistencial	
Hogar Santa Teresita	Servicio asistencial	Casa hogar para abuelos
Colegio Miguel Ángel Suárez	Servicio educativo	
Unidad Educativa Calasaz	Servicio educativo	
Instituto Tecnológico Daniel Álvarez Burneo	Servicio educativo	
Colegio Iberoamérica "San Agustín"	Servicio educativo	
Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)	Servicio educativo	
Iglesia de El valle	Cultural	A una distancia de 560m.

Condiciones favorables y desfavorables biofísicas

San Cayetano se encuentra a una altitud promedio de 2098m, en un relieve montañoso, con pendientes variadas que van desde bajas (menores de 10%) hasta pronunciadas (mayores del 25%). Se desarrolla sobre terrenos con riesgos por movimientos de masa e inundaciones

que puede ocasionar deslaves, derrumbes y desbordamientos. El sector 2 registra riesgo bajo y el sector 5 registra riesgos moderados por movimientos de masa e inundación de la quebrada San Cayetano. Los sectores 1, 3 y 4 registran riesgos altos: más del 50% del territorio del sector 4 se encuentra bajo riesgos socio-naturales (Figura 2).

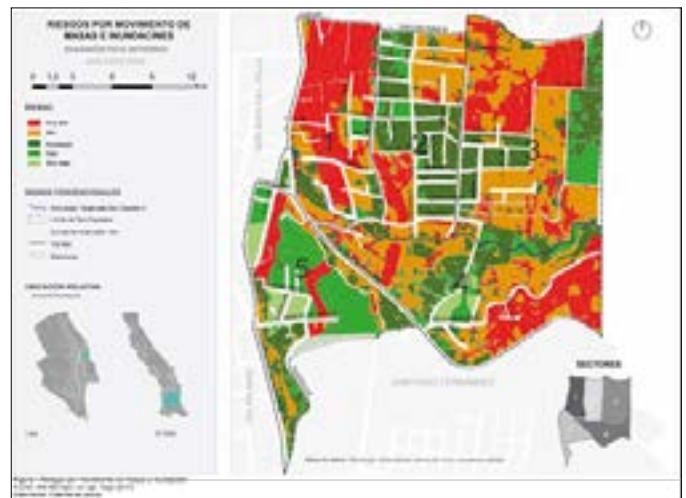


Figura 2. Pendientes y riesgos socio-naturales. San Cayetano. Loja - Ecuador

Proceso de ocupación del territorio

La evolución de la mancha urbana de San Cayetano tiene sus orígenes en la Av. Santiago de las Montañas, plaza central del Valle y en el camino real (actual vía París, Venecia y C-27-16), los cuales fungen como elemento dinamizador de una hilera urbana a lo largo de los caminos de herradura que posteriormente se convirtieron en vías principales del sector.

El proceso de urbanización se inicia en 1796, época en que el pueblo de San Juan El Valle se encontraba estructurado por la iglesia de El Valle, casa parroquial y 6 viviendas adyacentes a estas edificaciones; siguiendo el "camino real hacia Loxa" (Loja), se localizaba otras 5 viviendas adyacentes a la quebrada San Cayetano y en los terrenos Valdivieso, lugar donde se encuentra San Cayetano, actualmente. En 1878, era zona rural cuyas tierras pertenecían a Monseñor Francisco Valdivieso (1898-1983), quien vendió la estancia a Daniel Álvarez Burneo; en 1936, se crea la fundación Álvarez, que dona lotes a los trabajadores, iniciándose así fraccionamiento en el sector.

En 1950 San Cayetano sigue siendo de carácter rural y se encuentra atravesado por la vía Yanacocha y paralelo a esta, a lado izquierdo, un pequeño camino real que parte de la plaza del sector El Valle y se conecta con la vía Yanacocha. Para esta década ya se hace referencia a La cuesta de los Tellos, hitos de referencia para los pobladores de la zona.

En 1961, se registra fraccionamiento en las grandes parcelas rurales, en unidades más pequeñas, pero sigue predominando el uso agropecuario. Se observa 7 parcelas sin delimitación de manzanas en la av. Santiago de las Montañas y plaza central del Valle y en las adyacencias del camino real. Este fraccionamiento se acentúa con la Primera Reforma Agraria y Colonización (1964).

En 1971, en terrenos donados por la familia Riofrío, se lleva a cabo la construcción de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), equipamiento urbano que incide en la dinámica de ocupación del sector San Cayetano. Hasta 1976, los cambios urbanos no fueron significativos; en la estancia Burneo se observa la aparición, en un lapso de 15 años, de una manzana poco delimitada y la presencia

de 14 parcelas, las cuales sumadas a las 7 establecidas en Av. Santiago de las Montañas y plaza central del Valle forman un total de 21 parcelas, con ausencia de una estructura viaria y parcelaria, definidas y delimitadas.

En 1990, San Cayetano sigue siendo de carácter rural; los pobladores tomaban agua para el consumo humano de la quebrada del mismo nombre, indicio de ausencia de equipamientos básicos. Para 1998, el sector San Cayetano se ha consolidado a lo largo de la Avenida Santiago de las Montañas y se extiende hacia el este del sector, formando un continuo urbano que lo integra con el sector de El Valle, mediante un sistema viario y parcelario, precario, poco definido y delimitado. Esta estructura se caracteriza por un trazado con tendencia a formar un damero, donde se entrecruzan avenidas y calles de tierra, que delimitan grandes manzanas con parcelas pequeñas. El Camino Real se transforma en una de las principales vías estructurantes del sector.

Para 1998, el Municipio de Loja ha consolidado el sistema viario en San Cayetano, mediante mejoras en el trazado de las vías, específicamente la construcción de la carretera a Zamora (1981-1984) y la calle Paris, traen como consecuencia el aumento de fraccionamiento de las parcelas en el sector. Se comienza a delimitar grandes manzanas, con un área media de 37.893,96m², sin embargo, las distribuciones de estas son desordenadas y sin planificación alguna.

Para el 2009, San Cayetano registra un área consolidada en las adyacencias de las UTP y un área no consolidada, de crecimiento espontáneo, en las partes más altas del sector. Se aprecia la influencia en el crecimiento de la mancha urbana de la vía Zamora Chinchipe (construida en 1983-1984).

Entre 2009 y 2019, San Cayetano se consolida en un 65,29 % de su territorio, como un sector urbano de la ciudad de Loja; la incorporación de equipamientos básicos para la satisfacción de las necesidades de los pobladores produce migraciones desde el campo hacia el sector. El crecimiento poblacional fue del 34%; se incorporan mejoras urbanas como escalinatas, aceras, asfaltado de vías, equipamiento recreacional deportivo, mejoras del ornato urbano del lugar, etc. Sin embargo, un sector queda sin consolidación y con crecimiento urbano (Figura 3 y Tabla 2)

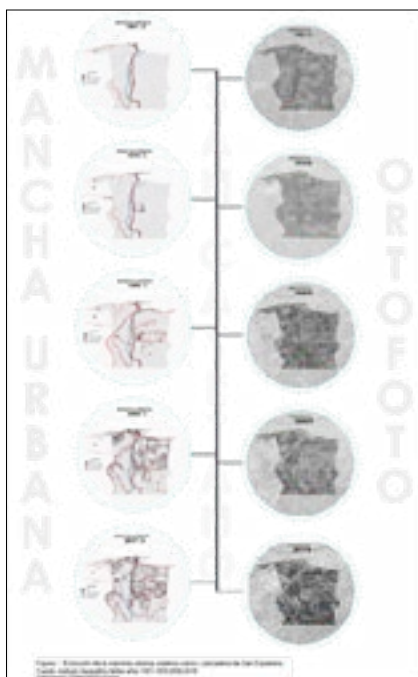


Figura 3. Evolución de la mancha urbana de San Cayetano. Loja

Tabla 2. Evolución urbana de San Cayetano. Loja (1961 – 2019)

Año	Manzana	Parcelas edificadas
1961	0	12
1976	1	21
1998	19	66
2009	37	651
2017	46	948
2019	57	997

La evolución del crecimiento poblacional entre 1951 y 2010 registra un incremento poblacional en 1998 del 95%, pasando de 249 a 5.513 habitantes en el sector de San Cayetano, debido a los movimientos migratorios campo ciudad. En base a los datos del censo 2010 (INEC), se estima una población para el año 2019 de 6.828 habitantes, para el 2025 de 7.704 habitantes y en 2030 una proyección conservadora de 8.435 personas. La crisis y pobreza económica en los años 1998-1999 en Ecuador se reflejó en San Cayetano por el movimiento masivo de personas en búsqueda de mejores oportunidades de vida. Según INEC "REDATAM" (2010) la migración provino de los cantones Espíndola, Saraguro, Paltas, Zamora, Chinchipe y Quito (Tabla 10). (INEC, s. f.)

Tabla 3. Población de San Cayetano. Loja (2019 – 2030)

Año	Población
2019	6.828
2025	7.704
2030	8.435

En la actualidad, San Cayetano se caracteriza por una estructura urbana con tendencia a una morfología de damero, bien demarcado en el sector 2 y en el sector 3 en un 50%. Se trata de zonas consolidadas donde las vías colectoras y locales juegan un papel importante en la distribución y accesibilidad. En los sectores 1, 4 y 5 no se registra un trazado vial claro, existe una estructura desordenada y en el sector 2 se observa la conformación de una "hilera urbana".

Sistema viario y movilidad

San Cayetano cuenta con movilidad peatonal, vehicular y transporte público. La movilidad peatonal es deficitaria debido a que los sistemas de conexión como aceras, escalinatas, callejones, veredas, etc. no cumplen con estándares de funcionalidad, ornato y seguridad; por lo tanto, se considera una movilidad no adecuada para los moradores. El sistema vial también es deficitario. La estructura urbana en San Cayetano es poco consolidada y la accesibilidad e interconexión dentro del área y con las áreas adyacentes limitada. Los sectores más comunicados son el 1, 3 y 5, por carencia de vías o callejones en buen estado.

La movilidad en transporte público se basa en la ruta El Paraíso, cuyo recorrido se inicia en Av. Oriental de Paso, realizando un recorrido principalmente por los sectores 1 y 2, quedando sin este servicio los sectores 3 y 5. En el transcurso de la ruta no existen paradas establecidas sino puntos de control de tiempo para los conductores del autobús, lo cual provoca que los moradores asocien estos puntos de control como lugares de paradas esporádicas, sin contar con las condiciones requeridas por los usuarios (Figura 4).

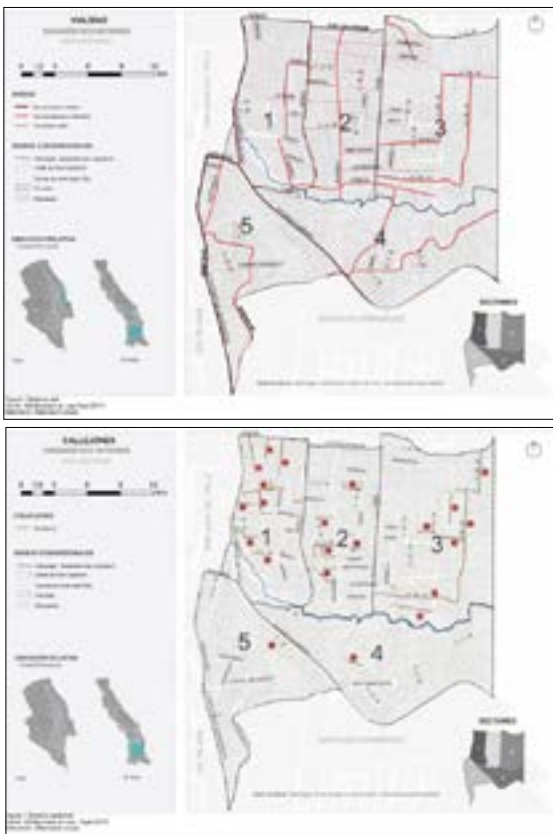


Figura 4. Sistema vial y paradas en San Cayetano. Loja

Sistema Parcelario y tipología edificatoria

El sistema parcelario está integrado por 57 manzanas que delimitan 1.454 parcelas con un promedio de 25 parcelas por manzana. Las manzanas son grandes e irregulares, con dimensiones variadas en su perímetro (promedio de 168m *123m*127m * 90m). En el interior de las manzanas se localizan parcelas de diferentes tamaños formando dos patrones bien diferenciados: en los sectores 1 y 2 predominan parcelas pequeñas con un promedio de 200 a 600 m² y en los sectores 3 y 4 predomina parcelas con grandes dimensiones desde 400 m² hasta mayores a 2.000 m²; finalmente, en el sector 5, comparten parcelas pequeñas y grandes, estas últimas adyacentes a la Vía a Zamora (Figura 5).



Figura 5. Tamaño de parcelas. San Cayetano. Loja - Ecuador

La tipología edificatoria predominante es la casa convencional en los sectores 1, 2 y 3; suman 670 parcelas edificadas, tipología convencional y económica, altura baja de 1 y 2 pisos, construidas con materiales de

hormigón o estructura metálica. Los edificios de 3 a 5 pisos son pocos y se localizan de manera dispersa en todas las unidades de análisis; por tanto, es un urbanismo de baja altura. Las casas tradicionales son escasas y se encuentran localizadas en los sectores 1, 3 y 5, caracterizados por construcción vernácula, paredes de adobe y cubierta de teja. En el sector 5, en la calle Esmeraldas, junto al parque El Valle, existen casas tradicionales en buen estado, que se han convertido en atractivo turístico con uso gastronómico o comercial.

La casa económica (categoría cercana a la infravivienda) se localiza principalmente en los sectores 3 y 4, donde se evidencia que las viviendas se encuentran construidas con materiales desechables como madera y cubiertas de zinc reciclado, es decir, viviendas de malas condiciones y sin seguridad constructiva, construidas sin planificación y cumplimiento de la normativa. Albergan hogares numerosos (Figura 6).

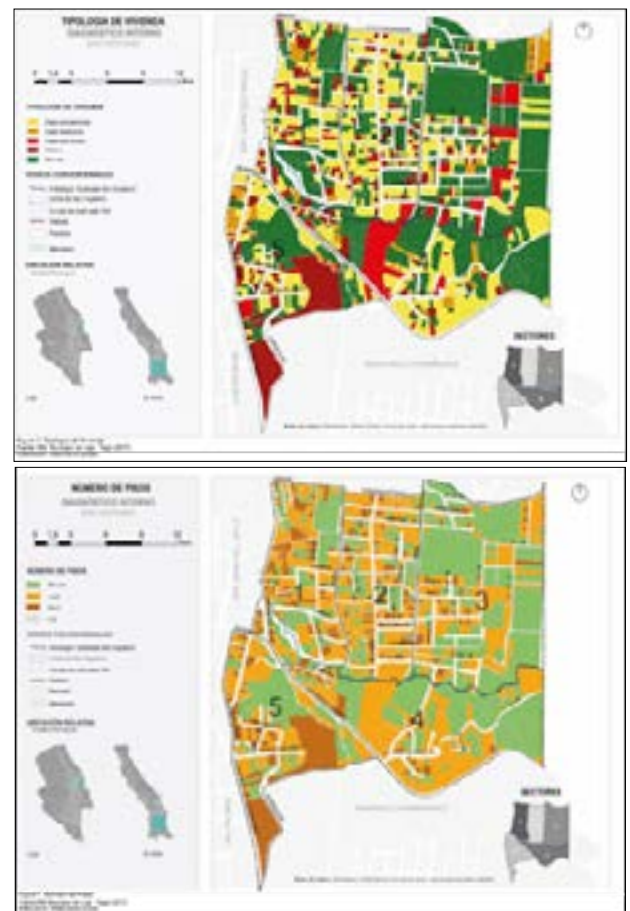


Figura 6. Tipología de vivienda y número de pisos. San Cayetano. Loja

Espacios públicos y equipamientos

Dentro de la trama urbana de San Cayetano existen espacios públicos y equipamientos integrados espacialmente, pero resultan deficitarios para la población. San Cayetano posee un núcleo central integrado por una plaza adyacente a la escuela Benigno Bayancela y la iglesia San Cayetano, en el sector 2, que suman un total de 1.115,09 m² de superficie. El conjunto cívico cultural funge como lugar de encuentro para la población. Sin embargo, este espacio no posee las condiciones óptimas para el disfrute de actividades. Cuenta con un centro de salud de primer grado, con una superficie de 560,77 m², donde prestan servicios de promoción y prevención, actividades de participación comunitaria y primeros auxilios, con déficit aproximadamente de 300 m². Se requiere elevar a un centro de salud tipo A. Asimismo, el sector cuenta con seis canchas deportivas de 294 m² a 921,73

m² ubicadas en los sectores 2, 4 y 5 y una piscina municipal de 1.289,14 m² ubicada en el sector 5, lugares de encuentro y desarrollo físico y social, que suman un total 4.848,9 m². Sin embargo, según el diagnóstico de la presente investigación, estos espacios deportivos deben ser rehabilitados para convertirlos en núcleos atractivos para las personas y generadores de flujos.

Por otra parte, existen 36,59 ha en áreas verdes y parcelas sin uso que pueden ser utilizadas para la incorporación de equipamientos o espacios públicos para la población. Estos espacios, como es sabido, podrían romper con el continuo urbano mejorando el ambiente en el barrio San Cayetano.

Las áreas verdes y parcelas de gran tamaño sin uso definido se concentran en los sectores 3 y 4. Además, se cuenta con una escombrera municipal adyacente de la quebrada San Cayetano con una superficie de 3.017,63 m², que resulta ser un problema de contaminación para la población que vive a los alrededores y a la quebrada. Por lo tanto, los equipamientos de San Cayetano no cumplen con estándares de normativa según la parcela y cantidad de habitantes que se apropian del espacio (Figura 7 y Tabla 4).

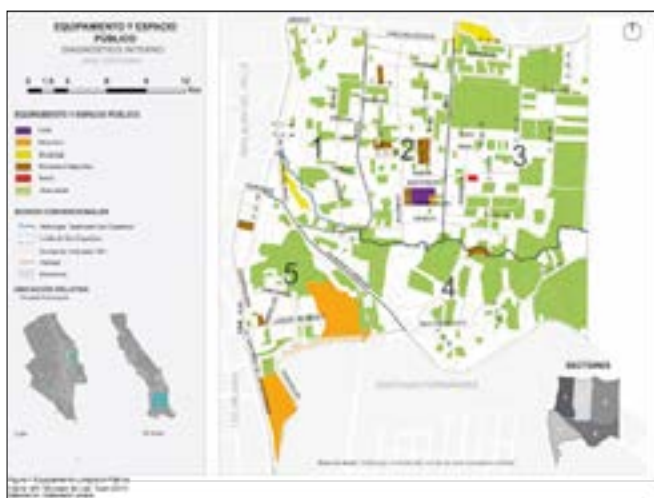


Figura 7. Equipamiento y espacio público. San Cayetano. Loja

Tabla 4. Déficit en equipamientos. Asentamiento San Cayetano. Loja

Equipamiento	Actualmente (m ²)	Déficit o superávit (m ²)
Iglesia San Cayetano	426,06	-1.791,16
Plaza central	179,78	
Escuela de Educación Básica Benigno Bayancela	509,25	-3.500
Centro de salud	560,77	-300
Deportivo recreacional	4848,9	3.348,9
Áreas verdes		304.448

Accesibilidad a servicios básicos

Los servicios básicos con que cuenta el asentamiento de San Cayetano son luz eléctrica, agua potable y alcantarillado. La entidad de EERRSSA abastece de electricidad para los 5 sectores, suministrando el servicio mediante 1.674 medidores con un consumo de 130.44 kW^h anualmente (comprende los meses de mayo 2018 - abril 2019). En cuanto al alumbrado público ornamental, cuya competencia es de entidades del Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja en zonas como las escalinatas y espacios deportivos abiertos, registra déficit (ARCONEL 006/1, Agencia de Regulación Eléctrica, 2018).

Según datos del Municipio de Loja, el consumo de agua potable mensual

es 10.413 m³ para el sector de San Cayetano (10.413.000 l/mes), lo que representa 1.525 l/p/mes y 51 l/p/d, datos que reflejan un consumo muy inferior a la norma establecida por la Organización Mundial de Salud (OMS) de 250 l/p/d y de la ciudad de Loja 170 l/p/d, registrando un déficit de 200 l/p/d.

A nivel de sector, el uso residencial registrado en los sectores 1, 2 y 3 registra un consumo de 3.633 m³ (36'330.00l); el sector 5 consume 6.031 m³; en la categoría comercial, los sectores 1, 2, 3 consumen 145 m³ y en el sector 5 consume 604 m³. En el sector 4 y parte del sector 3 el consumo de agua se realiza por manguera, tanques de agua o acarreo, debido a la falta de infraestructura en la provisión de este servicio básico.

El alcantarillado en los sectores 1, 2 y parte del 3 es evacuado en cajas matrices ubicadas en las adyacencias de la quebrada San Cayetano; en el sector 4, muchas de las familias expulsan las aguas servidas hacia la quebrada San Cayetano, siendo este un problema especialmente en época de verano o invierno, por la emisión de malos olores que producen incomodidad y afectan a la salud y salubridad de las familias que viven en las cercanías de la quebrada, además de la consabida contaminación del medio ambiente.

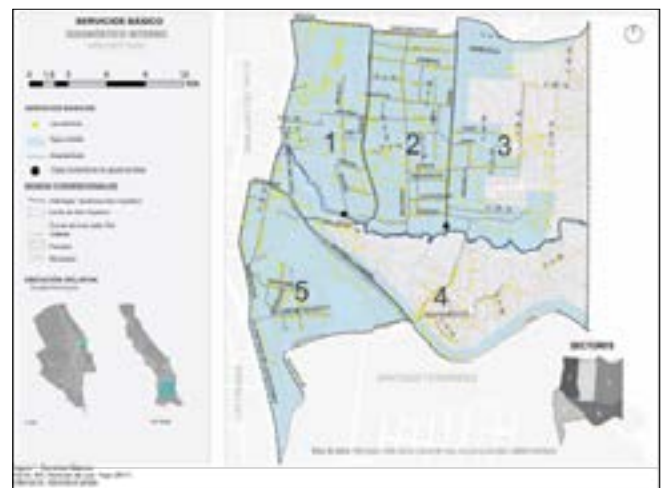


Figura 8. Servicios básicos. San Cayetano. Loja

Uso de suelo y corredores económicos

San Cayetano se caracteriza por ser una zona donde predomina el uso residencial, comercial y sin uso. En los sectores 1 y 2, predomina el uso residencial y comercial; ambos usos conviven en las mismas edificaciones. Por tanto, se puede considerar como uso mixto. La característica de uso mixto cumple con el principio de la mezcla de usos para la construcción de ciudad compacta y sostenible.

Las familias han adaptado sus viviendas para el desarrollo de comercio local, generador de ingresos económicos familiares de subsistencia. Esto se evidencia en las calles Venecia y Santiago de las Montañas, donde se localiza el mayor uso residencial y comercial, formando un incipiente corredor económico conformado por actividades relacionadas con mecánica de autos, venta de víveres y papelería. Este corredor es un claro elemento dinamizador de San Cayetano, que, junto con la Universidad Técnica Particular de Loja, generan flujos de personas, bienes y servicios y con ello empleo e ingresos. Cabe señalar que el asentamiento se ha configurado en las últimas décadas como el lugar propicio para el arriendo de cuartos por parte de estudiantes que siguen sus estudios de forma presencial en este centro de educación superior. En las parcelas periféricas a los sectores 1 y 3, se observan parcelas

cultivadas, donde se desarrolla una economía de autoconsumo (chacras). En los sectores 3, 4 y 5 existen parcelas sin uso, espacio de reserva para el crecimiento y consolidación del asentamiento San Cayetano (Figura 9).

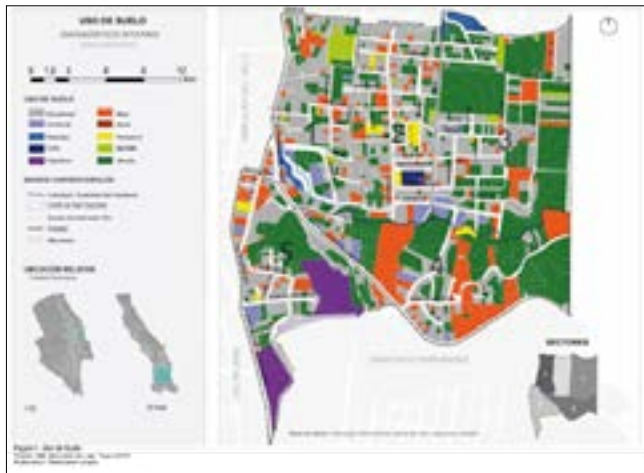


Figura 9. Uso del suelo San Cayetano. Loja



Figura 10. Propuesta de asignación de usos del suelo. San Cayetano. Loja - Ecuador

Estrategias para crear oportunidades de consolidación y desarrollo

San Cayetano se caracteriza por una realidad precaria en cuanto a su localización en un área de riesgos socio-naturales y ambientales, con limitada integración e interconexión espacial interna y déficits de equipamientos y servicios básicos que disminuyen la calidad de vida de sus moradores. Los problemas identificados en el diagnóstico permiten crear un sistema de objetivos y estrategias orientadas a generar cambios en su desarrollo y crear oportunidades para su inserción en la dinámica socio económica de Loja y elevar por ende su bienestar y movilidad social. Para ellos, se proponen las estrategias siguientes:

Estrategia 1: asignación de usos del suelo

Esta estrategia consiste, sucintamente, en asignar usos de suelos mixtos y compatibles para orientar y controlar la ocupación del territorio teniendo en cuenta las condiciones físico-naturales del suelo. Es importante tomar en cuenta la definición de las variables urbanas fundamentales para la ocupación del suelo, considerando los riesgos socio-naturales condicionantes de la ocupación, promover una tipología edificatoria de baja en altura y con usos mixtos y compatibles (residencial – comercial – deportivo recreacional y servicios). Dichos usos deben estar integrados a la movilidad peatonal y bicicleta, transporte público y espacios verdes, con miras a crear vecindad, haciendo del sector un espacio urbano sostenible y resiliente (Figura 10).

Estrategia 2: integración e interconexión espacial

Se busca integrar espacialmente San Cayetano con el continuo urbano de Loja, de una manera eficaz, rápida y segura. La estrategia consiste en que el sistema viario se organice de manera jerárquica, garantizando la integración espacial: arterial, colectora y locales (Figura 11).

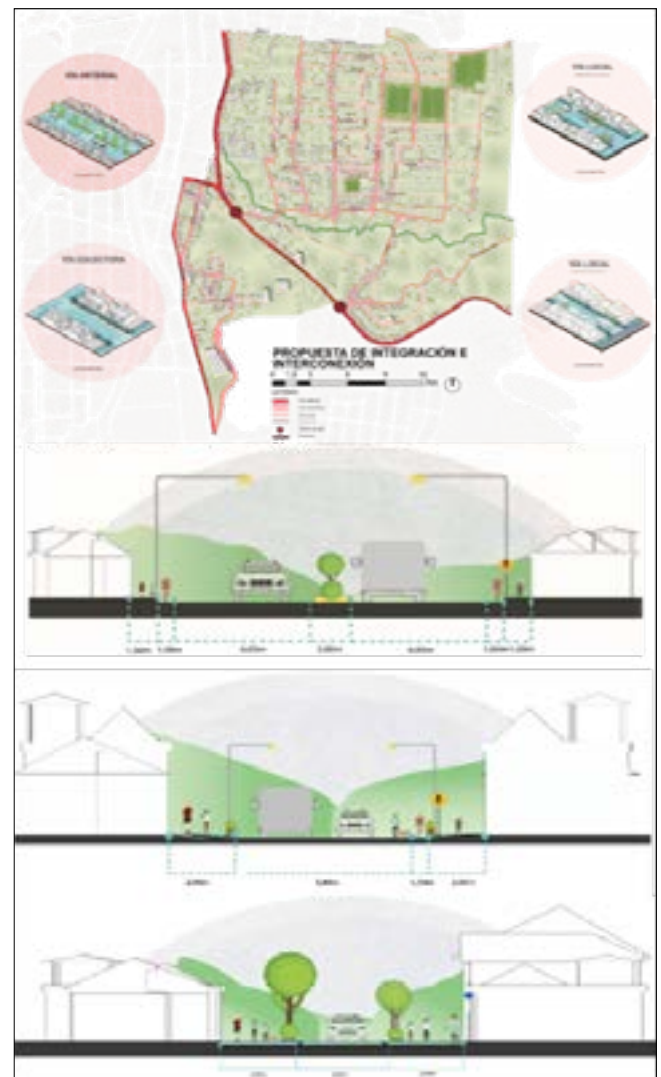


Figura 11. Propuesta de sistema viario y perfil esquemático para vías completas sostenibles arteriales, colectoras y locales

Estrategia 3: fortalecimiento de la movilidad sostenible

A través de esto se busca garantizar la movilidad peatonal, en bicicleta y transporte público de manera integrada, facilitando la satisfacción de las necesidades básicas de la población mediante desplazamientos cortos. La estrategia se basa en calles completas sostenibles que permitan la convivencia de los modos de movilidad y la integración a la ciclo vía, espacio peatonal con el recorrido de campo y paradas del transporte público integrado (Figura 12).



Figura 12. Propuesta de movilidad sostenible. San Cayetano. Loja

Se propone incorporar a la ruta de transporte la escuela Benigno Bayancela, mediante una parada normada que genere orden, ornato y seguridad, elaborada de materiales metálicos con cubierta verde y demás elementos de sostenibilidad, además de la correspondiente señalética. El transporte público debe ser integrado con la movilidad peatonal y ciclo vía en las vías arteriales, colectoras y locales, canales delimitados unidireccional y bidireccionales, equipamiento para resguardo de bicicletas en espacios públicos: escuela, centro de salud, áreas verdes, parques.

La ciclo vía se incorpora paralela a los espacios peatonales, conformados por aceras anchas, delimitas con bordillo y textura, sin obstáculos y con incorporación de señalética. Los espacios peatonales estarán diseñados teniendo en cuenta un grill de 400 x 400 metros para garantizar la movilidad de distancias cortas. Este grill está complementado por un grill 1.000x1.000m. para la movilidad rápida; se estimarían desplazamientos en bicicleta de hasta 3km.

Estrategia 4: Acceso de la población a equipamientos y servicios básicos

Persigue mejorar, crear y reubicar equipamientos que facilite el acceso de la población de San Cayetano a bienes y servicios para satisfacer sus necesidades básicas. La estrategia consiste en ampliar equipamientos como centro de salud y escuela, crear y diseñar la casa comunal y un mirador como atractivo turístico que permitan potencializar el paisajismo con vista a la ciudad de Loja (Figura 13 y Tabla 5).

Estrategia 5: Eje económico

Persigue consolidar un eje comercial, gastronómico, artesanal y servicios que promueva la creación de empleos e ingresos para los moradores mediante microemprendimientos con apoyo del GAD municipal y otras instituciones relacionadas con el bienestar social, además de abastecer a la población de bienes y servicios en distancias cortas. Ello contribuirá a crear una resiliencia económica (Charry, 2015).

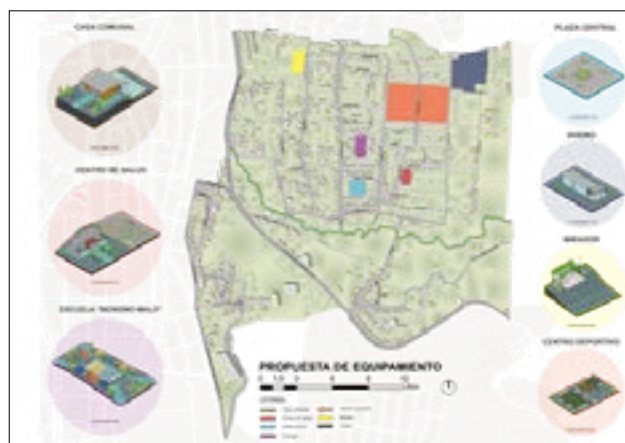


Figura 13. Equipamientos en San Cayetano. Loja.

Tabla 5. Propuesta de equipamientos para San Cayetano. Loja

Equipamiento	Ubicación	Observaciones
Casa comunal	calle París y Vía a Yanacocha	Área 376 m ² y construcción con un área de 52,15 m ² . Construcción de ladrillo, metal y vidrio
Centro de salud	calles Marsella, Dublín y Leningrado,	Elevar el centro de salud a un tipo A para una población de 2.000 a 10.000 habitantes, distribuido en dos plantas con un área de construcción de 872,70 m ²
Escuela "Benigno Bayance"		reubicar la escuela al predio ubicado en las calles Bakú entre Kirov y C-1-16 Área 2.650 m ² Establecer ocho aulas de 35 m ² Cancha multiusos, caminerías de conexión y áreas recreativas accesibilidad universal mediante rampas, señalética, mobiliario e iluminación
Mirador	calles Moscú, entre Checoslovaquia y Génova	mejorar el ornato y crear espacios de atracción de carácter turístico Área 30 m ² Materiales que proponen es madera y metales, se incorpora una cubierta verde.
Plaza central	canchas deportivas frente a la iglesia	espacio de concentración para actividades, reuniones o esparcimiento de la población Área de construcción de 3790 m ²
Centro deportivo	calles París y C-30-16 Armenia y Estonia	28.355 m ²
Vivero comunal	calles C-30-16 y C-28-16	lugar de trabajo comunitario y educativo, en predio con un área de 15.088 m ² , para la siembra y conservación de especies vegetales autóctonas

Estrategia 6: Sistema verde

Se plantea recuperar el ambiente natural de la quebrada San Cayetano mediante un corredor ecológico urbano que involucre las áreas adyacentes a la quebrada con integración espacial a las áreas residenciales. La estrategia consiste en generar áreas de esparcimiento sostenible, apropiación del espacio natural mediante senderos seguros, con iluminación adecuada (de preferencia tipo LED), ciclo vías, conexión peatonal e integración espacial (Figura 14).



Figura 14. Propuesta sistema verde en la quebrada San Cayetano. Loja

CONCLUSIONES

San Cayetano es un asentamiento con crecimiento espontáneo donde la municipalidad de Loja ha orientado estrategias para orientar la ocupación y mitigar los desastres socio naturales, aunque se evidencia que aún falta mucho por hacer. En este sentido, su emplazamiento condiciona la ocupación por presencia de amenazas por movimientos de masas e inundaciones, contaminación y colmatación de quebradas, etc. que conlleva a la implementación de medidas de seguridad geológica y de construcción para evitar desastres a futuro.

Nos encontramos pues con un espacio urbano con trama o plano medianamente delimitado, donde se aprecia transición de espacios rurales a urbanos, pero que cuenta con las fortalezas de una dinámica de bienes y servicios que abastecen el asentamiento y de encontrarse integrado a la trama de Loja, rodeado de equipamientos y servicios que se presentan como oportunidades para la movilidad social, la satisfacción de las necesidades en distancias cortas, su consolidación y regularización.

La integración e interconexión vial con la ciudad de Loja y en su interior aún se encuentra en proceso; por tanto, existen áreas o sectores cuya accesibilidad es limitada, disminuyendo las posibilidades de generar dinámicas urbanas. El diagnóstico de San Cayetano refleja que es un espacio urbano con deficiencias y limitantes, pero donde todavía es posible su consolidación de manera ordenada y controlada porque posee potencialidades para un desarrollo sostenible y resiliente.

Los habitantes deben considerar las amenazas socio-naturales presentes como condicionantes o limitantes de la ocupación del suelo. Deben tener concienciación sobre los peligros y vulnerabilidades que existen en su comunidad y prepararse para mitigarlos y enfrentarlos.

Las mejoras de San Cayetano y su desarrollo integral requieren de procesos participativos de la población, donde se genere empoderamiento y consensos para la implementación de soluciones viables y sostenibles en el tiempo junto al GAD municipal.

La implementación de las estrategias propuestas permitirá mejorar las características urbanísticas de San Cayetano hacia una configuración más sostenible, basada en una trama más articulada, con movilidad peatonal y en ciclovía, más verde, con mixtidad de usos, vecindad y sin déficits en equipamientos y servicios, con oportunidades para el bienestar de la población y para la movilidad social.

Finalmente, son necesarios futuros estudios basados en el análisis socio cultural de la población, la identidad y el arraigo, que podrían aportar una perspectiva más humanística de los procesos de ocupación de San Cayetano y entender mejor la expresión física planteada en este estudio.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada bajo el patrocinio de la Universidad Técnica Particular de Loja, como trabajo de titulación de Arquitectura de la Arq. Aimé Delgado Cruz.

Contribución de autores: Los tres autores realizaron aportaciones importantes como son trazar la idea y diseño del estudio, hacer la recogida de datos y procesamientos de los mismos para finalmente hacer la interpretación de datos; efectuamos la redacción del borrador del artículo o la revisión crítica de su contenido intelectual sustancial, y finalmente la aprobación final de la versión que va a publicarse en su revista. Por esta razón no existe conflicto de intereses y puede ser publicado.

REFERENCIAS

- Arner-Reyes, E. (2013). Resiliencia urbana: La adaptación a corto plazo para la recuperación a largo plazo después de las inundaciones en Canadá. *Ciencia en su PC* (Vol. 1). Cuba. <https://doi.org/10.1002/bdm.565>
- Ávila, H. (2009, junio). Peri urbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. *Procuraduría Agraria*, 93-123. [https://doi.org/\[ISSN: 1138-9788\]](https://doi.org/[ISSN: 1138-9788])
- Camargo, G. (2009). Operacionalización del Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL): Fundamentos de la planificación urbanística y estratégica. *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 51, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 145-156. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela
- Camargo Mora, M. G., Guerrero, O. A., y Guerrero Camargo, O. A. (2020). Inserción del riesgo natural en la planificación territorial. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.irnp>
- Charry, W. (2015). Resiliencia Económica Empresarial: Aproximación al Concepto y sus Dimensiones. Universidad Santo Tomás Sede Bogotá, Bogotá. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3753/Charrywilfredo2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chelleri, L. (2012). From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 582, 287-306. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2
- Cifuentes, P y Londoño, J. (2010, mayo). Análisis del crecimiento urbano: una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la ciudad de Manizales como aporte a la planificación. *Gestión y Ambiente*, (1), 53-66. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25384>
- INEC. (s. f.). Redatam: Sistema Integrado de Consultas. <http://redatam.inec.gob.ec/>
- INEN, 2246. (2010). Accesibilidad de las personas al medio físico. Cruces peatonales a nivel y a desnivel. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-INEN-2246-CRUCES-PEATONALES-A-NIVEL-Y-A-DESNIVEL.pdf>
- InfoEscuela. (s. f.). Escuela de educación básica Benigno Bayancela en Loja. Recuperado 5 de junio de 2019, de <https://www.infoescuelas.com/ecuador/loja/escuela-de-educacion-basica-benig>

- no-bayancela-en-loja/#Estudiantes_de_ESCUELA_DE_EDUCACION_BASICA_BENIGNO_BAYANCELA
- Peralta, J y Higuera, E. (2017, mayo). La Periferia Espontánea En Las Ciudades Intermedias Latinoamericanas: Perspectivas De Solución Desde La Dimensión Territorial-Ambiental De La Sostenibilidad. *Revista Urbano No 35*, 74-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.22320/07183607.2017.20.35.06>
- Prato, R. (2013). X Seminario Investigación Urbana y Regional: El Espacio Urbano en los Desarrollos Espontáneos, Casos estudios: Barrio Escondido el Palmo y Barrio Pueblo Nuevo – Simón Bolívar; edo. Mérida-Venezuela. En C. D. V. Y. Urbanismo (Ed.) (pp. 1-10). Bogotá: Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana. <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/5927>
- U.T.P.L. (s. f.). Historia I UTPL. Recuperado 10 de diciembre de 2018, de <https://www.utpl.edu.ec/historia/>
- Zulaica, L y Ferraro, R. (2012, diciembre). Procesos de crecimiento, indicadores de sustentabilidad urbana y lineamientos de intervención en el periurbano marplatense. *ARQUISUR*, 2-19. <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones//index.php/ARQUISUR/article/view/936/139>

LA CRISIS PENITENCIARIA EN ECUADOR: ¿UN MAL SIN REMEDIO?

Janeth Patricia González Malla^{1*}, Henry Antonio Armijos Campoverde^{2**}

¹Universidad Técnica Particular de Loja, Grupo de investigación - ECLADH

²Universidad Técnica Particular de Loja, Grupo de Investigación jurídica aplicada – GRIJAX

*Autor para correspondencia: jpgonzalez@utpl.edu.ec

Recibido: 2021/09/13

Aprobado: 2021/10/10

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.745>

RESUMEN

La crisis penitenciaria en Ecuador propicia una reflexión que contrasta el criterio de expertos penitenciaristas y la problemática carcelaria que está viviendo el país actualmente; se parte de un recuento teórico y empírico. Así, a pesar que el sistema penitenciario está respaldado por la norma internacional y nacional que garantiza los derechos fundamentales, el tratamiento de los privados de libertad y el actuar de la administración penitenciaria, esto no ha sido suficiente, pues sin la voluntad política de los gobiernos de turno no se verá cristalizada la resocialización. En fin, en la narrativa de esta investigación se demuestra la vulneración constante de los derechos fundamentales de los internos, especialmente el atentado contra la dignidad como principal atributo del ser humano. Se trata de una investigación cualitativa, cuya técnica utilizada es la observación documental; es decir, se ha partido del análisis de informes de las visitas de la Defensoría del Pueblo a los diferentes centros de rehabilitación nacional, reportajes de los medios de comunicación y sentencias internacionales que han servido de precedente.

Los principales problemas que ahondan la crisis penitenciaria son: el hacinamiento, corrupción, infraestructura carcelaria deteriorada, la violencia, uso indiscriminado de la prisión preventiva, entre otros. En definitiva, mientras se trate de solucionar el problema carcelario desde un enfoque de seguridad y control, no se logrará resultados positivos; más bien al contrario, la crisis requiere una visión global que abarque la seguridad, el control y la rehabilitación.

Palabras clave: Sistema penitenciario, hacinamiento, prisión preventiva, infraestructura, corrupción

ABSTRACT

The prison crisis in Ecuador encourages a reflection that contrasts the criteria of penitentiary experts and the prison problems that the country is currently experiencing; It starts from a theoretical and empirical account. Thus, even though the prison system is backed by international and national standards that guarantee fundamental rights, the treatment of those deprived of liberty and the actions of the prison administration, this has not been enough, since without the political will of the prisoners. governments of the day will not see crystallization of resocialization. In short, the narrative of this investigation shows the constant violation of the fundamental rights of inmates, especially the attack on dignity as the main attribute of the human being. It is a qualitative investigation, whose technique used is documentary observation; In other words, it has started from the analysis of reports of the visits of the Ombudsman's Office to the different national rehabilitation centers, reports from the media and international judgments that have served as a precedent.

The main problems that deepen the prison crisis are overcrowding, corruption, deteriorated prison infrastructure, violence, indiscriminate use of pretrial detention, among others. In short, while trying to solve the prison problem from a security and control approach, positive results will not be achieved; On the contrary, the crisis requires a global vision that encompasses security, control, and rehabilitation.

Keywords: The prison system, overcrowding, pretrial detention, infrastructure, corruption

*Janeth Patricia González Malla, <https://orcid.org/0000-0002-3635-4359>

**Henry Antonio Armijos Campoverde, <https://orcid.org/0000-0003-0888-6013>



INTRODUCCIÓN

La crisis penitenciaria en Ecuador amerita hoy una reflexión teórica y de observación documental del problema carcelario para visibilizar su estado y las falencias que han detonado la declaratoria de emergencia por parte del poder ejecutivo.

En este estudio se hace aportaciones importantes sobre el problema carcelario y las consecuencias devastadoras para los reclusos y los derechos fundamentales e inalienables que conservan. El hacinamiento, el incremento de las penas y la criminalización de nuevas conductas, las condiciones precarias de vida, la violencia, la corrupción y la falta de personal capacitado ha sido la constante desde los orígenes de la historia de las prisiones, lo cual muestra una forma de proceder anacrónica, anclada en tiempos y usos pasados, según muestran los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos en esta investigación.

Con el ánimo de restablecer el orden y garantizar la protección de los derechos fundamentales, el gobierno ecuatoriano, de forma equívoca a nuestro parecer, ha declarado el estado de excepción en el sistema penitenciario debido a la ola de violencia y protestas de los reclusos. El problema ha tenido que llegar a extremos impensables para que el Estado atienda de forma emergente las necesidades del sistema. Se ha mitigado en mínima parte el problema con el incremento de personal de seguridad, la presión a la administración de justicia para dar agilidad al despacho de los procesos relacionados con la prisión preventiva y los beneficios penitenciarios.

Esta situación caótica por la que atraviesa el sistema penitenciario ecuatoriano ha llamado la atención no solo a nivel nacional sino inclusive a nivel mundial y ha sido la oportunidad para hacer una revisión contrastada entre lo teórico y lo empírico a fin de obtener conclusiones y plantear posibles soluciones al problema.

La esencia de esta investigación se centra en el análisis de los informes del año 2018 y 2019 presentados por la Defensoría del Pueblo sobre la visita a veintiséis centros penitenciarios, los reportajes y las entrevistas realizadas por los medios de comunicación a funcionarios penitenciarios. Así, a pesar de los esfuerzos realizados por el Estado ecuatoriano, el problema sigue latente y las condiciones de vida de los internos son deplorables, con las consecuencias que ello implica tanto a nivel personal como social, debido al fracaso de la rehabilitación y la inseguridad incrementada por el crecimiento de la delincuencia, motines, peleas intestinas y un sinnúmero de situaciones intolerables.

MÉTODOS

El enfoque cualitativo de esta investigación ha permitido hacer un análisis multidisciplinar del problema carcelario en Ecuador, con un matiz sociológico y hermenéutico. Se trata de demostrar que la crisis en el sistema penitenciario desencadena una vulneración sistemática de los derechos de los reclusos, considerando que, aunque estos hayan delinquirido, conservan su dignidad inalienable como seres humanos; por tanto, el Estado debe abordar el problema con una política criminal que integre la seguridad, el control y lo más importante: la rehabilitación para devolver a la sociedad un individuo reeducado que esté en condiciones de empezar una nueva vida.

Bajo esta perspectiva, la observación documental se centra en el análisis de los informes de la Defensoría del Pueblo sobre las visitas realizadas a los diferentes Centros de rehabilitación social durante los

años 2018 y 2019, el análisis de sentencias en casos llevados a la Corte Interamericana de Derechos Humanos-Corte IDH, como es el caso Chaparro Álvarez y Lapo Iñiguez vs. Ecuador, pronunciamientos de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos-CIDH y de reportajes de los medios de comunicación locales durante los últimos tres años; todo ello se acompaña con el apoyo teórico de expertos en el manejo del derecho penitenciario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La crisis penitenciaria en Ecuador

El problema carcelario es un fenómeno global e histórico que se arrastra desde que se adoptó la privación de la libertad como pena en la inmensa mayoría de los sistemas legales y penales. Esto se ve reflejado en la obra "El estado de las prisiones en Inglaterra y Gales" de John Howard, principal precursor del Derecho penitenciario, que pone en evidencia las condiciones infrahumanas de vida de los prisioneros y de la infraestructura deplorable de las prisiones de su época. En muchos sentidos, poco ha cambiado desde entonces.

De este modo, Ecuador no se ha quedado aislado de esos escenarios, a tal punto que la crisis del año 2021 ha desbordado los límites de violencia, hacinamiento y condiciones deplorables de vida de los reclusos, situación que en las últimas décadas ha obligado al gobierno ecuatoriano a declarar en emergencia el Sistema de Rehabilitación Social, concretamente en los años 2007, 2010, 2019, 2020 y 2021. En consecuencia, se han visto vulnerados de forma sistemática los derechos de los reclusos; principalmente, el derecho a la vida, a la integridad, a la intimidad, a la salud, negando así toda oportunidad de resocialización como se observará en el presente artículo.

De conformidad con la Constitución de la República (2008, Art.51), las personas privadas de libertad gozan de derechos fundamentales específicos, como: la prohibición del aislamiento como sanción disciplinaria; derecho a la comunicación y visitas de familiares y profesionales del derecho; declarar ante una autoridad judicial sobre el trato recibido durante su estancia en prisión; asistencia de salud; atención de las necesidades educativas, laborales, productivas culturales, alimenticias y recreativas; así como una atención preferente y especializada para mujeres embarazadas, en período de lactancia, adolescentes, y personas adultas mayores, enfermas o con discapacidad; asimismo, debe existir protección para niñas, niños, adolescentes, personas con discapacidad y personas adultas mayores bajo la custodia del Estado.

Sin embargo, la crisis carcelaria ha estado marcada por una problemática recurrente que gira en torno al: hacinamiento; endurecimiento de las penas e incremento de conductas delictivas; deterioro de la infraestructura; violencia; corrupción; falta de personal capacitado; deficiente prestación de servicios básicos; y, finalmente, limitada o nula separación entre personas en estado de prisión preventiva y sentenciados o por niveles de seguridad.

El problema empieza con la sobrepoblación que para el año 2019 estuvo alrededor de un 40.42% a nivel nacional (40.096 PPL) tomando en cuenta que la capacidad instalada es para 28.554. A junio del 2021, el porcentaje se encuentra en un declarado 28.41% (Defensoría del Pueblo, 2019 - 2021), si bien todo indica que es mayor.

Consecuentemente, del hacinamiento devienen otros problemas:

insuficientes celdas, camas, colchones, vestimenta, kits de aseo, alimentación, etc.; por lo tanto, no ha sido nada raro observar personas durmiendo en los pasillos, debajo de las camas de otros reclusos, compartiendo celda alrededor de ocho, diez, quince internos, durmiendo en cartones, en camas improvisadas, sobre los espacios de los sanitarios, en hamacas, etc. En este escenario, podríamos decir que se trata de un anacronismo subsumido en el criterio de Melosi y Pavarini (2010) que se refieren a las prisiones como “zoológicos con jaulas” que exhiben todas las “especies criminales”, en donde se observa la “monstruosidad social”. Lo curioso del caso es que la mayoría de los zoológicos actuales cuentan con mejores condiciones que las descritas para los animales que exhiben.

Al respecto, Cerezo Domínguez (2007, 20) destaca que el hacinamiento incide en la destrucción de la personalidad y en la salud. Los contagios de múltiples enfermedades virales e infecciones; por un lado, y por otro, las alteraciones sensoriales empiezan afectando a los sentidos, especialmente la visión con la denominada “ceguera de prisión”; asimismo, hay afectación en la audición, que se debe a la escasez de ruidos contrastados. En cambio, la salud mental se afecta por el estado permanente de ansiedad, depresión y angustia, la ausencia de expectativas de futuro, la pérdida de contacto con el exterior, etc. lo que se conoce como “efecto de prisionización”.

La Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) ha enfatizado que “la falta de espacios puede generar una serie de problemas al interior de las prisiones vinculadas a la higiene, violencia, falta de protección, aumento de la subcultura carcelaria y disminución de la calidad de los servicios” (Corte IDH 2018).

La solución que ha encontrado el Estado ecuatoriano para aplacar los niveles de hacinamiento es la construcción de nueva infraestructura; así, se construyeron tres centros regionales que entraron en funcionamiento a partir del 2014 con una capacidad para 12.261 PPL. Sin embargo, ante el crecimiento de la población carcelaria esta política resultó insuficiente. En este hilo de ideas, se deduce que el hacinamiento se ha producido principalmente por el uso indiscriminado de la prisión preventiva y del endurecimiento de las penas.

Según la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), “la prisión preventiva tiene un carácter estrictamente excepcional, y su aplicación se debe adecuar a los principios de legalidad, presunción de inocencia, razonabilidad, necesidad y proporcionalidad” (CIDH, 2013: 119). No obstante, su uso indiscriminado la ha convertido en una pena anticipada, pese a que la normativa internacional, constitucional y penal la contemplan como medida de última ratio.

En el año 2017, la prisión preventiva representó el 69.2% de la población en espera de juicio y sólo al 30.8% se le aplicó otras medidas cautelares. (Defensoría del Pueblo, 2018, 49) Sin embargo, en el año 2019 del total de privados de libertad, un 60% tienen sentencia condenatoria y el otro 40% está a la espera de su juicio, según la Defensoría del Pueblo (I Congreso Internacional de Derecho Penal y Rehabilitación Social, 2020).

En todo caso, la prisión preventiva está limitada por el principio de inocencia, proporcionalidad y necesidad; así lo ha reiterado la Corte IDH en algunos casos que ha resuelto, como el de Acosta Calderón, Tibi y López Álvarez; por lo tanto, su aplicación debe enmarcarse en la ley, pues las consecuencias para un inocente son traumáticas, nocivas y estigmatizadoras.

En la secuencia de problemas que rodean al sistema penitenciario está

el endurecimiento de las penas con la influencia de la “tolerancia cero” importada de USA. El poder político, con el afán demagógico de ganar votos para reelegirse, ha reformado la ley penal a pedir de bocas y a gusto de unos y de otros, como se evidencia en este análisis. Para muestra, basta observar que en el COIP (2014) se incrementó la pena y un sinnúmero de tipos penales. Por citar unos ejemplos: en el delito de asesinato, la pena era de dieciséis a veinticinco años; ahora va de veintidós a veintiséis; en el delito de robo la pena iba de tres a seis años y ahora, de cinco a siete años. En cuanto a la acumulación de penas, en el COIP (2014, Art.55) se estipula hasta cuarenta años, mientras que, en el anterior Código Penal (2011, Art.81) se establecía hasta treinta y cinco años.

La Corte IDH y la CIDH (de la cual forma parte el Ecuador) han criticado el uso excesivo del recurso cárcel como estrategia que los Estados en América Latina han diseñado para hacer frente a la crisis de inseguridad, en relación sobre todo a delitos contra la propiedad, delitos sexuales, de tránsito y droga, creyendo erróneamente que la crisis actual o las anteriores se deben al insuficiente rigor de la sanción penal.

Este enfoque neo retribucionista se esmera por tipificar sanciones endurecidas, pese a lo difícil de comprobar su eficacia. El afán equivocado de introducir una mayor rigurosidad penal, trasciende también en el funcionamiento del sistema penitenciario. Esto nos hace pensar que la delincuencia y sus efectos se toman como un elemento más de la actividad política. Y aunque la inseguridad ciudadana y las políticas penitenciarias sean una legítima preocupación social, “se convierten en un populismo más orientado a la pasión y la emotividad que al análisis racional y científico de la justicia penal” (Mata y Martín 2016).

Lo cierto es que la rigurosidad de la pena y la creciente criminalización de conductas es una tendencia en América Latina, y lo propio sucede con Ecuador, pues siempre se ha justificado una necesidad apremiante de perseguir el delito con sanciones rigurosas, bajo el criterio de “prevención general” (COIP 2014, Art. 52).

Beccaria (2015, 17) ya lo predijo en su época, al mencionar que:

“a medida que se moderen las penas, que se supriman la sordidez y el hambre de las cárceles, que la compasión y la humanidad traspongan las puertas con cerrojos e inspiren a los inexorables y empedernidos ministros de la justicia, las leyes podrán contentarse con indicios cada vez más débiles para capturar”.

Por lo tanto, el endurecimiento de las penas y la criminalización se contraponen a las porciones mínimas del derecho a castigar del Estado otorgado a través del contrato social. El incremento de las penas no es eficaz; al contrario, lo único que se ha conseguido, según los expertos, es el contagio moral, la reincidencia y el resentimiento del delincuente.

“... contrario a las virtudes benéficas, que son el efecto de una razón ilustrada que prefiere mandar a hombres felices antes que conducir un rebaño de esclavos en el cual se haga circular perpetuamente una corriente de temor y crueldad, sino que lo sería también contra la justicia y la naturaleza misma del contrato social.” (Beccaria 2014)

Hulsman (2007) decía que “si tienen que haber cárceles, las condenas nunca deberían superar los cinco años”, pues el tiempo de encarcelamiento no garantiza la rehabilitación; al contrario, los resultados observados son de una persona enferma y empedernida, mañosa y curtida.

Otro problema carcelario acentuado es el deterioro de la infraestructura carcelaria preexistente, lo cual le ha añadido más padecimientos al encierro, por las condiciones de insalubridad en las que se encuentran las edificaciones. Al respecto, las primeras voces críticas contra las prisiones pusieron su acento en el aspecto físico. Así, Becaría decía “que se quiten de ellas la suciedad, el hambre y que la compasión y la humanidad penetren las puertas de hierro” (2014).

Las prisiones son lugares cerrados que incrementan el riesgo de contagio criminal y de enfermedades, aparición de patologías, con más frecuencia que en la vida en libertad. De aquí la importancia de que la infraestructura ofrezca un ambiente digno para los reclusos, con celdas adecuadas, espacios limpios, alimentación nutritiva, bibliotecas, talleres debidamente implementados, con suficiente ventilación e iluminación y con los servicios básicos necesarios. Este elemento ha cobrado especial relevancia en el tiempo actual, marcado por la pandemia del COVID-19.

Sin embargo, los centros penitenciarios ecuatorianos presentan serias deficiencias a este respecto y ha sido uno de los factores incidentes en la declaratoria del estado de excepción. Las falencias se observan en el análisis a los informes de las visitas realizadas por la Defensoría del Pueblo a veintiséis centros penitenciarios durante el 2018 y 2019:

1. Las condiciones generales de la infraestructura en dieciséis centros presenta: fugas de agua, malos olores; humedad; falta de mallas antimosquitos; cabinas telefónicas no funcionales para la comunicación con el exterior; los artículos de limpieza sólo se proporcionan una vez al año; las instalaciones eléctricas son artesanales y precarias; las paredes están despintadas o enmohecidas; los desagües y alcantarillados taponados; existen plagas de cucarachas, mosquitos, ratas y hormigas; techos y enlucidos desprendidos; no existen extintores ni señalética; las condiciones higiénicas y de limpieza en su mayoría son regulares y en muchos casos malas, por la falta de agua (Defensoría del Pueblo, 2019).
2. El abastecimiento de agua, en el 32.36% de los centros, se ofrece por horas, determinados días de la semana o cada quince días. El 53.85% se abastece con tanqueros y almacenan el agua en reservorios o en recipientes. En otros casos, el agua no tiene suficiente presión para llegar a todos los pisos de los edificios. El 15% no posee el servicio de agua potable y se abastece de agua entubada no apta para el consumo humano. En otros casos, los PPL compran el agua en el economato o sus familiares se encargan de la dotación (Defensoría del Pueblo, 2019).
3. La ventilación natural o artificial es insuficiente en el 69.23% de centros, lo que trae como consecuencia los malos olores provocados por la basura, las aguas servidas, alcantarillas abiertas y la humedad. No hay aire acondicionado en los centros de la costa y oriente; ni calefacción en los centros de la sierra (Defensoría del Pueblo, 2019).
4. La iluminación natural es escasa por las ventanas reducidas debido al hermetismo en las instalaciones, construidas atendiendo exclusivamente a cuestiones de seguridad (Defensoría del Pueblo, 2019).
5. Para la higiene personal sólo en cinco de los veintiséis centros se provee de kits de aseo; por lo general, estos kits los compran los mismos internos o sus familiares (Defensoría del Pueblo, 2019).

6. Los sanitarios o servicios higiénicos son limitados en proporción a la población carcelaria, en veintitrés de los centros. En otros casos, están taponados, o no hay suficiente presión de agua para su limpieza. En las edificaciones antiguas, los sanitarios son comunitarios (Defensoría del Pueblo, 2019).
7. Las duchas y lavamanos no pueden ser utilizados en veintiún centros por la escasez o poca presión del agua. En otros centros son comunitarios o en su defecto, están instalados en la parte exterior de los edificios, sin protección para salvaguardar la intimidad; en ciertos casos se utilizan mangueras improvisadas para ducharse (Defensoría del Pueblo, 2019).
8. El 46.15% de los centros posee celdas de aislamiento, denominadas con el eufemismo “celda de reflexión”, utilizadas para las sanciones disciplinarias. Estos espacios son oscuros, sin agua, sin ventilación ni iluminación; no tienen colchones ni cobijas; en ciertos casos, los sanitarios de dichas celdas están en la parte exterior; asimismo, en ocasiones, los internos orinan en recipientes que tienen al interior de las celdas; en general, donde hay sanitarios éstos se encuentran dañados, fuera de uso, convirtiéndose en un foco de infección (Defensoría del Pueblo, 2019).
9. Las áreas comunes como lavandería, patio, comedor, cocina, canchas de fútbol, área educativa y biblioteca tienen deficiencias por la falta de agua; falta de higiene, inseguridad, falta de techo, inundaciones sobre todo en la costa, maleza, falta de ventilación, entre otros.

La CIDH en el 2011, en su visita a los Centros penitenciarios latinoamericanos, entre ellos los ecuatorianos, observa que la infraestructura carcelaria sigue siendo deplorable y no apta para el alojamiento de seres humanos. En su informe dice “eran espacios oscuros, húmedos, fríos, insalubres, llenos de basura, sin entradas adecuadas de aire y luz natural, en los que las aguas negras salían de los desagües a los pisos y las celdas, lo que además de ser antihigiénico, generaba una atmósfera densa de olores nauseabundos” (CIDH, 2011: 168).

Pese a que dichas condiciones le han costado al Estado ecuatoriano fuertes sanciones de la Corte IDH en reiteradas ocasiones, no se han observado mejoras en el mantenimiento de su infraestructura. Esto se observa en el caso Chaparro Álvarez y Lapo Íñiguez Vs. Ecuador respecto de la Penitenciaría del Litoral donde se ha hecho énfasis en la obligación del Estado de garantizar condiciones que respeten los derechos fundamentales y una vida digna de los PPL. (Corte IDH, 2017: 39)

En ese ambiente físico carcelario insalubre, resulta muy difícil generar actitudes de respeto hacia los demás y hacia la sociedad, pues en realidad la prisión trae efectos contrarios a los pretendidos por el derecho penal, contribuyendo de esta manera a perfeccionar la carrera delictiva. En este contexto, puede parecer ilusorio esperar algún cambio de actitud o resultado positivo. En consecuencia, el ambiente físico en que vive el recluso se convierte en una forma de violencia con lo que resulta que la prisión acaba siendo una institución altamente despersonalizadora, alienante, desocializadora y estigmatizadora (Gallegos 2010, 88).

El mantenimiento de la infraestructura debe ser una práctica de vital importancia. Para ello, el Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR) propone: 1. limpieza de todos los espacios; 2. tratamiento de los residuos; 3. limpieza del patio y los desagües; 4. identificación y reparación de las

instalaciones y equipos dañados, puertas, ventanas, retretes y desagües; 5. un mantenimiento básico periódico de techos y canaletas, cambio de aceite y filtros de generador; revisión y limpieza de los paneles eléctricos de control; reparaciones de albañilería; tratamiento de las piezas metálicas con pintura antióxido; reparación emergente del sistema de agua, saneamiento, electricidad, fontanería y otros (CICR, 2013, 73).

Ahora, al hablar de violencia intracarcelaria, lastimosamente cabe señalar que esta se perfecciona en un ambiente de sobrepoblación, dinámica de agresión entre internos, tortura, tratos crueles, falta de clasificación, etc. lo cual pone en grave peligro la integridad personal y genera dinámicas erróneas como una forma de salvaguardar la vida de los reclusos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la violencia se concibe como:

El uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones. (OMS 2010)

Por otro lado, al referirse a la violencia carcelaria, García (2010, s/p) dice que “violencia y prisión en nuestros días son términos inseparables, al igual que han sido a lo largo de su historia”. De este modo, la violencia está institucionalizada y se da por los niveles de corrupción, la ineficacia o la falta de reglamentación disciplinaria, cuyo resultado se observa en hechos concretos como: heridos, golpeados y muertes violentas.

Michaud (1978, s/p), al referirse a la violencia carcelaria, dice: “... es un fenómeno complejo por las múltiples situaciones que cruzan la vida cotidiana en los penales involucrando así una combinación de factores de orden externo e interno, estructural y subjetivo”; en fin, la violencia se vuelve parte de la vida cotidiana de los internos como medio de supervivencia.

En este ambiente, la principal causa de muerte de los reos es la violencia; los reportes de prensa indican cuarenta y nueve asesinatos entre enero y mayo del 2019 (Teleamazonas 2019); mientras que en agosto del 2020 se registraron once muertes, en septiembre 2021, ciento dieciocho asesinados por enfrentamiento armado entre bandas que buscan el dominio al interior de la Penitenciaría del litoral (El Comercio, 2021); sólo en febrero de 2021 setenta y nueve reos fueron asesinados y en julio de 2021 alrededor de 22 muertos (Política, Mundo, 2021). La extrema violencia se observa en mutilaciones, decapitaciones, incineraciones y otros actos de barbarie, que han infligido dolor, agonía y sufrimiento prolongado.

La conformación de bandas que luchan por ganar o conservar el poder en el interior de las cárceles también se considera como un detonante de la violencia. En junio 2019 lo confirmó el Viceministro del Interior ante la Comisión de Relaciones Internacionales diciendo que “los hechos de violencia registrados responden al crecimiento de las economías criminales, intensificación de las organizaciones criminales transnacionales de policriminalidad y el afán por conseguir espacios de poder.” (TeleSUR tv, 2019)

La violencia no solo se produce entre reos, sino también a nivel de funcionarios penitenciarios en contra de los reclusos, tal como se aprecia en el caso Tibi Vs. Ecuador llevado a la Corte Interamericana de Derechos Humanos:

... cuando el señor Daniel Tibi permanecía detenido en la Penitenciaría del Litoral, fue objeto, por parte de los guardias de

la cárcel, de sesiones de violencia física con el fin de obtener su autoinculpación. Durante estas sesiones, la presunta víctima recibió golpes de puño en el cuerpo y en el rostro, quemaduras en las piernas con cigarrillos y descargas eléctricas en los testículos. En una ocasión fue golpeado con un objeto contundente y en otra se le sumergió la cabeza en un tanque de agua. (Corte IDH 2004, 74)

De estos escenarios, se deduce que los reclusos están en condiciones de total abandono social (Trajtenberg y Sánchez 2019, 2), lo que empieza en su círculo social, se replica en los centros penitenciarios y da origen de la situación de violencia, acompañada de la presencia masiva de drogas, armas y demás objetos prohibidos pero que son utilizados con el ánimo de sobrevivir en un ambiente donde el más fuerte es el que tiene el poder.

La corrupción, a decir de García (2010, 294), “es un problema histórico y cultural, es una más de las relaciones de dominación existentes por la desigualdad social vista en la relación de poder, fuerza y dinero”. Ésta se ha convertido en un estilo de vida para quienes le sacan provecho a la circunstancia en los centros penitenciarios, ya sea funcionarios o reclusos.

La corrupción inicia con el abuso del poder de funcionarios penitenciarios a todo nivel y de los propios internos. Los problemas de corrupción se relacionan con: extorsión, chantaje, organizaciones criminales que operan desde el interior de las prisiones con el ingreso de armas, drogas, móviles, etc. En una entrevista realizada por Diario el Norte (2019, s/n) a un Guía Penitenciario, éste afirmó “No apruebo la corrupción de ninguna manera, pero la honestidad no le da de comer a nadie; es triste, pero es la realidad...”.

Asimismo, se negocia con los espacios en celdas, beneficios penitenciarios, traslados; “sobornos para acceder a condiciones mínimas de vida como la seguridad, la alimentación, entre otros” (CIDH 2019). Así, según versiones de funcionarios del sistema, el ingreso de móviles puede costar hasta 4.000,00 USD y para acceder a los beneficios penitenciarios se puede pagar hasta 3.000,00 USD (Bonilla 2019)

En definitiva, la corrupción gira en torno a intereses económicos y de poder, lo cual se convierte en una seria amenaza y vulneración de derechos de las clases económicas menos favorecidas, quienes tienen que sufrir un trato discriminatorio en ese ambiente.

La CIDH por su parte, en función de las visitas realizadas a prisiones latinoamericanas, ha identificado como patrón de corrupción la falta de transparencia en el manejo de los recursos, el tráfico de influencias y el sistema de autogobierno o gobierno compartido entre autoridades penitenciarias e internos, pues, en este escenario, las organizaciones criminales aprovechan su cuota de poder para manipular y controlar a la población carcelaria según sus intereses ligados por lo general, al tráfico de drogas, armas y crimen organizado. (CIDH 2019). No cabe duda que la corrupción termina afectando los derechos de los internos, pues “debilita la gobernabilidad, fomenta la impunidad, socava el Estado de derecho y exacerba la desigualdad”. (CIDH 2019).

Se necesita una reestructuración integral del sistema penitenciario como tal, ofreciendo tanto a la sociedad, como a los PPL modelos de independencia, autonomía y transparencia, cualidades que son imprescindibles para lograr una solución integral y de largo alcance (Moreira 2005). Esta gestión debe estar acompañada de auditorías periódicas, rendición de cuentas y capacitación continua

a funcionarios penitenciarios para la sensibilización en el respeto a los derechos humanos.

Finalmente, para culminar es necesario referirse a la carencia de capital humano especializado para el manejo de la gestión carcelaria. Al respecto, es común observar el sistema penitenciario administrado de forma improvisada por funcionarios colocados a dedo por los gobiernos de turno, atendiendo a favores políticos. A esto se suma el hecho de que, para ejercer las funciones de Agente penitenciario, a lo mucho, se debe ser bachiller, sin requerirse mayor formación académica o requisitos sicotécnicos.

Tampoco se puede dejar de lado que la falta de personal especializado en las ramas de la criminología, sociología, psicología criminal, psiquiatría forense, antropología criminal, médicos especialistas en enfermedades propias de prisión, educadores, etc. ha incidido en la deficiente gestión penitenciaria.

Precisamente, la falta de profesionales especializados es una de las razones que se aducen para haber caminado en tinieblas en el terreno de las prisiones ecuatorianas, cuando lo óptimo es que los administre personal con formación superior en ciencias penitenciarias. Al respecto, la Corte IDH considera que el Estado debe diseñar e implementar programas de capacitación sobre derechos humanos y estándares internacionales en gestión penitenciaria, especialmente policías y agentes penitenciarios (Ventura 2010).

Lamentablemente, el problema carcelario ecuatoriano se lo está abordando sólo desde una perspectiva de seguridad y control, lo que se ha visto reflejado en los estados de excepción con la presencia masiva y puntual de la fuerza pública. El encierro por encierro sólo es castigo y no rehabilita ni soluciona el problema; al contrario, más bien parece que lo agrava. Al respecto, Hulsman (1984) afirma que el sistema penal "tiene efectos contrarios a los que quiere obtener el discurso oficial que pretende la resocialización"; lo único que se ha logrado es el endurecimiento del reo en su relación con el "orden social" con actitudes de odio y agresividad. Esto se ha demostrado científicamente a través de estudios empíricos.

CONCLUSIONES

Al término de la presente investigación, se obtuvo las siguientes conclusiones:

Que la problemática penitenciaria tiene matices como: hacinamiento, violencia, corrupción, endurecimiento de la pena, falta de personal capacitado, condiciones de insalubridad que desmejoran la calidad de vida de los internos; por ende, de ello deviene la vulneración de los derechos fundamentales que asisten a los reclusos.

Que las declaraciones normativas sólo se han convertido en meras declaraciones de buena intención de los que detentan el poder; mientras que se puede apreciar una realidad contradictoria diferente de las aspiraciones ideológicas que han marcado la institucionalización de la privación de libertad.

Que el hacinamiento carcelario es el mayor problema, ya que la capacidad instalada es insuficiente para albergar el número de personas que ingresan a diario, lo que requiere una concientización de la administración de justicia en el ámbito penal.

Que el uso indiscriminado de la prisión preventiva es una de las

causas principales del hacinamiento; acumular personas que no tienen sentencias condenatorias dentro de los centros de rehabilitación solo los satura y ocupa parte de los recursos que deben utilizarse en la rehabilitación.

Que el endurecimiento y acumulación de las penas es de carácter retribucionista y no ha sido eficaz para combatir la delincuencia y contribuir a la seguridad ciudadana; al contrario, queda demostrado que esta medida ha influido de forma negativa en los internos.

Que los centros penitenciarios no cuentan con personal capacitado y profesionales suficientes para cumplir las funciones propias de gestión, seguridad y programas de rehabilitación, en este sentido, la enseñanza a nivel superior de la ciencia penitenciaria se hace exigencia en Ecuador. Que la crisis penitenciaria ha sido abordada por el gobierno de turno, únicamente desde una perspectiva de control y seguridad, sin considerar la visión resocializadora, lo que trae como consecuencia la degeneración antes que la rehabilitación.

Contribución de los autores: La Autora principal ha colaborado con al revisión teórica, metodología y la redacción del artículo. El Autor se ha encargado del resumen, introducción, conclusiones y control de calidad del artículo.

Conflicto de intereses: "Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses".

"Los patrocinadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio, recopilación, análisis o interpretación de datos, redacción del documento, o en la decisión de publicar los resultados".

REFERENCIAS

- Bonilla, M. (2019) "Los alcances de la corrupción en las cárceles de Ecuador". *InSight Crime*. <https://bit.ly/2LyPIhP>
- Beccaria, C. (2014). "De los delitos y de la penas". Editorial Temis. S.A.
- Cerezo, A. y García, E. (2007). "La prisión en España, una perspectiva criminológica." *Estudios de Derecho Penal y Criminología*. Editorial COMARES. Granada.
- Código Orgánico Integral Penal. (2014). Serie Justicia y Derechos Humanos. *Neo constitucionalismo y Sociedad*. Quito, Ecuador.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2011). "Informe sobre los derechos humanos de las personas privadas de libertad en las Américas." *Organización de los Estados Americanos*. <https://bit.ly/2M0frKo>
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2013). "Informe sobre el uso de la prisión preventiva en las Américas." *Organización de los Estados Americanos*. <https://bit.ly/2LxpLK1>
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2019). "Corrupción y derechos humanos." *Organización de los Estados Americanos*. <https://bit.ly/38TTvzT>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2004). "Apartado de Observaciones." México. <https://bit.ly/3nTmO3I>
- Comité Internacional de la Cruz Roja. (2013). "Agua, saneamiento, higiene y hábitat en las cárceles." *Guía complementaria*. <https://bit.ly/3imWWM5>
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Registro Oficial No. 449, de 20 de Octubre de 2008.
- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2007). "Caso Chaparro Álvarez y Lapo Íñiguez vs. Ecuador." <https://bit.ly/2XOXvoC>

- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2007). "Caso Tibi vs. Ecuador." <https://bit.ly/3iuFMMQ>
- Defensoría del Pueblo. (2018). "Resumen Ejecutivo sobre los principales hallazgos durante las visitas a los lugares de privación de libertad 2013-2017." *Mecanismo Nacional de Prevención de la tortura, tratos crueles, inhumanos o degradantes*. <https://bit.ly/3nSUcHI>
- Defensoría del Pueblo. (2018). "Informes de visitas a Centros de Rehabilitación Social." *Mecanismo Nacional de Prevención de la tortura, tratos crueles, inhumanos o degradantes*. <https://bit.ly/2LxJRV>
- Defensoría del Pueblo. (2018). "Informe temático sobre la prisión preventiva desde la prevención de la tortura y otros malos tratos en el Ecuador." <https://bit.ly/3itlhij>
- Defensoría del Pueblo. (2019). "Informe anual 2019." *Mecanismo Nacional de Prevención de la tortura, tratos crueles, inhumanos o degradantes*. <https://bit.ly/3iqblYa>
- Diario El Norte. (2019). "Agentes de seguridad penitenciaria viven al extremo a diario." <https://bit.ly/3sHjdt5>
- García, G. (2010). "Historia de la pena y Sistema penitenciario mexicano." *Editorial Porrúa*. eLibro
- Hulsman, L. (2007). "Abolicionismo penal y deslegitimación del sistema carcelario." *Conferencia en el marco del Programa UBA XXII. Universidad en la cárcel. En el Centro Universitario de Devoto*. Buenos Aires. <https://bit.ly/3jLL9H3>
- MacKenzie. (1989). "Long-term incarceration of female offenders: prison adjustment and coping." *Criminal Justice and Behaviour*, Vol. 16, No. 2. pp. 223-238
- Mata y Martín, R. (2016). *Fundamentos del sistema penitenciario. Tecnos, Oporto, Portugal*.
- Melosi, D. y Pavarini, M. (2010). "Cárcel y fábrica. Los orígenes del sistema penitenciario (siglos XVI-XIX)". México: Siglo veintiuno editores.
- Michaud, Y. (1978), Paris, p.20, nota 16
- Moreira, M. (2005). "Algunas causas del fenómeno penitenciario ecuatoriano." *DerechoEcuador*. <https://bit.ly/2XOWdtJ>
- Organización Mundial de la Salud. (2010). "Traumatismos y violencia." <https://cutt.ly/XjU6MmY>
- Teleamazonas Ecuador. (2019). "Autoridades reconocen limitaciones en el sistema penitenciario." <https://cutt.ly/7jlqY4Z>
- TeleSUR tv. (2019). "Ecuador: persiste violencia en centros penitenciarios del país." <https://cutt.ly/jjlqOch>
- Trajtenberg, N. y Sánchez, O. (2019). "Violencia en instituciones penitenciarias. Definición, medición y explicación del fenómeno." *Revista de Ciencias Sociales*. DS-FCS, vol. 32, No.45. DOI: <http://dx.doi.org/10.26489/rvs.v32i45.6>.
- Ventura, M. (2010). "Jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en Materia Carcelaria." *Memorias del III Simposio Internacional Penitenciario y de Derechos Humanos. Universidad de San Buenaventura*. <https://cutt.ly/qjlqVLE>

Entrevistas:

- Diario El Comercio. (2018). "Situación del sistema penitenciario y los ciudadanos venezolanos en Ecuador." *Entrevista a Ernesto Pazmiño, Defensor Público Nacional*. <https://bit.ly/2KmxIAW>
- Fm Mundo Live. (2019). "Presupuesto para la seguridad carcelaria 2020." *Entrevista a Edmundo Moncayo, Director General del Servicio de Atención Integral a personas adultas privadas de la libertad y adolescentes infractores*. <https://bit.ly/2LUfOpH>
- Teleamazonas Ecuador. (2019). "La situación del sistema carcelario." *Entrevista a Edmundo Moncayo, Director General del Servicio de Atención Integral a personas adultas privadas de la libertad y adolescentes infractores*. <https://cutt.ly/cjlqTJz>

EL JUEGO COMO HERRAMIENTA GENERADORA DE BIENESTAR PARA NIÑOS HOSPITALIZADOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Érika Estefanía Yáñez Ortiz^{1*}

¹Programa de Doctorado en Psicología, Universidad de Salamanca, España

*Autor para correspondencia: erikayanezortiz@usal.es

Recibido: 2021/08/03

Aprobado: 2021/10/05

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.729>

RESUMEN

La hospitalización es una fuente de tensiones y conflictos para el niño, generando ansiedad, miedo y/o dolor. El juego, además de ser un derecho, es esencial para el desarrollo de las áreas cognitivas, afectivas, emocionales y de socialización, siendo clave para la concepción de una atención pediátrica integral. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del juego en niños hospitalizados. Métodos: Se realizó una revisión sistemática. La búsqueda se realizó en *PsycInfo*, *Scopus*, *Medline* y *Behavioral Sciences Collection*. La ecuación de búsqueda fue "hospitalized children" or "pediatric patients" and "play intervention". La búsqueda se realizó en enero de 2021. Resultados: n = 41 estudios fueron incluidos en la revisión. Los estudios revelan que la aplicación del juego en niños hospitalizados disminuye el dolor postoperatorio, mejora el comportamiento y reduce la ansiedad durante la estancia hospitalaria. Conclusiones: el uso del juego tiene un impacto beneficioso en el cuidado de los niños hospitalizados y se sugiere sea implementado en unidades pediátricas.

Palabras clave: Juego, hospitalización, pediatría

ABSTRACT

Hospitalization is a source of tension and conflict for the child, causing anxiety, fear, and/or pain. In addition to the fact that play is a right, it is essential for the development of cognitive, affective, emotional, and socialization areas, being key to comprehensive pediatric care. This study sought to analyze the effects of play in hospitalized children. Methods: A systematic review was made. The search was carried out in *PsycInfo*, *Scopus*, *Medline*, and *Behavioral Sciences Collection*. The search terms were "hospitalized children" or "pediatric patients" and "play intervention". The search was held in January 2021. Results: (n = 41) studies were included in the review. Studies reveal that the involvement in play activities for hospitalized children reduces postoperative pain, improves behavior, and reduces anxiety during the hospital stay. Conclusions: Playing has a beneficial impact on the care of hospitalized children and is recommended to be implemented in pediatric units.

Keywords: Play; hospitalization; pediatrics



INTRODUCCIÓN

La hospitalización infantil es un evento estresante, pues el niño debe integrarse a un sistema ajeno al habitual en los contextos familiar, afectivo, cultural, social y escolar (Doupnik *et al.*, 2017). Por esto, desde hace años se plantea el diseño de unidades pediátricas enfocadas en buscar mayor comodidad y cumplimiento de derechos del niño y su familia (García & De La Barra, 2005).

Las estadísticas muestran que uno de cada cuatro niños presenta alteraciones psicoemocionales por la hospitalización (García & De La Barra, 2005). Atravesar por periodos de estancia hospitalaria es desafortunadamente común, y frecuentemente, está ligado a experiencias médicas desagradables, invasivas y dolorosas (Stenman *et al.*, 2019); estos eventos suelen generar estrés traumático médico pediátrico que refiere una serie de reacciones de los niños y los padres al dolor, los procedimientos médicos y las experiencias de tratamiento atemorizantes (National Child Traumatic Stress Network, 2003). La ansiedad por la hospitalización se expresa a través de comportamientos regresivos, agresión, falta de cooperación, retraimiento, dificultad para recuperarse y disminución de la comunicación y actividad (Delvecchio *et al.*, 2019). Además, el niño ansioso tiene una mayor respuesta simpática al estímulo de dolor reduciendo los umbrales del mismo y experimentando mayor displacer (He *et al.*, 2015).

Aliviar el dolor de los niños es un aspecto esencial de la atención pediátrica, además de ser un derecho; por ello, los hospitales están obligados a tomar el dolor con seriedad, e intervenir en su control o erradicación por medio de múltiples modelos, incluyendo enfoques de intervención no farmacológicos como el juego (Ullán *et al.*, 2014). Cabe recordar que el juego, el descanso y las actividades recreativas son derechos de los niños (Unicef, 2006). Jugar crea un ambiente que minimiza el estrés y la ansiedad, mejora la confianza, la autoestima, la capacidad de afrontamiento, la creación de vínculos y cooperación con el personal sanitario (Lambert *et al.*, 2014).

El juego facilita el desarrollo de procesos sensoriales, motores y cognitivos, por lo cual los niños enfermos necesitan jugar, tal vez incluso más que los niños sanos (Mohammadi *et al.*, 2017; Stenman *et al.*, 2019). Garantizar que los niños hospitalizados tengan la posibilidad de jugar resulta esencial, pues la imposibilidad de hacerlo a menudo conduce al desarrollo de patrones de comportamiento dependientes, impotencia aprendida y depresión (Weiss *et al.*, 2003). Los niños, al jugar, perciben al hospital como un espacio social: hablar y jugar con otros niños ha sido descrito como lo mejor de su estancia (Lambert *et al.*, 2014); pues desarrollan incluso su propio patrón de juegos, muy distinto al de los niños no hospitalizados (Knutz *et al.*, 2015).

Son varios los tipos de juegos utilizados en el hospital; destacan los juegos médicos, con muñecas, con títeres o marionetas, con payasos, con artes visuales, con música o con juegos digitales (Universidad de Salamanca, 2021). Pero ¿qué beneficios concretos tiene jugar en el hospital? El objetivo de este trabajo es analizar cuáles son los tipos de juego más frecuentemente utilizados y qué beneficios psicosociales generan.

MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA (Figura 1). Para la búsqueda se utilizaron las bases de datos *PsycInfo*, *Scopus*, *Medline* y *Behavioral Sciences Collection*, restringiendo los resultados a publicaciones de la última década (2010-2020). La

búsqueda se realizó en enero del 2021, y la ecuación de búsqueda fue "*hospitalized children*" OR "*pediatric patients*" AND "*play intervention*". Los criterios de inclusión fueron: (1) estudios cuantitativos primarios (investigaciones originales); (2) evaluar los efectos del juego en niños hospitalizados; (3) publicados en inglés y/o español. Mientras que los criterios de exclusión fueron: (1) publicaciones secundarias o terciarias; (2) no incluían la variable juego; (3) la muestra no correspondía a población infantil; (4) no había proceso de hospitalización; (5) artículos en otros idiomas aparte de inglés y español. La selección de los estudios fue realizada por la autora de forma independiente en cuatro etapas: Primero, se leyó el título y el resumen de los estudios; segundo, la lectura del texto completo de los artículos considerados como relevantes; a continuación, se realizó una lectura crítica de los documentos para evaluar e identificar sesgos en la metodología; finalmente, se realizó una búsqueda inversa. Se recogieron las siguientes variables de cada estudio: año de publicación, país donde se realizó el estudio, diseño del estudio, tamaño de la muestra, tipo de juego y resultados principales, mismos que pueden ser encontrados en la Tabla 1. Se realizó un análisis descriptivo de los estudios.

La búsqueda mostró 1254 documentos; 1112 artículos fueron excluidos después de leer el título y el resumen porque eran: duplicados o no tenían relación con el tema del estudio. Después de esta fase, quedaron 142 publicaciones a texto completo, de las que se excluyeron 104 por no cumplir los criterios de inclusión. Por lo tanto, se incluyeron 38 estudios. Tras la búsqueda inversa se añadieron tres artículos. La muestra quedó constituida por $n = 41$ estudios. La población total de los estudios seleccionados fue de $n = 2190$ niños. De los estudios incluidos, la mayoría eran ensayos clínicos aleatorios. En América se llevaron a cabo 16 estudios, en Asia 18, en Europa 6 y Oceanía 1.

Respecto al año de publicación, el 21.95% fueron publicados en 2016, siendo en este el mayor periodo en el cual se publicaron los documentos incluidos en esta revisión. El mayor tamaño de la muestra fue $n = 304$ niños, y el menor fue $n = 3$ niños; en cuanto al sexo de la muestra, predomina el género masculino; todas las intervenciones de juego se añadieron a la rutina de atención habitual como intervención extra.



Figura 1. Proceso de selección de los documentos utilizados en esta revisión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la literatura consultada, por la falta de familiaridad con el entorno, la hospitalización puede provocar en los niños ira, incertidumbre, ansiedad y sentimientos de impotencia (Li *et al.*, 2016). La ansiedad es la respuesta negativa más común e impide que los niños sean eficaces

para hacer frente al tratamiento médico, aumenta su comportamiento poco adaptado hacia los profesionales y los hace más conscientes frente a las señales de dolor (Li *et al.*, 2016; He *et al.*, 2014).

La bibliografía da cuenta que todos los procedimientos médicos provocan un nivel de estrés (Arnon *et al.*, 2018); por ende, reconocer este malestar y responder con compasión es lo idóneo (Al-Yateem & Rossiter, 2017); por esta razón, las instituciones proveedoras de salud optaron por métodos de intervención no farmacológicos enfocados en tratar la problemática psicológica y social generada por el estrés de la experiencia de hospitalización (Lambert *et al.*, 2014; Ullán *et al.*, 2014).

Jugar, un asunto serio

El juego potencia el desarrollo y facilita la adaptación y afrontamiento de situaciones estresantes, facilita la comunicación, la aceptación del tratamiento y promueve el cumplimiento de los derechos de los niños minimizando los traumas, influenciando positivamente en la recuperación (Dantas *et al.*, 2016; Caleffi *et al.*, 2016; Teksoz *et al.*, 2017). Además, reduce las respuestas fisiológicas de tensión emocional, reflejando cambios positivos en la actividad del sistema inmune (Batún-Cutz *et al.*, 2016).

Los juegos utilizados van desde los juegos más tradicionales como el juego con muñecos, hasta juegos que incorporan herramientas tecnológicas (Kapkın, 2020). Se utilizan también intervenciones con elementos de distracción, como caleidoscopios y tarjetas (Aydin & Sahiner, 2017; Karakaya & Gözen, 2016).

La musicoterapia, dibujo, lectura y escritura han resultado también ser eficaces, sobre todo para conocer la opinión de los pacientes ayudándoles a dar sentido a lo que experimentan (Altay *et al.*, 2017). El diseño del juego debe centrarse en factores motivacionales y demográficos (Chin & Tsuei, 2014), pues la capacidad de los niños para hacer frente a lo insatisfactorio depende de su edad y etapa de desarrollo, por lo que evaluar el contexto resulta esencial (Arnon *et al.*, 2018). Es importante tener en cuenta que todos los estudios incluidos en la presente revisión tienen poblaciones con características diferentes, por lo cual, los resultados expuestos son muy diversos; las variables "patología" o "tiempo de estancia en el hospital" son elementos esenciales a considerar pues se relacionan directamente con otros factores ya previamente mencionados, como por ejemplo, el nivel de motivación del niño.

La tecnología para jugar

La tecnología es una herramienta por excelencia: mantiene a los niños ocupados, los distrae de su enfermedad y tratamiento y ayuda a mantener el vínculo con las personas que están fuera (Lima & Santos, 2015; Moerman & Jansens, 2020). También permite obtener información y mantener contacto con la escuela (Nicholas & Chahauver, 2017).

La tecnología, como recurso, mejora el comportamiento de los niños durante procedimientos médicos (Usó *et al.*, 2020); disminuye la presencia de sintomatología depresiva (Li *et al.*, 2011); reduce la intensidad del dolor (Kaheni *et al.*, 2016) y mejora en los procesos de comunicación (Li *et al.*, 2016). Para ciertos grupos, el uso de medios digitales tiene mayor impacto terapéutico que el uso de elementos más tradicionales, siendo la edad de los pacientes la variable a considerar (Logan, *et al.*, 2019). Otra ventaja del uso de dispositivos electrónicos es el nivel de accesibilidad que puede llegar a representar sobre todo para niños con condiciones limitadas de movilidad que no pueden dirigirse a una sala de juegos o interactuar con juguetes.

El uso de juegos de realidad virtual tuvo un gran impacto en cuanto a la motivación para participar en actividades no farmacológicas, esto probablemente debido a la novedad que generan, lo cual abrió la posibilidad a utilizar los contextos virtuales también como herramientas para la intervención psicológica (Flujas-Contreras *et al.*, 2020). En esta categoría, cabe mencionar el estudio de Arnon y colaboradores (2018), que utilizó un video con técnicas de hipnosis para reducir la ansiedad y dolor percibido a partir de la invitación a los pacientes al uso de la imaginación previo al procedimiento médico, obteniendo los resultados esperados.

El uso de muñecos y títeres dentro del hospital

El uso de muñecos para reducir la ansiedad preoperatoria y reducir el dolor después de la intervención es muy usado por su demostrada efectividad (Ullán *et al.*, 2014; He *et al.*, 2014; Coşkuntürk & Gözen, 2018). Dantas y colaboradores (2016) utilizaron títeres para trabajar la resistencia a la colocación de medicación intravenosa obteniendo resultados positivos. Sumado a esto, el juego con muñecos se asocia a una potenciación de la imaginación, la catarsis y otras funciones psicológicas superiores, beneficiando a la salud mental (Santos *et al.*, 2020). El uso de títeres con pacientes pediátricos ayuda a la comunicación respetando su autonomía y minimizando la relación jerárquica adulto-niño (Sposito *et al.*, 2016).

Juego libre y el rol de la música, lectura y escritura en la generación del bienestar

La creatividad mejora las funciones sensoriales y somáticas, convirtiendo a las artes expresivas en herramientas eficaces para acceder, procesar e integrar el material traumático y elaborarlo (Siegel *et al.*, 2016). Dentro de las actividades consideradas como libres, están las técnicas creativas y artísticas, como la música, que puede distraer indirectamente al niño del dolor y reducir su ansiedad (Metzl *et al.*, 2016), generando a su vez otros efectos positivos, como hacer que los niños duerman y tengan un sueño de calidad, mejorando por tanto su estado de ánimo y promoviendo el cumplimiento del derecho al descanso (Anggerainy *et al.*, 2019).

Clark y colaboradores (2019) utilizan el dibujo para analizar los mecanismos que generan los pacientes pediátricos para adaptarse al hospital; a través esta técnica se expresan sensaciones y percepciones que en la comunicación convencional probablemente no podrían exponerse con claridad y genuinidad. El estudio de Tsai y colaboradores (2013) utilizó la narración de historias y los juegos de rol, resultando en disminución de la ansiedad y las emociones negativas previo a procedimientos médicos.

El juego terapéutico dramático

El juego terapéutico dramático es una herramienta enfocada en facilitar la catarsis del niño, mostrando efectividad en la generación de opiniones positivas sobre el entorno y personal hospitalario, en la expresión y disminución del miedo, reducción de la ansiedad e inseguridad sobre el futuro, así como para entender positivamente la necesidad de la hospitalización (Caleffi *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2015).

Médicos payasos y su intervención en el hospital

Los payasos en los programas de cuidado infantil ayudan a reducir eficazmente el estrés de niños y cuidadores (Alparslan & Bozkurt, 2018). El efecto de la risa en el cerebro, disminuye los niveles de cortisol y libera endorfinas, aliviando el dolor y proporcionando sensación de

bienestar; tiene también beneficios sociales en la mejora del vínculo y la comunicación interpersonal (Alcântara *et al.*, 2016). La intervención con payasos ofrece efectos positivos a nivel cognitivo (distracción del procedimiento médico); fisiológico y social (Dionigi, 2017; Ford *et al.*, 2014). La presencia de médicos payasos genera respuestas emocionales positivas evidenciadas en el aumento de la energía, la expresión facial sonriente, mayor participación, reducción de la ansiedad y la necesidad de sedación (Alparslan & Bozkurt, 2018; Alcântara *et al.*, 2016); además de aumentar la sensación de bienestar percibida (Mansson *et al.*, 2013).

El rol de los animales en la generación de bienestar

La terapia asistida con animales (TAA) se ha asociado con beneficios fisiológicos y psicológicos, como la mejora de los indicadores cardiovasculares y de la respuesta al estrés, además de la reducción de los indicadores del estado de ánimo negativo (Barker *et al.*, 2015). Ello sugiere que la interacción con un animal de terapia podría aportar una

sensación de confort y hogar, además de mejorar la satisfacción de los cuidadores con la atención sanitaria (Hinich *et al.*, 2019).

Y si las herramientas de juego funcionan ¿por qué no las utilizamos?

El juego durante la hospitalización infantil aún parece ser un concepto extraño para los profesionales sanitarios, quienes han expresado que jugar no se posiciona como una herramienta de uso frecuente por: temor a exponer a los niños a infecciones, preocupación por la carga de trabajo adicional que podría suponer y, finalmente, la percepción de que incluir este tipo de actividades está fuera de la función sanitaria (Al-Yateem & Rossiter, 2017). Pese a que esta perspectiva se muestra como desalentadora, dar escucha al personal sanitario es el único camino para empoderar la hospitalización desde una perspectiva biopsicosocial, y diseñar políticas y procedimientos para promover o mantener el uso de la atención humanizada (Moss *et al.*, 2019).

Autor, año y país	Muestra	Tipo de estudio	Tipo de Juego	Resultados
Al-Yateem & Rossiter, 2017 Emiratos Árabes Unidos	n = 165 PP E = 4-7	ECA	Juego libre	< ansiedad
Alcântara <i>et al.</i> , 2016 Brasil	n = 41 PP E = 7.6 ± 2.7	Estudio cuantitativo, no controlado, de intervención, transversal	Payasos	< estrés y percepción del dolor durante la intervención
Alparslan & Bozkurt, 2018. Turquía	n = 99 PP/C E = 7-13	Estudio descriptivo y experimental	Payasos	< ansiedad y depresión en PP. No eficaz para C
Altay <i>et al.</i> , 2017 Turquía	n = 30 PP E = 12.56 ± 2.67 Dx: cáncer	Estudio de diseño cuasi-experimental	Dibujo y escritura.	< ansiedad
Anggerainy <i>et al.</i> , 2019 Indonesia.	n = 31 PP E = 2.71 ± 3.07	ECA	Música y cuentos	< alteraciones del sueño
Arnon <i>et al.</i> , 2018. Israel.	n = 30 PP E = 7 ± 4.1 Dx: testículos no descendidos o hernia umbilical/inguinal	ECA	Vídeo animado basado en la hipnosis	< ansiedad y dolor antes y después de la cirugía
Aydin & Sahiner, 2017 Turquía	n= 200 PP E = 9.01 ± 2.35 P flebotomía	Estudio prospectivo controlado y aleatorio	Tarjetas de distracción (TD) y música	< percepción del dolor y la ansiedad (no significativo)
Barker <i>et al.</i> , 2015. Estados Unidos.	n = 40 PP E = 11.83	ECA	Animales	La TAA no disminuye la ansiedad y el dolor en los PP. Existe una fuerte cercanía emocional entre los PP y sus perros mascota; el estilo de apego puede ser una variable moderadora
Batún-Cutz <i>et al.</i> , 2016. México.	G1- n = 27 PP E = 10.21 ± 2.52 G2 - n = 20 PP E = 9.85 ± 2.96	ECA	Juego libre e inteligencia emocional	El juego libre reduce el AN. La IE reduce el AN y aumenta el AP
Caleffi <i>et al.</i> , 2016. Brasil.	n = 5 PP E = 5	Estudio descriptivo y cualitativo	JTD	< opiniones negativas y miedo sobre el entorno hospitalario, PS. Ayuda a entender la necesidad de hospitalización
Chin & Tsuei, 2014. Taiwan.	n = 3 PP E = 8 Dx: cáncer	-	Digital	> motivación para el aprendizaje y las actividades psicosociales
Clark <i>et al.</i> , 2019. Estados Unidos.	n = 40 PP E = 6-17 Dx: UCIP	Estudio prospectivo monocéntrico	Dibujos y narraciones explicativas.	Los mejor de la UCIP es: PS (25%), los dispositivos de entretenimiento (15%), la comida (13%). Lo peor: MIV (25%), alarmas (10%), malestar físico (10%)

Autor, año y país	Muestra	Tipo de estudio	Tipo de Juego	Resultados
Coşkuntürk & Gözen, 2018. Turquía	N= 43 PP/C E = 6-12 P: intervenciones quirúrgicas	ECA	Oso de peluche.	< ansiedad de PP y C durante el postoperatorio
Dantas <i>et al.</i> , 2016. Brasil	n = 9 PP/C E = 4-8 P: MIV	ECA	Muñecos.	> comportamiento positivo
Dionigi <i>et al.</i> , 2014. Italia	n = 77 PP/ 119 C E = 2-12 P: Cirugía otorrinolaringológica.	ECA	Payasos.	< ansiedad preoperatoria y >adaptación en PP. C mismo nivel de ansiedad
Flujas-Contreras <i>et al.</i> , 2020. España	n = 19 PP E = 12.5 ± 3.13 Dx: enfermedad física crónica	ECA	Juego de realidad virtual (RV).	>eficacia percibida, funcionalidad, aceptabilidad y beneficios motivacionales que el tratamiento tradicional
Fonseca <i>et al.</i> , 2015. Brasil	n = 5 PP E = 3-6 Dx: Cáncer	Estudio descriptivo, cualitativo, fenomenológico	JTD.	< miedo, ansiedad e inseguridad ante el futuro
Ford <i>et al.</i> , 2014 Australia	n = 17 PP/C E = 5-14	Estudio descriptivo cualitativo	Payasos.	> bienestar antes y después de la intervención
Ghabeli <i>et al.</i> , 2014. Irán	n= 60 E= 3-8 P: cirugía de oído, nariz y garganta	Estudio cuasi-experimental	Juego libre.	< ansiedad
He <i>et al.</i> , 2014 Singapur	n = 106 PP/C E = 6-14 P: cirugía	ECA	Muñecos, digitales, médicos.	< ansiedad de PP y C; dolor postoperatorio; bienestar físico y psicológico.
He <i>et al.</i> , 2015. Singapur	n = 95 PP E = 9.74 P: cirugía	ECA	Muñecos, digitales, médicos.	< emociones negativas antes de la anestesia; dolor postoperatorio. Cambios en la ansiedad preoperatoria no significativos.
Hinic <i>et al.</i> , 2019. Estados Unidos.	n = 93 PP E = 6-17	Estudio cuasi-experimental	Animales	< ansiedad; satisfacción
Kaheni <i>et al.</i> , 2016 Irán	n = 80 PP E = 3-6 P: MIV	ECA	Digital.	< percepción del dolor
Karakaya & Gözen, 2016. Turquía	n = 144 E = 7-12 P: Extracción de sangre	Estudio experimental controlado y aleatorio	Caleidoscopio	< percepción del dolor.
Knutz <i>et al.</i> , 2015 Dinamarca	n = 24 PP E = 4-6	Investigación mediante diseño.	Digital.	El patrón de juego de los PP es radicalmente diferente al de niños no hospitalizados
Li <i>et al.</i> , 2014. Hong Kong	n = 108 E: 7 -12 P: cirugía	ECA	Juego médico	< ansiedad
Li <i>et al.</i> , 2016 Hong Kong	n = 304 E = 3-12	Estudio cuasi-experimental	Juego libre	< ansiedad y emociones negativas

Autor, año y país	Muestra	Tipo de estudio	Tipo de Juego	Resultados
Lima & Santos, 2015 Brasil	n = 8 PP E = 6-12 Dx: cáncer	Estudio descriptivo, exploratorio y cualitativo	Juego libre	> percepción de bienestar
Logan <i>et al.</i> , 2019 Estados Unidos	n = 54 PP E = 3-10	ECA	Digitales	El efecto de RS fue más positivo versus el animal de felpa, mostrándose como una nueva forma de abordar las necesidades emocionales de los PP.
Mansson <i>et al.</i> , 2013 Suecia	n = 10 PP E = 7-12	Estudio de la entrevista	Payasos	> percepción de bienestar
Moerman & Jansens, 2020 Holanda	n = 9 PP E = 4-13	Proyecto de investigación aplicada	Digitales.	> relajación, activación y contacto con otros.
Potasz <i>et al.</i> , 2013 Brasil	n = 53 PP E = 4-14	Ensayo clínico aleatorio paralelo	Juego libre.	Los PP entre 7 a 11 años, mostraron niveles de cortisol después de jugar. En PP de 4 a 7 años la intervención no fue eficiente (nivel de desarrollo cognitivo)
Santos <i>et al.</i> , 2020. Brasil.	n = 6 PP E = 3-10	Estudio cualitativo de casos múltiples	Juego médico	> imaginación y catarsis
Siegel <i>et al.</i> , 2016. Estados Unidos.	n = 25 PP E: 8.34 ± 3.77	-	Criaturas de calcetines.	Mejoras en el estado de ánimo. Los juguetes que funcionen como objetos transicionales reducen el estrés durante la hospitalización
Silva <i>et al.</i> , 2017 Brasil	n = 28 PP E = 6-11 P: MIV	ECA	JTD	No influye en los niveles de ansiedad
Sposito <i>et al.</i> , 2016 Brasil	n = 10 PP E = 7-12 Dx: cáncer	Estudio exploratorio con análisis de datos cualitativos.	Titeres	> comunicación, autonomía. Minimizando la relación jerárquica adulto-niño
Teksoz <i>et al.</i> , 2017. Turquía.	n = 30 PP E: 10 ± 1.50	ECA	Juego médico	> nivel de satisfacción- La relación enfermera-niño mejoró.
Tsai <i>et al.</i> , 2013. Taiwano facilitate the radiotherapy (RT)	n = 19 PP E: 3-15 Dx: Tumor cerebral	-	Narración de historias y juegos de rol	< ansiedad y emociones negativas. Mejora la calidad de los servicios médicos, reduce costos y demandas de personal
Ullán <i>et al.</i> , 2014. España.	n = 95 PP E = 3.9 ± 1,9 P: intervenciones quirúrgicas	ECA	Muñecos.	< percepción del dolor postquirúrgico
Usó <i>et al.</i> , 2020 Brasil	n = 3 PP E = 8-15 Dx: cáncer		Digital.	El comportamiento de los PP durante los procedimientos médicos de rutina mejoró
Yayan <i>et al.</i> , 2019. Turquía.	n = 131 PP E = 7.6 ± 3.48 P: Postoperatorio	EAC	Juego terapéutico	< percepción del dolor y ansiedad

PP paciente pediátrico; E edad; Dx Diagnóstico; P Procedimiento médico; ECA ensayo clínico aleatorizado; AN afecto negativo; AP afecto positivo; IE Inteligencia Emocional; JTD Juego Terapéutico Dramático; UCIP Unidad de cuidados intensivos pediátricos; MIV Medicación Intravenosa; TAA Terapia Asistida con Animales; PS Personal Sanitario; RS Robot Social; PLEO Social Robot

CONCLUSIONES

El juego resulta ser beneficioso desde una perspectiva psicosocial porque atenúa las alteraciones psicológicas y emocionales derivadas de la hospitalización tanto para la experiencia individual como para la colectiva. Los beneficios se evidencian a través de reducción de los niveles de ansiedad, angustia y percepción del dolor, de la mejora en la autoestima, la capacidad de afrontamiento y aceptación al tratamiento. Además, se evidencia el beneficio de facilitar la relación médico paciente y reducir la sensación jerárquica niño-adulto.

La posibilidad de jugar permite al niño mejorar su comunicación consigo mismo y con el entorno, y a la par, procesar e integrar el material traumático que la hospitalización y la enfermedad en sí misma han generado, posibilitado al niño dar sentido a la experiencia que está atravesando. A esto se añaden los beneficios al desarrollo integral del niño, pues jugar potencia la imaginación y el desarrollo funciones psicológicas superiores como la atención, la percepción, memoria, pensamiento y lenguaje.

En los últimos años, probablemente debido al auge de la tecnología y de los dispositivos electrónicos, los juegos digitales muestran gran eficacia para la promoción de la salud y el bienestar de los niños. La tecnología permite al paciente acercarse a lo real del exterior y mantener contacto con su contexto fuera del hospital, facilitando incluso el cumplimiento de su derecho a la educación.

Los juegos más “tradicionales” no han perdido su efectividad en el tratamiento e intervención del malestar psicológico, lo cual confirma que el juego es una experiencia vital y un derecho a ser cumplido. También se ha evidenciado que la posibilidad de jugar mejora el vínculo entre el niño y el personal sanitario/cuidadores, elevando el nivel de cooperación y satisfacción de todos los actores involucrados en la dinámica de hospitalización.

Las intervenciones de juego deben ser propuestas y ejecutadas desde conocimientos sólidos, que consideren las particulares de la población, además de aspectos individuales. Usar el juego en el hospital parece ser una herramienta que no requiere de una inversión inasequible, por lo cual resulta ser una opción aliada al tratamiento médico incluso por los cambios positivos que genera en la actividad del sistema inmune.

Finalmente, y a manera de recomendación, resulta importante continuar con espacios de investigación que nos permitan conocer las dinámicas de juego en un contexto sanitario más cercano, pues han sido pocos los trabajos realizados en América Latina en este campo de estudio. Las investigaciones futuras deberán considerar aspectos como: la posibilidad del niño de movilizarse a un espacio de juego (reconociendo las posibilidades reales del hospital, y de las condiciones del contexto, como por ejemplo, la pandemia COVID-19); el grado de dependencia de cuidado que tienen los niños y su relación con la oportunidad de jugar, además de analizar cómo el tiempo de permanencia y la patología se relaciona con los niveles de ansiedad, depresión y malestar psicológico general, enfocándose en proponer un manejo multidisciplinario de la situación considerando las variables biológicas, psicológicas y sociales.

Fuente de financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Conflicto de intereses: La autora declara no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Alcântara, P. L., Wogel, A. Z., Rossi, M. I. L., Neves, I. R., Sabates, A. L., & Puggina, A. C. (2016). Effect of interaction with clowns on vital signs and non-verbal communication of hospitalized children. *Revista paulista de pediatria: orgao oficial da Sociedade de Pediatria de Sao Paulo*, 34(4), 432-438. <https://doi.org/10.1016/j.rppede.2016.02.011>
- Alparslan, Ö., & Bozkurt, G. (2018). The effect of a clown model implemented in hospital on the anxiety and depression level of ill children and their mothers. *Arts & Health: International Journal for Research, Policy & Practice*, 10(2), 138-150. <https://doi.org/10.1080/17533015.2017.1334679>
- Altay, N., Kilicarslan-Toruner, E., & Sari, Ç. (2017). The effect of drawing and writing technique on the anxiety level of children undergoing cancer treatment. *European Journal of Oncology Nursing*, 28, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2017.02.007>
- Al-Yateem, N., & Rossiter, R. C. (2017). Unstructured play for anxiety in pediatric inpatient care. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 22(1). Scopus. <https://doi.org/10.1111/jspn.12166>
- Anggerainy, S. W., Wanda, D., & Nurhaeni, N. (2019). Music Therapy and Story Telling: Nursing Interventions to Improve Sleep in Hospitalized Children. *Comprehensive child and adolescent nursing*, 42(sup1), 82-89. <https://doi.org/10.1080/24694193.2019.1578299>
- Arnon, Z., Hanan, H., & Mogilner, J. (2018). The effect of a hypnotic-based animated video on stress and pain reduction in pediatric surgery. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 66(2), 123-133. <https://doi.org/10.1080/00207144.2018.1421353>
- Aydin, D., & Sahiner, N. C. (2017). Effects of music therapy and distraction cards on pain relief during phlebotomy in children. *Applied Nursing Research*, 33, 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2016.11.011>
- Barker, S. B., Knisely, J. S., Schubert, C. M., Green, J. D., & Ameringer, S. (2015). The Effect of an Animal-Assisted Intervention on Anxiety and Pain in Hospitalized Children. *Anthrozoos*, 28(1), 101-112. <https://doi.org/10.2752/089279315X14129350722091>
- Batún-Cutz, J. L., Guerrero-Lara, E. A., Kantún-Chim, M. D., Panti-Trejo, H. G., & Rodríguez-Aké, A. L. (2016). Efecto psicológico de una intervención de apoyo emocional para niños hospitalizados = Psychological effect of an intervention of emotional support for hospitalized children. *Ansiedad y Estrés*, 22(2-3), 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2016.05.001>
- Caleffi, C. C. F., Rocha, P. K., Anders, J. C., Souza, A. I. J. de, Burciaga, V. B., & Serapião, L. da S. (2016). Contribuição do brinquedo terapêutico estruturado em um modelo de cuidado de enfermagem para crianças hospitalizadas. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 37(2). <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2016.02.58131>
- Chin, J.-C., & Tsuei, M. (2014). A multi-modal digital game-based learning environment for hospitalized children with chronic illnesses. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 366-378. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=psych&AN=2014-45760-025&site=ehost-live>
- Clark, M. E., Carleton, M. E., Cummings, B. M., & Noviski, N. (2019). Children's Drawings With Narratives in the Hospital Setting: Insights Into the Patient Experience. *Hospital pediatrics*, 9(7), 495-500. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2018-0170>

- Coşkuntürk, A. E., & Gözen, D. (2018). The Effect of Interactive Therapeutic Play Education Program on Anxiety Levels of Children Undergoing Cardiac Surgery and Their Mothers. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 33(6), 781-789. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2017.07.009>
- Dantas, F. A., da Nóbrega, V. M., Pimenta, E. A. G., & Collet, N. (2016). Use of therapeutic play during intravenous drug administration in children: Exploratory study. *Online Brazilian Journal of Nursing*, 15(3), 454-465. Scopus. <https://doi.org/10.17665/1676-4285.20165581>
- Delvecchio, E., Salcuni, S., Lis, A., Germani, A., & Di Riso, D. (2019). Hospitalized Children: Anxiety, Coping Strategies, and Pretend Play. *Frontiers in Public Health*, 7. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00250>
- Dionigi, A. (2017). Clowning as a Complementary Approach for Reducing Iatrogenic Effects in Pediatrics. *AMA journal of ethics*, 19(8), 775-782. <https://doi.org/10.1001/journalofethics.2017.19.8.stas1-1708>
- Dionigi, A., Sangiorgi, D., & Flangini, R. (2014). Clown intervention to reduce preoperative anxiety in children and parents: A randomized controlled trial. *Journal of Health Psychology*, 19(3), 369-380. <https://doi.org/10.1177/1359105312471567>
- Doupnik, S. K., Hill, D., Palakshappa, D., Worsley, D., Bae, H., Shaik, A., Qiu, M. (Kefeng), Marsac, M., & Feudtner, C. (2017). Parent Coping Support Interventions During Acute Pediatric Hospitalizations: A Meta-Analysis. *Pediatrics*, 140(3), e20164171. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-4171>
- Flujas-Contreras, J. M., Ruiz-Castañeda, D., & Gómez, I. (2020). Promoting Emotional Well-being in Hospitalized Children and Adolescents With Virtual Reality: Usability and Acceptability of a Randomized Controlled Trial. *Computers, informatics, nursing : CIN*, 38(2), 99-107. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000586>
- Fonseca, M. R. A., Campos, C. J. G., Ribeiro, C. A., Toledo, V. P., & Melo, L. de L. (2015). REVEALING THE WORLD OF ONCOLOGICAL TREATMENT THROUGH DRAMATIC THERAPEUTIC PLAY. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 24(4), 1112-1120. <https://doi.org/10.1590/0104-0707201500003350014>
- Ford, K., Courtney-Pratt, H., Tesch, L., & Johnson, C. (2014). More than just clowns: Clown Doctor rounds and their impact for children, families and staff. *Journal of Child Health Care*, 18(3), 286-296. <https://doi.org/10.1177/1367493513490447>
- García, R. y De La Barra, F. (2005). Hospitalización de niños y adolescentes. *Revista Médica Clínica Condes*, 16(4), 236-41.
- Ghabeli, F., Moheb, N., & Hosseini Nasab, S. D. (2014). Effect of Toys and Preoperative Visit on Reducing Children's Anxiety and their Parents before Surgery and Satisfaction with the Treatment Process [Text/html]. *Journal of Caring Sciences; EISSN 2251-9920*. <https://doi.org/10.5681/JCS.2014.003>
- He, H. G., Zhu, L., Li, H. C. W., Wang, W., Vehviläinen-Julkunen, K., & Chan, S. W. C. (2014). A randomized controlled trial of the effectiveness of a therapeutic play intervention on outcomes of children undergoing inpatient elective surgery: Study protocol. *Journal of Advanced Nursing*, 70(2), 431-442. Scopus. <https://doi.org/10.1111/jan.12234>
- He, H.-G., Zhu, L., Chan, S. W. C., Klainin-Yobas, P., & Wang, W. (2015). The Effectiveness of Therapeutic Play Intervention in Reducing Perioperative Anxiety, Negative Behaviors, and Postoperative Pain in Children Undergoing Elective Surgery: A Systematic Review. *Pain Management Nursing*, 16(3), 425-439. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2014.08.011>
- Hinic, K., Kowalski, M. O., Holtzman, K., & Mobus, K. (2019). The Effect of a Pet Therapy and Comparison Intervention on Anxiety in Hospitalized Children. *Journal of pediatric nursing*, 46, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.03.003>
- Kaheni, S., Bagheri-Nesami, M., Goudarzian, A. H., & Rezai, M. S. (2016). The effect of video game play technique on pain of venipuncture in children. *International Journal of Pediatrics*, 4(5), 1795-1802. Scopus. <https://doi.org/10.22038/ijp.2016.6770>
- Kapkın, G. (2020). Effect of therapeutic play methods on hospitalized children in Turkey: Systematic review. *Erciyes Medical Journal*. <https://doi.org/10.14744/etd.2019.94940>
- Karakaya, A., & Gözen, D. (2016). The Effect of Distraction on Pain Level Felt by School-age Children During Venipuncture Procedure—Randomized Controlled Trial. *Pain Management Nursing*, 17(1), 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2015.08.005>
- Knutz, E., Ammentorp, J., & Kofoed, P.-E. (2015). Why health care needs design research: Broadening the perspective on communication in pediatric care through play. *Health Communication*, 30(10), 1032-1045. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10410236.2014.917220>
- Lambert, V., Coad, J., Hicks, P., & Glacken, M. (2014). Social spaces for young children in hospital. *Child: Care, Health and Development*, 40(2), 195-204. <https://doi.org/10.1111/cch.12016>
- Li, W. H. C., Chung, J. O. K., & Ho, E. K. Y. (2011). The effectiveness of therapeutic play, using virtual reality computer games, in promoting the psychological well-being of children hospitalised with cancer. *Journal of Clinical Nursing*, 20(15-16), 2135-2143. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03733.x>
- Li, W. H. C., Chung, J. O. K., Ho, K. Y., & Kwok, B. M. C. (2016). Play interventions to reduce anxiety and negative emotions in hospitalized children. *BMC pediatrics*, 16, 36. <https://doi.org/10.1186/s12887-016-0570-5>
- Lima, K. Y., & Santos, V. E. (2015). Play as a care strategy for children with cancer. *Revista gaúcha de enfermagem / EENFURGS*, 36(2), 76-81. Scopus. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2015.02.51514>
- Logan, D. E., Breazeal, C., Goodwin, M. S., Jeong, S., O'Connell, B., Smith-Freedman, D., Heathers, J., & Weinstock, P. (2019). Social robots for hospitalized children. *Pediatrics*, 144(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2018-1511>
- Mansson, M. E., Elfving, R. N., Petersson, C., Wahl, J., & Tunell, S. (2013). Use of clowns to aid recovery in hospitalised children. *Nursing children and young people*, 25(10), 26-30. Scopus. <https://doi.org/10.7748/ncyp2013.12.25.10.26.e352>
- Metzl, E., Morrell, M., & Field, A. (2016). A pilot outcome study of art therapy and music therapy with hospitalized children. *Canadian Art Therapy Association Journal*, 29(1), 3-11. <https://doi.org/10.1080/08322473.2016.1170496>
- Moerman, C. J., & Jansens, R. M. L. (2020). Using social robot PLEO to enhance the well-being of hospitalised children. *Journal of Child Health Care*. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1367493520947503>
- Mohammadi, A., Mehraban, A. H., & Damavandi, S. A. (2017). Effect of Play-based Occupational Therapy on Symptoms of Hospitalized Children with Cancer: A Single-subject Study. *Asia-Pacific journal of oncology nursing*, 4(2), 168-172. https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_13_17
- Moss, K. M., Healy, K. L., Ziviani, J., Newcombe, P., Cobham, V. E., McCutcheon, H., Montague, G., & Kenardy, J. (2019). Trauma-informed care in practice: Observed use of psychosocial care practices with children and families in a large pediatric hospital.

- Psychological Services*, 16(1), 16-28. <https://doi.org/10.1037/ser0000270>
- National Child Traumatic Stress Network. (2003). *Definition of medical traumatic stress*. Philadelphia.
- Nicholas, D. B., & Chahauver, A. (2017). Examining computer use by hospitalized children and youth. *Journal of Technology in Human Services*, 35(4), 277-291. <https://doi.org/10.1080/15228835.2017.1366886>
- Potasz, C., De Varela, M. J. V., De Carvalho, L. C., Do Prado, L. F., & Do Prado, G. F. (2013). Effect of play activities on hospitalized children's stress: A randomized clinical trial. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 20(1), 71-79. <https://doi.org/10.3109/11038128.2012.729087>
- Santos, V. L. A. D., Almeida, F. de A., Ceribelli, C., & Ribeiro, C. A. (2020). Understanding the dramatic therapeutic play session: A contribution to pediatric nursing. *Revista brasileira de enfermagem*, 73(4), e20180812. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0812>
- Siegel, J., Iida, H., Rachlin, K., & Yount, G. (2016). Expressive Arts Therapy with Hospitalized Children: A Pilot Study of Co-Creating Healing Sock Creatures©. *Journal of pediatric nursing*, 31(1), 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2015.08.006>
- Silva, S. G. T. da, Santos, M. A., Floriano, C. M. de F., Damião, E. B. C., Campos, F. V. de, & Rossato, L. M. (2017). Influence of Therapeutic Play on the anxiety of hospitalized school-age children: Clinical trial. *Revista brasileira de enfermagem*, 70(6), 1244-1249. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0353>
- Sposito, A. M. P., Montigny, F. de, Sparapani, V. de C., Lima, R. A. G. de, Silva-Rodrigues, F. M., Pfeifer, L. I., & Nascimento, L. C. (2016). Puppets as a strategy for communication with Brazilian children with cancer. *Nursing & Health Sciences*, 18(1), 30-37. <https://doi.org/10.1111/nhs.12222>
- Stenman, K., Christofferson, J., Alderfer, M. A., Pierce, J., Kelly, C., Schifano, E., Klaff, S., Sciolla, J., Deatrck, J., & Kazak, A. E. (2019). Integrating play in trauma-informed care: Multidisciplinary pediatric healthcare provider perspectives. *Psychological Services*, 16(1), 7-15. <https://doi.org/10.1037/ser0000294>
- Teksoz, E., Bilgin, I., Madzwamuse, S. E., & Oszakci, A. F. (2017). The impact of a creative play intervention on satisfaction with nursing care: A mixed-methods study. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 22(1), n/a-N.PAG. <https://doi.org/10.1111/jspn.12169>
- Tsai, Y.-L., Tsai, S.-C., Yen, S.-H., Huang, K.-L., Mu, P.-F., Liou, H.-C., Wong, T.-T., Lai, I.-C., Liu, P., Lou, H.-L., Chiang, I.-T., & Chen, Y.-W. (2013). Efficacy of therapeutic play for pediatric brain tumor patients during external beam radiotherapy. *Child's Nervous System*, 29(7), 1123-1129. <https://doi.org/10.1007/s00381-013-2099-3>
- Ullán, A. M., Belver, M. H., Fernández, E., Lorente, F., Badía, M., & Fernández, B. (2014). The effect of a program to promote play to reduce children's post-surgical pain: With plush toys, it hurts less. *Pain Management Nursing*, 15(1), 273-282. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2012.10.004>
- Unicef. (2006). *Convención sobre los derechos del niño*. 52.
- Universidad de Salamanca. (10 de enero de 2021). *Hospitales infantiles mejores. Humanización de los hospitales pediátricos*. Obtenido de Jugar para estar mejor en el hospital: <https://hospitalesinfantilesmejores.usal.es/jugar-en-el-hospital-2/>
- Usó, V. G., Sandnes, F. E., & Medola, F. O. (2020). Using virtual reality and rapid prototyping to co-create together with hospitalized children. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 975, 279-288. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20216-3_26
- Weiss, P. L., Bialik, P., & Kizony, R. (2003). Virtual Reality Provides Leisure Time Opportunities for Young Adults with Physical and Intellectual Disabilities. *CyberPsychology & Behavior*, 6(3), 335-342. <https://doi.org/10.1089/109493103322011650>



Dirección: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio Espinosa Pólit.
Ciudadela La Victoria, Ibarra-Provincia de Imbabura - Ecuador
Teléfonos: (593-06) 2615-631
Fax: (593-06) 2616-446
Código Postal: 100112 - Ibarra Ecuador
E-mail: axioma@pucesi.edu.ec
<http://www.pucesi.edu.ec>